

# Ava Cient

Instituto Tecnológico de Chetumal  
Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2020

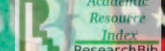
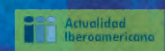
Año 5 Núm. 2 Vol. IX

JULIO - DICIEMBRE

ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación

Indizado en:



Revista Impresa

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
**EDUCACIÓN**

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



## **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.

**Resumen de tesis.** Este documento deberá contener título de trabajo o proyecto, el lugar donde se realizó, el nombre del autor, periodo y el año en que se realizó, así como la institución en donde se desarrolló. Máximo dos cuartillas, con una antigüedad de hasta dos años a la fecha de sometimiento.

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 90 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](mailto: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 5, Núm. 2, Vol. IX, JULIO-DICIEMBRE 2020, 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 12 de diciembre de 2020.

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](mailto:jmoctezuma@itchetumal.edu.mx)  
Corrección y Estilo: Yasmin Del Ruby Tziu Peñalver, C.P. Deysi Del Rocío Espinoza Crisanto.  
Diseño de portadas por Luis Castillo. Cel. 9831363671. [zluis29@hotmail.com](mailto:zluis29@hotmail.com)  
Mural del Congreso del Estado de Quintana Roo, México. Autor Elio Carmichael "Mural forma, color e historia".  
Créditos para la portada y contraportada al Congreso de Quintana Roo.

## 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. Una mirada al sistema de revalidación de estudios de educación superior mexicano.** Sabrina Nigra. **07**
- 2. Gestión de riesgo local y desastres de origen natural en Yucatán, México.** Delghi Yudire Ruiz Patrón, José Efraín Ramírez Benítez, Sergio Javier Meléndez García. **21**
- 3. Carburo de tungsteno mejora la productividad y costo con herramientas de corte.** Cristóbal Estrada Acosta. **31**
- 4. Diseño urbano basado en la percepción del espacio urbano en Chetumal.** César Enrique Vargas Madrid, Gabriela Rosas Correa, Herlinda del Socorro Silva Poot, Nínive Margely Navarrete Canto. **44**
- 5. Esquemas de optimización multirespuesta para el diseño robusto de parámetros.** Armando Mares Castro. **61**
- 6. Impacto del COVID-19 en el estrés de universitarios.** Nayeli Montalvo Romero, Aarón Montiel Rosales. **79**
- 7. Percepción sobre contaminación sonora en puntos críticos, ciudad de Puno Perú.** Julio Cesar Quispe Mamani, Hugo Rubén Marca Maquera, Marcial Guevara Mamani, Cesar Elías Roque Guizada. **86**
- 8. Envejecimiento demográfico de México y Tabasco y sus principales factores e implicaciones.** María Antonieta Ramírez Espín, Tomasa Rodríguez Reyes, José Juan Ulín Ricárdez, José Carmen Morales Sala. **99**
- 9. Factor costo-distancia en el diseño de redes de distribución: Una revisión literaria.** Aarón Montiel Rosales, Nayeli Montalvo Romero, Maricela Ramírez Guerrero. **112**
- 10. Comparativa del programa educativo TSU en gastronomía y su perfil de egreso.** Paola Álvarez Pous, Cid Alejandro Silva Castro, Florentino Pech Juárez. **121**
- 11. Análisis relación entre productividad de MyPes y la extorsión de autoridades.** Eustacio Díaz Rodríguez, Robert Beltrán López, Corina Santana Duarte. **128**
- 12. La ciberseguridad en el Instituto Tecnológico de Chetumal.** José Luis Moctezuma Tejeda, Miguel Ángel Martínez Cordero, Manuel Abraham Zapata Encalada, Lino Rangel Gómez. **138**
- 13. Humedal la sabana Chetumal ¿Qué sabemos y qué podemos hacer?** Sergio Cohuo Durán, Mariel Alondra Pérez Tapia, Laura Anahí Macario González, Héctor Javier Ortiz León. **150**
- 14. Dinámica poblacional de la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*) en Champotón, Campeche.** María Marcela Cimé-Ruiz. **159**

**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 Querubin 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*  
*Dra. Yunitzilim Rodríguez Peraza (SNI)*

**Universidad Politécnica de Bacalar (México)**

*Mtra. María Antonia de los Ángeles 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 Yahevh 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 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)*  
*Dra. Adriana Hernández García (SNI)*

**Universidad del Valle de Atemajac (México)**

*Dr. Evelio Gerónimo Bautista (SNI)*

**Ecosur (México)**

*Dra. Carla Beatriz Zamora Lomelí (SNI)*

**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. Lizaraburu Bolaños*

**Universidad del Caribe (México)**

*Dr. Miguel Ángel Olivares Urbina (SNI)*

**SFAI México (México)**

*Mtro. Miguel Chamlaty Toledo*

**Cinvestav IPN Tamaulipas (México)**

*Dr. José Gabriel Ramírez Torres (SNI)*

**Universidad Andina Simón Bolívar (Ecuador)**

*Mtro. Miguel Giovanni 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)*

Árbitros participando en este ejemplar.

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

## UNA MIRADA AL SISTEMA DE REVALIDACIÓN DE ESTUDIOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR MEXICANO

Sabrina Nigra<sup>1</sup>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 30/04/2020 Aceptado: 31/07/2020 Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El propósito de este trabajo es principalmente evidenciar una laguna de estudio en México y América Latina sobre la cuestión de la revalidación de estudios, que es uno de los primeros detractores de la movilidad estudiantil y académica en el ámbito de la internacionalización de la Educación Superior. Por lo tanto, en el documento se analiza el sistema de revalidación mexicano en el contexto más amplio de la internacionalización de la Educación Superior en América Latina con sus acuerdos en materia y su relación con Europa en cuanto al mismo tópico. A pesar de los esfuerzos de las universidades mexicanas y los avances para alcanzar una dimensión educativa internacional, se muestra la carencia de una política nacional de revalidación de estudios que sea compatible con el contexto globalizado de la Educación actual. Finalmente se realizan unas recomendaciones, que implican un cambio de fondo en la normatividad mexicana de revalidación de estudios.

**Palabras claves:** Internacionalización, cooperación, revalidación.

### A LOOK AT THE REVALIDATION SYSTEM OF HIGHER EDUCATION STUDIES IN MEXICO

**Abstract.-** The purpose of this work is mainly to highlight a study gap in Mexico and Latin America on the issue of the revalidation of studies, which is one of the first detractors of student and academic mobility in the internationalization of Higher Education. Therefore, the document analyzes the Mexican revalidation system in the broader context of the internationalization of Higher Education in Latin America with its agreements on the subject and its relationship with Europe on the same topic. In spite of the efforts of Mexican universities and the advances to reach an international educational dimension, the investigation shows the lack of a national policy of revalidation of studies compatible with the globalized context of current Education. Finally, some recommendations are made, which imply a fundamental change in the Mexican norm for the revalidation of studies.

**Keywords:** Internationalization, cooperation, revalidation.

#### Introducción

La globalización y el desarrollo económico han generado en las últimas décadas varios cambios en la educación superior y en la gestión de la misma. La educación superior se ha convertido en una pieza estratégica de la economía de un país. Análogamente en las últimas décadas ha proliferado un conspicuo número de acuerdos de cooperación en materia educativa entre los diferentes países del mundo con el objetivo de facilitar el intercambio de estudiantes e investigadores para abrir camino a la internacionalización de educación superior a nivel mundial y al crecimiento económico.

Bajo esa tesitura hay que leer el proceso de Bolonia (Declaración de Bolonia, 1999), que llevó a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (Padilla Arias, & Rosique Cañas, 2009) en la década pasada: un espacio de educación superior competitivo a nivel global donde los ciudadanos europeos pueden moverse libremente por razones de estudio y trabajo. A partir de este proceso se han realizado diferentes acuerdos entre América Latina y Europa como el llamado Espacio Común de Educación Superior ALCUE y el proyecto *Tuning* América Latina (García Barbero, 2008; Ponce Navarro, 2011), sin embargo, ninguno de estos acuerdos hasta el día de hoy ha podido solucionar la falta de un criterio común en América Latina en cuanto a revalidaciones de títulos de educación superior.

De acuerdo a varios investigadores en México como De Garay Sánchez, Padilla Arias y Rosique Cañas hay muchos obstáculos para implementar el Proceso de Bolonia en América Latina. Los autores antes mencionados identificaron las razones que se presentan a continuación, como las más relevantes: la falta de un macro proyecto de integración económica, política, social y cultural como existe en la UE; la falta de elites políticas interesadas al desarrollo educativo

---

<sup>1</sup> Universidad de Guadalajara. [sabrinanigra@cucea.udg.mx](mailto:sabrinanigra@cucea.udg.mx) (Autor corresponsal).



de la región y de una política a largo plazo, el miedo hacía acuerdos que lleven a una homogenización de los sistemas de educación, sin respeto de las identidades nacionales; la inexistencia de un sistema de créditos a nivel nacional en muchos países de América Latina, la presencia de universidades públicas y privadas en los sistemas educativos nacionales de América Latina entre otros factores (De Garay Sánchez, 2008; Padilla Arias & Rosique Cañas, 2009).

Por otro lado hay autores, entre los cuales, la investigadora francesa Gacel-Ávila, que afirma que la aplicación del Proceso de Bolonia en América Latina no debería llevar a una homologación de los sistemas educativos nacionales, como de hecho no sucedió en Europa, continente multilingüe y multicultural; sino que se podrían realizar reformas a nivel académico inspiradas en modelos internacionales como el Proceso de Bolonia para favorecer la internacionalización, la movilidad de estudiantes y académicos, la revalidación de títulos y la cooperación entre los diferentes sistemas educativos sin quitar la riqueza de la diversidad educativa de los diferentes países en América Latina (Gacel-Ávila, 2011).

En consecuencia, el presente trabajo está estructurado de la siguiente manera: en el segundo apartado se presenta el problema de la revalidación de estudio junto a la justificación y a los alcances del presente estudio. El apartado número tres muestra los materiales y la metodología con la cual se llevó a cabo la presente investigación. Sucesivamente en el apartado cuatro y cinco se introduce una mirada hacia Europa, América Latina, y México con una aproximación terminológica y conceptual sobre la revalidación de títulos de Educación Superior.

Posteriormente, el apartado seis contiene los resultados y la discusión de la investigación y finalmente en el apartado siete como conclusión se formulan unas recomendaciones en forma de reflexión para el sistema de Revalidación de estudios de Educación Superior mexicano.

El contexto del presente trabajo, que es un análisis del proceso de revalidación de México, es América Latina, por lo cual traza una historia de cómo han evolucionado los acuerdos en la región con una comparación con los acuerdos logrados en materia con el Proceso de Bolonia en Europa.

La necesidad de investigar el tema de la revalidación de estudios de educación superior en México

El problema

Hoy en día el tema de la internacionalización de la educación superior en América Latina se ha vuelto un tema en auge, sobretodo porque se identifica la internacionalización como un intento de modernización y mejora de la calidad educativa.

Es primordial definir que son la internacionalización y la globalización, porque no son sinónimos. La internacionalización se refiere a 'políticas y programas emprendidas por parte de los gobiernos, de los sistemas académicos e instituciones e incluso los departamentos están involucrados en la globalización' (Altbach et al., 2009: 23 traducción propia), en cambio la globalización se refiere 'a las tendencias económicas, tecnológicas y científicas que afectan directamente la educación superior y que son inevitables en el mundo contemporáneo' (Altbach et al., 2009: 23 traducción propia).

La internacionalización de la educación superior puede entonces interpretarse como una respuesta a la globalización. Lo que está claro es que la globalización ha llevado a procesos de apertura económica, que involucran también a los países latinoamericanos y en especial a México. Canadá, Estados Unidos, y México con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) realizan un acuerdo comercial en esta región del mundo. El tratado sin embargo toca únicamente el tema económico-comercial y deja a un lado la cuestión educativa del mutuo de reconocimiento y convalidación de estudios académicos y de grados con fines del ejercicio académico o profesional en estos tres países, lo cual sería de soporte a la relación económica entre los tres países.

El objeto de estudio del presente documento es la revalidación y equivalencia de estudios en México. La opinión que se tiene es que dicho sistema constituye un primer obstáculo para una verdadera internacionalización de la Educación Superior que permita estar al mismo nivel de calidad educativa de los países más competitivos del mundo.

A continuación se van a presentar varios datos útiles para entender quiénes y cuantas son las personas que pueden estar involucradas en un proceso de revalidación o equivalencia de estudios en México.

Según los datos que muestra la revista Forbes en junio de 2017 (Forbes staff, 2017), cada año más de 16,700 estudiantes mexicanos viajan al extranjero para realizar sus estudios. De los cuales el 57.6% lo hacen para estudiar una licenciatura, el 24.9% para estudios de maestría y el 17.5% por otro tipo de estudios.

De acuerdo a la misma revista México ocupa el puesto número 10 en estudiantes que salen de su país para estudiar fuera de su país. Las carreras con mayor demanda son las ingenierías, aeronáutica, administración de empresas, medio ambiente y agricultura, y diseño. España ocupa el primer lugar como lugar elegido por los estudiantes mexicanos y Estados Unidos el segundo.

En segundo lugar, México, de acuerdo con los últimos datos publicados por la ONU (Datosmacro.com staff, 2018), tiene 1.224.169 inmigrantes que representan un 0.99% de la población total mexicana. La inmigración en México procede principalmente de Estados Unidos con un 73,81%; de Guatemala con un .4.47% y de España el 2.27%. Las personas que emigran a México lo hacen en gran mayoría por razones de trabajo o estudio, de lo cual se deriva la necesidad para dichas personas que su título sea revalidado.

En tercer lugar, el tema de la revalidación de estudio, es relevante en la actualidad, porque está relacionado a la cuestión de los jóvenes *rearmes* que desde la elección del Presidente de Estados Unidos Donald Trump y las políticas antimigración han regresado a México. Con base en las estadísticas del Consejo Nacional de Población (Camacho Servín, 2010) más de medio millón de jóvenes *dreamers* han regresado a México y han sido afectados por la ausencia de una política ágil que les permita revalidar los estudios que ellos realizaron en Estados Unidos.

Como expresa López Andrade la problemática principal que enfrenta México en tema de revalidación de estudios está relacionada a los criterios que la Dirección General de Acreditación, Incorporación y Revalidación utiliza en dicho proceso, los cuales serán analizados exhaustivamente (López Andrade, 2008).

Además, teniendo en cuenta el estudio realizado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda emerge una diferencia enorme entre los sistemas educativos de los países de la América Latina desde los sistemas de educación básica hasta los niveles de posgrados. Por consiguiente cuando un individuo pretende hacer válido su título para efectos de obtener un empleo o para continuar sus estudios profesionales en otro país de la América Latina, normalmente no existe una correspondencia entre la institución que emite el título y el sistema educativo donde pretende ser aceptado (Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda, 1998).

Adicionalmente en los países de América Latina la estructura de las carreras es diferentes adentro del mismo país porque existen universidades públicas y privadas que tienen currículos con competencias, créditos y métodos de evaluación totalmente diferentes.

La carencia de homogeneidad que se menciona anteriormente es la primera causa de la falta de convenios y tratados efectivos en América Latina en materia de revalidación de estudios y en segundo lugar es un factor que frena la movilidad estudiantil y profesional en todo el continente americano.

De Garay Sánchez asegura que “El número de estudiantes mexicanos que van a estudiar al extranjero sigue siendo un número limitado en comparación a la matrícula total” (De Garay Sánchez, 2008: 27).

En conclusión, a pesar de los esfuerzos de algunas instituciones de Educación Superior y los avances para alcanzar una dimensión educativa internacional en México, se muestra la carencia de una política nacional integral de internacionalización que involucre todas las instituciones de educación superior: las universidades, los institutos tecnológicos, los centros de investigación, como también que toque de manera central la acreditación de estudios y la portabilidad de títulos.

La relevancia del tema: alcances y limitaciones

El tema de la revalidación de los títulos de educación superior en México, es relevante porque por ser parte de la temática de internacionalización de la educación superior se relaciona con otro tema de gestión de la educación superior: la calidad educativa de las carreras, de los planes de estudio, de los procesos de evaluación y acreditación, y del sistema de los créditos (De la Garza Aguilar, 2008).

La Educación Superior en el contexto latinoamericano exige una armonización por lo menos de los procesos de

revalidación y reconocimiento de estudios, como también nuevos procedimientos para acreditar la calidad educativa e innovación dirigida a la promoción de la movilidad de estudiantes, docente e investigadores.

Además, la creación de nuevos acuerdos podría beneficiar a México y a los otros países involucrados, dando un impulso a las relaciones económicas en todo el continente por la cercanía geográfica. Es plausible que con proyectos de este tipo, muchas más instituciones de educación superior entren a ser parte de acuerdos de cooperación internacional, para que la globalización acelere la interconexión mundial en materia educativa.

Con esta investigación se pretende en primer lugar, identificar cuáles son los obstáculos que enfrentan los mexicanos y los ciudadanos extranjeros que estudian una licenciatura, una maestría o un doctorado en el extranjero a la hora de revalidar el título en México por razones de estudio o de trabajo.

Adicionalmente con los resultados de dicho análisis se pretende a través de una reflexión atenta, realizar propuestas útiles en la agilización de los trámites de revalidación de estudios y acordes a la actualidad de la Educación Superior en la que se encuentra el país.

Hablando del estado del arte sobre el tema objeto de dicho trabajo, la revalidación de estudios superiores en México como parte de la línea de investigación de la internacionalización de la educación superior es poco estudiada. Rangel Guerra, investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en los años 70 describió el sistema de normas de la Ley Federal de Educación en cuanto al reconocimiento de validez oficial de estudio y realizó en aquel entonces unas críticas y propuestas de cambios al sistema (Rangel Guerra, 1976).

Manuel Gil Antón, actualmente Profesor del Centro de Estudios Sociológicos del Colegio de México, en el marco del Estudio de 1998 llevado a cabo por el Centro Interuniversitario de Desarrollo, titulado *Reconocimiento y Convalidación de Estudios Superiores y Profesionales en América Latina y el Caribe*, describe los procedimientos legales de migración, legalización y revalidación para el reconocimiento de Estudios Superiores en México. En el estudio sobresalen las mismas conclusiones que Rangel Guerra había realizado dos décadas antes: el sistema de revalidación mexicano presenta muchos obstáculos (Rangel Guerra, 1976).

Una década después López Andrade, director general de Acreditación, incorporación y revalidación de la Secretaría de Educación pública de México (López Andrade, 2008) y algunos investigadores Universidad Autónoma de México (Medina Crespo & Rodríguez Aguilar, 2011) remarcan la desactualización del sistema de revalidación mexicano en un mundo siempre más interconectado.

La metodología y el objeto de estudio

El objetivo general de la presente investigación, es analizar exhaustivamente el sistema de revalidación de estudios superiores mexicano en dos aspectos. Por lo cual se plantearon las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los principios que rigen el proceso de revalidación de títulos de Educación Superior en la Unión europea en comparación al contexto latinoamericano?
2. ¿Cuáles son los principios que rigen el proceso de revalidación de títulos de Educación Superior en México?

Dichas preguntas tienen el propósito de revisar los aspectos que se describen a continuación:

- La situación de México en el contexto de los acuerdos de revalidación en América Latina.
- La situación de México con respecto al sistema de sistema de revalidación de títulos Educación Superior europeos al proceso de Bolonia.

Por esta razón los objetivos específicos de la investigación fueron:

- 1) Documentar las categorías conceptuales y terminológicas que fundamentan la investigación.
- 2) Describir los acuerdos y tratados sobre revalidación de estudios de Educación Superior en América Latina revisando su evolución cronológica.
- 3) Describir el Acuerdo de Lisboa a dentro del marco de Proceso de Bolonia y del Espacio de Educación Europeo con la finalidad de entender a fondo las innovaciones que se plantearon.
- 4) Ver el impacto que ha tenido en América Latina.
- 5) Describir el sistema de revalidación mexicano en la actualidad con sus normas y requisitos.
- 6) Formular unas recomendaciones para el sistema antes mencionado, derivadas del análisis y de la comparación con los otros sistemas de revalidación analizados.

La investigación es de tipo cualitativo con enfoque exploratorio y descriptivo dado que se describe críticamente la realidad del proceso de revalidación en México y América Latina.

Para la elaboración del trabajo se emplearon los métodos analítico-sintético y comparativo a través de la técnica de investigación documental ya que se separan los datos relativos a los requisitos de revalidación en la Unión Europea, México y América Latina a través del análisis de documentos oficiales, institucionales, artículos de investigación, leyes y reglamentos.

Los sistemas de revalidación en la Unión Europea y en América Latina

La situación europea

El llamado Proceso de Bolonia nace a partir de la Declaración de Bolonia, un acuerdo que en 1999 (Declaración de Bolonia, 1999) firmaron los ministros de algunos países europeos en la ciudad italiana de Bolonia. Con este acuerdo se abre un proceso de convergencia y de adaptación de los diferentes sistemas educativos europeos de educación superior con el objetivo de facilitar los intercambios de estudio a través de un sistema basado sobre los créditos ECTS (*European Credit Transder System*) y crear un espacio común de educación superior a nivel europeo (De Garay Sánchez, 2012).

El proceso de Bolonia tiene entre sus finalidades cuatro objetivos fundamentales:

1. Crear un sistema comparable de titulaciones.
2. Crear un sistema de educación superior basado en dos ciclos (*undergraduate* y *graduate*).
3. Crear un sistema común de créditos para medir las horas de clase teórica y el trabajo que debe ser realizado por parte del estudiante de forma autónoma. Un crédito ECTS corresponde a una cantidad de hora que puede variar entre las 25 y las 30 horas de estudio.
4. Promover la movilidad de estudiantes, maestros y profesores.

El acuerdo de Lisboa de 1997 (Council of Europe, 1997) contiene unas premisas importantes para la realización del Proceso de Bolonia, porque reconoce en primer lugar que uno de los derechos fundamentales del hombre es la educación, y que el reconocimiento de los títulos de estudio es parte fundamental de ese mismo derecho. En segundo lugar propone la *diferencia* como un valor, es decir la diversidad de los sistemas educativos europeos es un valor no un obstáculo y que todos los ciudadanos europeos tienen derecho a disfrutar de esa diversidad.

De acuerdo a lo que refiere Carlo Fiocchetti, investigador italiano (Fiocchetti, 2005) el acuerdo de Lisboa quiere lograr en concreto que:

1. Los estudiantes de media superior puedan acceder a la educación superior en cualquier país europeo.
2. Facilitar los programas de movilidad estudiantil.
3. Utilizar los títulos de educación superior en el mercado laboral adentro de toda la comunidad europea.
4. Aumentar la cantidad, la calidad y la transparencia de la información que existe sobre cada sistema de educación nacional en Europa. De hecho cada país que firmó el acuerdo tuvo que poner a disposición toda la información necesaria sobre su sistema educativo.

Dichos objetivos se realizan a través de cuatro criterios fundamentales de revalidación:

1. Derecho a que el título sea evaluado independientemente del país, sexo, religión, idioma, etc. y que sea evaluado en cuanto a competencias y conocimientos adquiridos.
2. Los criterios de evaluación deben ser transparentes, coherentes y confiables.
3. Para la revalidación se debe contar con la información adecuada del sistema educativo nacional.
5. Se tiene que realizar la revalidación en un tiempo razonable.

Las normas básicas que regularan el proceso son las siguientes:

1. Si el título de media superior en el país da acceso a la educación superior, será obligación del otro país aceptarlo de la misma forma.
2. Se tomaran en cuenta las especificadas de sistema de educación de origen para la revalidación.

Los objetivos del Acuerdo de Lisboa son el libre acceso a la Educación Superior en otro país, como también el acceso al mercado laboral (Fiocchetti, 2015).

La revalidación de los títulos se realiza usando dos criterios: los conocimientos y las competencias que se declaran en el título. Es decir se consideran el 'saber' y el 'saber hacer' a través de una de un análisis atenta de los contenidos para el ejercicio de las profesiones.

La convención de Lisboa de 1997 es el ápice de diferentes acuerdos que se han firmado entre los países europeos desde la 'Convención europea sobre la equivalencia de los diplomas para la admisión a la universidad' de 1953, seguida por otras convenciones respectivamente en 1956, 1959, 1979 y finalmente la 'Convención europea sobre la equivalencia general de los periodos de estudio universitarios' de 1990. La realización de dichos convenios demuestra el interés que ha existido desde más de cincuenta años en los países europeos para realizar políticas en conjunto sobre dicha temática (Fiocchetti, 2015).

El principio básico del sistema de reconocimiento de títulos en Europa, posterior a la Convención no es la coincidencia exacta de contenido, sino las competencias adquiridas con el título. Por lo tanto, el reconocimiento es la regla, y el no otorgarlo debe ser explicado y sustentado por razones de peso. Dicha Convención tuvo trascendencia en otras partes del mundo, por ejemplo en 2011 la región Asia-Pacífico adoptó una convención regional similar en base a los mismos principios (European Centre for Strategic Management of University, 2012).

Una aproximación terminológica y conceptual sobre la revalidación en América Latina

De acuerdo a González Fiegehen, investigador mexicano hay tres formas de reconocer o validar estudios en el extranjero y son las que se señalan a continuación:

- La habilitación para el ejercicio profesional, que consiste en un reconocimiento de competencias para ejercer determinadas actividades laborales o funciones sociales que son privativas de aquellos que tiene un grado o título universitario.
- La oficialización del grado o título en otro país mediante el cual se reconoce por la vía administrativa el título o grado otorgado en el extranjero. Por ejemplo en el caso que el país emisor de la certificación y el país receptor del graduado tengan vigentes convenios de intercambio.
- El reconocimiento de estudios completos o parciales, lo cual se realiza mediante exámenes u otros instrumentos académicos (González Fiegehen, 2006:3).

En América Latina de acuerdo al mismo autor (González Fiegehen, 2006) hay cuatro procedimientos para el reconocimiento de estudios: el reconocimiento, la homologación, la convalidación y la revalidación.

Sin embargo para el reconocimiento internacional de títulos se remarcan tres conceptos básicos:

- *Convalidación* (tradicional): reconocimiento de estudios en base a contenidos temáticos.
- *Armonización* (actual): reconocimiento de estudios en base a trabajo académicos pertinente.
- *Crédito*: Unidad de medida para estimar el trabajo académico Existen dos medidas una basada en trabajo del profesor, es decir, sobre la base de sesiones presenciales La otra basada en el trabajo del estudiante que incluye tanto el trabajo presencial como el tiempo que ocupa el alumno o alumna fuera del aula para su aprendizaje tanto personal como colectivo (González Fiegehen, 2006:4).

La situación latinoamericana

En América Latina existen varios acuerdos de revalidación a nivel regional que González Fiegehen describe en su trabajo de manera exhaustiva (González Fiegehen, 2006), sin embargo, muchos no han sido ratificados por todos los estados o no son activos., lo cual provoca que no haya una política armónica en América Latina en cuando a revalidaciones de títulos de educación superior. A continuación se enlistan los convenios más importantes desde el siglo pasado a la actualidad:

- Convenio internacional sobre ejercicio de profesiones liberales (1917).
- Convenio sobre ejercicio de profesiones universitarias (1962 -1966).
- Acuerdo Regional del Validación de Estudios para América y el Caribe (1974 1979).
- Protocolo de Guatemala (1993).
- Convenio universidades pontificias (1993).
- Protocolo de Guatemala (1993).
- Protocolo del MERCOSUR (1995).
- Convenio de México Colombia y Venezuela (1995) (González Fiegehen, 2006: 4).
- Entre todos estos acuerdos, el convenio más relevante hasta la fecha es el Acuerdo Regional para América Latina y el Caribe que se firmó en México en 1974 (United Nations Educational, Scientific and Cultural

Organization, 1974).

Dicho acuerdo tenía el propósito de asegurar la movilidad de estudiantes, investigadores y docentes en la región, como favorecer el uso de los recursos humanos y de formación de la región, como también mejorar las dificultades que encuentran al regreso a sus países de origen las personas que han recibido una formación en el exterior. Desde 1974 ni ha sido modificada, ni ratificada por todos los países de América Latina. Por ejemplo, Argentina nunca firmó el acuerdo, Brasil y Chile que se salieron del convenio en 1998 y 1987 respectivamente.

De manera que se puede inferir que el reconocimiento de títulos está relacionado hasta la fecha a procedimiento rígidos y burocráticos donde la idea que prevalece es la de la *equivalencia formal* entre el título extranjero y los títulos nacionales. Se trata de una convención que refleja unas ideas políticas no acorde a la globalización actual, aún más obsoletos si se comparan con la Convención de Lisboa (Council of Europe, 1997).

Por otro lado, Panambí Abadíe de León, investigadora uruguaya clasifica las revalidaciones de estudio en dos grupos:

- 1) El reconocimiento del título para fines profesionales, donde en muchos países luego se va a necesitar un examen de estado o de habilitación a la profesión, como en México la cedula profesional. El reconocimiento lo realizan las autoridades de educación del país y autoridades estatales que regulan las profesiones.
- 2) el reconocimiento del título para fines académicos, es decir para seguir los estudios en el país, lo realizan las instituciones de educación superior.

Por tanto hay dos formas de revalidar un título una vía administrativa por lo cual se aplican convenios vigentes entre estados o la vía académica donde una universidad evalúa los estudios a revalidar (Abadíe de Leon, 2012).

Históricamente comenta Gacel Ávila, en América Latina los títulos tienen relación con el ejercicio profesional porque desde su creación la universidad siguió el modelo napoleónico más profesionalizante. En consecuencia, los países en América Latina fueron incorporando en los siglos más regulaciones para que el ejercicio de una profesión se restringiera a quienes poseían títulos habilitantes en el país donde fueron expedidos. El resultado de estas políticas proteccionistas es que los titulados en un país no pueden ejercer una profesión regulada en otro país (Gacel Ávila, 2003).

Del análisis llevado a cabo de los acuerdos en materia de revalidación en América Latina se pudieron identificar cuatro obstáculos fundamentales para la realización de una convención efectiva.

En primer lugar según lo que menciona el reporte realizado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda existían hasta finales de la década de los noventa, 23 documentos entre convenios, tratados y protocolos entre los países de América Latina sobre el tema de las revalidaciones. El reporte manifiesta que se trataba de acuerdos de dos tipos: bilaterales (entre un país y otro) y multinacionales (entre diferentes países). De esta situación se deriva el primer obstáculo, porque no existe un acuerdo que englobe a todos los países de América Latina (Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda, 1998).

En segundo lugar, el reporte mencionado antes, remarca que pese al hecho de que en la gran mayoría de los países de América Latina se hable español, existe una gran variedad terminológica con la cual cada país se refiere al mismo proceso. (Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda, 1998). Por ejemplo el término "*reconocimiento*" no tiene el mismo significado en todos los países en América Latina. En Chile, Costa Rica, México y Perú la palabra significa certificar que un título o grado otorgado en el extranjero es auténtico. Cabe señalar que el hecho que un título o grado sea auténtico no significa que sea equiparable a un título o grado nacional. En Argentina, se define como "reválida" el reconocimiento de estudios parciales en el extranjero.

En tercer lugar en América Latina existen principalmente dos mecanismos de reconocimiento de títulos y grados basados con base en el hecho de que existan o no convenios intrarregionales vigentes. En el caso de que haya convenios vigentes el reconocimiento de títulos y grados entre países se efectúa por la vía administrativa sin que se realice una evaluación. En cambio cuando no hay convenios se procede con mecanismos de evaluación realizados por las instituciones que están a cargo de dicho proceso en cada país (Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda, 1998).

Finalmente en general, en toda la región en los procesos de reconocimiento participan diferentes organismos, que pueden ser públicos o entidades interuniversitarias. Por ejemplo en Brasil los organismos responsables para reconocer títulos y grados extranjeros son las universidades públicas. En Chile, cuando se trata de casos amparados por un

convenio internacional el trámite de reconocimiento lo lleva a cabo el equivalente aquí en México a la Secretaría de Relaciones Extranjeras. En cambio en todos los otros casos son revisados por la Universidad de Chile que tiene la autoridad exclusiva y excluyente en materia de revalidación y reconocimiento de títulos (Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda, 1998).

Pese a la evidencia de los obstáculos antes mencionados Abadía de León Panambí en su trabajo sobre el reconocimiento de títulos en América Latina, considera que en los últimos años el continente americano se está abriendo hacia los títulos extranjeros, por lo menos en cuanto a la continuación de estudios en una institución de América Latina (Abadía de León, 2012).

Un acontecimiento es testigo del cambio indicado de acuerdo con lo que reporta la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2015) en su página oficial los representantes de gobierno y de las universidades de 18 países de América Latina y el Caribe se encontraron en Brasilia en 8 y el 9 de octubre de 2015 para ver la cuestión de la revalidación de títulos de educación superior de la región que está pendiente desde la Convención de 1974. El encuentro fue organizado por el Instituto internacional de educación superior de la UNESCO en América Latina y el Caribe (IESALC) con el objetivo de modernizar la convención de 1974 para el futuro, porque actualmente se hacen directamente por las universidades u organismos de cada país o en base a acuerdos bilaterales pero no hay un acuerdo regional, que es necesario.

La UNESCO atribuye gran importancia al tema de la revalidación de diplomas adentro del marco de la internacionalización de la educación superior. De hecho según el Instituto de Estadística de la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2015) el número de estudiantes de América Latina y el Caribe que estudian afuera de su país aumentó del 81% entre el 2000 y el 2012, desde una cantidad de 112000 a 203000. Y de esta cantidad un 15% realizó movilidad en la misma región.

El reconocimiento de títulos extranjeros es una herramienta fundamental para el desarrollo de la movilidad y la cooperación en AL, tanto con respecto a los estudiantes nacionales que adquieren cualificaciones en el extranjero, como para la admisión de quienes tienen grados extranjeros en las instituciones nacionales o en el mercado laboral internacionales. Sin embargo desde el encuentro de 2015 no se ha realizado otra cumbre para la creación de un convenio interregional.

El sistema de revalidación de estudios de Educación superior en México

La internacionalización en México constituye actualmente una prioridad creciente en la agenda de educación superior. Citando al académico mexicano Rodríguez Betanzons existen numerosas asociaciones en México, entre las cuales AMPEI y ANUIES que promueven la internacionalización de la educación superior (Rodríguez Betanzons, 2014). Empero teniendo en cuenta a Navarro Cerda las políticas públicas de internacionalización siguen siendo un sinónimo de mejora de la calidad del sistema: la movilidad académica y estudiantil sigue siendo baja y la mayor de los investigadores no tienen experiencia internacional (Navarro Cerda, 2014).

A nivel multilateral México es parte del área del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con los Estados Unidos y Canadá y un socio activo en las actividades de educación superior que han emergido dentro de este marco desde 1992.

Además México participa activamente en diferentes convenios dirigidos a la internacionalización como lo son: el Área de Educación Superior Común entre la Unión Europea y América Latina y el Caribe (ALCUE), el programa ALFA y el proyecto TUNING América Latina como expresa la investigadora española García Barbero Milagros en un trabajo donde compara el sistema de educación europeo después de Bolonia y el sistema de Educación Superior Latinoamericano (García Barbero, 2010).

A grandes rasgos, el sistema de educación superior en México es formado por, al menos, diez subsistemas: las universidades públicas federales, las universidades públicas estatales, los institutos tecnológicos públicos, las universidades tecnológicas públicas, las universidades politécnicas públicas, las universidades interculturales, las escuelas normales, instituciones de educación superior particulares, centros públicos de investigación y otras instituciones de educación superior (Fernández Fassnacht, 2017).

De acuerdo al mismo autor, (Fernández Fassnacht, 2017) esta gran diversidad es la que en primer lugar no favorece la

posibilidad de crear políticas comunes en muchos temas educativos y que bloquea las reformas. Actualmente existe todavía muy poca colaboración entre las instituciones de Educación Superior en cuanto a temáticas de internacionalización.

En México es la Secretaría de Educación Pública la responsable del proceso a nivel federal y las dependencias públicas de cada estado que se apoyan a las universidades públicas o privadas del país a través de la Dirección General de Acreditación, Incorporación y Revalidación.

El procedimiento de revalidación es constituido por cuatro pasos:

1. La autorización de migración.
2. La legalización que permite verificar que los estudios corresponden a carreras o programas que han sido cursados en entidades de educación superior oficialmente reconocidas en otros países.
3. La revalidación.
4. La obtención de la cédula profesional para ejercer que otorga la Dirección General de Profesiones.

Como se puede notar el procedimiento de Revalidación en el país consta de muchos pasos burocráticos basados sobre el criterio de la desconfianza como menciona en trabajo elaborado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo – Cinda sobre el Reconocimiento y Convalidación de Estudios Superiores y Títulos profesionales en América Latina y el Caribe.

Las normas que rigen el procedimiento son el artículo 61 de la Ley General de Educación y el Acuerdo 286, que es la regulación que se menciona en el Artículo 61 de la Ley General de Educación reformado en 2011 y 2017 a la letra dice:

Artículo 61.- Los estudios realizados fuera del sistema educativo nacional podrán adquirir validez oficial, mediante su revalidación, para lo cual deberá cumplirse con las normas y criterios generales que determine la Secretaría conforme a lo previsto en el artículo 63 de esta Ley. Párrafo reformado DOF 22-03-2017 La revalidación podrá otorgarse por niveles educativos, por grados escolares, créditos académicos, por asignaturas u otras unidades de aprendizaje, según lo establezca la regulación respectiva (Ley general de educación, Párrafo reformado DOF 28-01-2011: 24).

En el acuerdo número 286 se establecen los lineamientos que determinan las normas y criterios generales para la revalidación de estudios realizados en el extranjero. Dicho acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de octubre de 2000 y allí se mencionan los tres tipos de revalidaciones que existen en el país (Ley general de Educación, 1993):

1. *Revalidación total* - se otorga a todo el grado completado en el extranjero porque cumple con el requisito de equivalencia al 75%. Dicha revalidación permite trabajar en México o seguir con el trámite de emisión de la cedula profesional si la profesión que se quiere ejercer requiere la cédula.
2. *Revalidación parcial* - se atribuyen a créditos que serán tomados como parte de un grado mexicano porque cumple con el requisito de equivalencia al 60 %. Dicho trámite permite seguir los estudios para la obtención del título que se estaban cursando en el país extranjero en México.
3. *Dictamen Técnico*, dirigido a los solicitantes que sólo desean ser admitidos en un programa de estudio específico en una institución de educación superior específica en México, sin ningún derecho a solicitar una licencia profesional.

Si un mexicano o un extranjero con título en el exterior pretende continuar sus estudios en México u obtener un empleo como parte del personal académico en una institución educativa de nivel superior, la revalidación de sus estudios ocurre *al interior* de la institución de referencia si tiene facultades para hacerlo o en la entidad establecida al efecto si se trata de una institución *incorporada* a la Secretaría de Educación Pública, o a través de alguna Institución de Educación Superior facultada por ley para emitir sus planes y programas de estudio.

En cambio, si la revalidación de los títulos o grados está orientada al ejercicio de una actividad profesional regulada, después de la revalidación de estudios es necesaria la obtención de la Cédula Profesional antes la Dirección General de Profesiones, porque en México la obtención del título no habilita al desempeño profesional en algunos casos como abogado, medico etc. según lo que establece la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos (Acuerdo número 286, 2000).



Después del análisis anterior se pueden formular unas series de observaciones sobre el proceso de revalidación. En primer lugar como afirman algunos estudiantes entrevistados en el Reporte realizado por el *European Centre for Strategic Management of University* (2012) es un procedimiento complejo, tardado, engorroso y burocrático por toda la cantidad de documentos que se necesita entregar, si la documentación no es en español se requiere la traducción oficial por parte de peritos traductores y la autenticación y legalización de documentos.

Por otra parte, para agilizar los trámites burocráticos mencionados en el acuerdo número 286 se modificaron en 2017 los criterios de revalidación por lo cual ya no es necesaria la traducción de los títulos por parte de perito traductor y se admite que los documentos se puedan presentar sin el Apostille (Acuerdo número 286, 2017).

Además, se intentan acelerar los trámites de revalidación poniendo como limite a la reconsideración del dictamen emitido por parte de la institución de educación pública de Educación superior un lapso máximo de 5 días hábiles para ratificar o modificar el dictamen, lo cual puede ser una ayuda en la enorme burocracia de la revalidación.

En segundo lugar, el hecho de que en el proceso de reconocimiento estén involucradas diferentes entidades (en algunas áreas de estudio la autoridad gubernamental solicita una opinión a las instituciones de educación superior públicas o privadas) antes de emitir o no la revalidación representa una señal de escasa transparencia del proceso, ya que cada institución tiene sus criterios (*European Centre for Strategic Management of University*, 2012).

En tercer lugar, el punto más relevante es que la revalidación de estudios está sujeta al criterio de la *equivalencia*. La equivalencia se establece en base a diferentes criterios que corresponden al contenido, a la duración y a la carga de créditos. Desde la posición del reporte elaborado por el *European Centre for Strategic Management of University* (*European Centre for Strategic Management of University*, 2012) en la práctica, el criterio que se toma en consideración es la duración equivalente de los estudio, lo cual, por ejemplo, dificulta el reconocimiento de las licenciaturas o maestrías europeas, porque tienen una duración inferior con respecto a los correspondientes grados mexicanos. A continuación se reporta textualmente el criterio de la equivalencia del Acuerdo número 286:

Revalidación por nivel completo: Si del análisis y aplicación de los criterios previstos en el lineamiento 25 de este Acuerdo, se desprende que los estudios acreditados y concluidos en el extranjero se equiparan en al menos un setenta y cinco por ciento (75%) a los estudios existentes dentro del sistema educativo nacional, se otorgará la revalidación por nivel completo.

Si del análisis de la solicitud de revalidación de estudios del tipo superior, excepto de educación normal, se desprende que los estudios no se equiparan en al menos un setenta y cinco por ciento (75%) a los estudios existentes dentro del sistema educativo nacional, se otorgará la revalidación parcial que corresponda por ciclos escolares, asignaturas o cualquier otra unidad de aprendizaje, y el interesado podrá cursar las asignaturas restantes en cualquier institución de educación superior pública o particular que cuente con planes de estudio con reconocimiento de validez oficial, para obtener el nivel que corresponda, sin perjuicio de lo previsto en el siguiente lineamiento (Acuerdo número 286, 2000:13).

Es decir si el título no es equivalente por un 75% con un título del sistema nacional, no se revalidara el título, sino tal vez solo parcialmente y deberá cursar las restantes materias en una institución de educación superior mexicana para completar sus estudios.

López Andrade (López Andrade, 2008) ex Director General de Acreditación, Incorporación y revalidación en su estudio se cuestiona, porque un estudiante mexicano debería ir a estudiar en una universidad extranjera para cursar el mismo programa, lo interesante de realizar un intercambio es justamente cursar un programa diferente, lo cual evidencia el anacronismo del criterio de la equivalencia.

Adicionalmente los estudiantes entrevistados para la realización del estudio comparativo entre México y la Unión Europea sobre la internacionalización de la Educación Superior (*European Centre for Strategic Management of University*, 2012) comentaron lo siguiente:

Los mexicanos que estudian en Europa recibieron sólo reconocimiento parcial, y varios de ellos criticaron los "largos e ineficientes procedimientos burocráticos", ya sea a nivel de secretaría federal o en su propia universidad (incluso en las universidades involucradas en varios esquemas de movilidad internacional). Varias universidades europeas reportaron que los estudiantes mexicanos estaban entre los mejores promedios. Los europeos que estudian en México también reportaron algunas dificultades con su universidad de origen, por ejemplo, porque la cantidad de créditos de casa otorgados por la estadía en México fueron la mitad, las notas

obtenidas en México fueron disminuidas en el momento de la "traducción" en su sistema local; esto parece estar relacionado con un sentimiento compartido entre los estudiantes mexicanos y europeos de que las notas tienden a ser más generosas en México que en Europa. Varios estudiantes mexicanos indicaron que eran conscientes (y en algunos casos envidiaban) el procedimiento de reconocimiento mucho más simple basado en sistema ECTS (European Centre for Strategic Management of University, 2012: 79).

Finalmente, aunque la Ley establece la posibilidad de un sistema de créditos, que dicho sistema podría ser una salida para facilitar el reconocimiento de estudios, desafortunadamente el país aún no cuenta con un sistema nacional de créditos, por lo cual no puede ser utilizado para resolver una revalidación de estudios (López Andrade, 2008).

El mismo autor (López Andrade, 2008) comenta sobre el sistema de revalidación lo siguiente:

México puede estar enviando al extranjero a miles de estudiantes para formarse como expertos en temas avanzados que no se imparten en el país, y lamentablemente, a su regreso esos estudiantes no siempre podrán obtener el reconocimiento oficial de sus estudios a través de la revalidación. En el mejor de los casos, la revalidación se otorgará parcialmente y se obligará al alumno a adaptar sus estudios a otros similares que se imparten en territorio nacional (López Andrade, 2008:32).

Se puede entonces inferir que el principal problema del sistema de reconocimiento es su desactualización. Gil Antonio destacaba hace más de una década, que las fases del proceso de revalidación demuestran ser diseñadas para un país cerrado a la globalización (Gil Antonio, 1998: 254) y que los criterios parecen haber sido diseñados bajo una lógica de la desconfianza hacia los títulos extranjeros.

Aunque hubo una modificación del acuerdo número 286 en 2017 no se han cambiado de forma sustancial los criterios para el ejercicio de una profesión en México con título extranjero, es decir siguen vigentes los criterios de la equivalencia y el de la cedula profesional.

#### Los resultados y discusión

Posteriormente al análisis de los tres sistemas de revalidación de los párrafos anteriores e intentando realizar una comparación entre el contexto europeo, latino americano y el contexto mexicano se puede inferir lo siguiente:

1. En el proceso de revalidación en México el título extranjero es revisado para ver hasta qué punto puede ser "*equivalente*" a un programa nacional. En cambio, en la Unión Europea, a través del sistema de créditos ECTS, que es utilizado en los mecanismos de revalidación, se miden resultados de aprendizaje y competencias adquiridas. Un estudiante que estudia en el extranjero busca un programa diferente a los que están ofertados en las instituciones en su país, por lo cual muy probablemente a su regreso a México el título no será revalidado con base al criterio de la equivalencia.
2. Los procedimientos de la revalidación en México y la obtención de la cedula profesional son todavía procesos altamente burocratizados.
3. No existe en México un suplemento al título o un equivalente del mismo, como acontece en el sistema de revalidación europeo donde dicho suplemento al título es una herramienta de transparencia para la aplicación de la Convención de Lisboa.
4. La Ley de Profesiones, la Ley para la Coordinación de la Educación Superior (adoptada en 1978) y la Ley General de Educación (adoptada en 1993) en México definen un marco legal que ya no es acorde al contexto de la educación global actual.
5. El sistema de revalidación mexicano está basado en criterios de protección y desconfianza hacia lo que es externo. Del análisis emerge que cada sistema de revalidación es la representación cultural de su contexto. Por ejemplo el sistema mexicano tiene como fundamento sustancial proteger el sistema educativo y su calidad.
6. Se evidencia una falta de información clara, accesible y transparente sobre cómo y quienes llevan a cabo el proceso en la DGIR. No se sabe con certeza si existen especialistas en sistemas de reconocimiento, porque los dictámenes de las revalidaciones mayormente son realizados por parte de personal de las universidades públicas y privadas del país. Además la persona encargada en la mayoría de los casos no tiene conocimiento específico en materia de revalidación o únicamente en las asignaturas correspondientes del programa a revalidar.
7. Emerge una laguna en el manejo de una terminología común en América Latina sobre la temática, como también no existe homogeneidad en los procedimientos y en las autoridades que se encargan de dicho proceso.
8. Por último, se evidencia la necesidad de realizar una convención regional que sea realmente una herramienta para el desarrollo de la movilidad y la cooperación entre los países de América Latina.

## Conclusión

Como conclusión a la presente investigación a continuación se formulan una serie de recomendaciones tanto para el sistema de revalidación mexicano, como para el de América Latina.

1. Definición de una agenda política para la internacionalización de la educación superior en México, que considere los procedimientos de reconocimiento, que normalmente no son tema de la agenda política de internacionalización.
2. Promover una revisión del marco normativo de la revalidación de estudios de Educación en México.
3. Generar una actitud generalizada de cambio e innovación a nivel de DGIR, más acordes a la actualidad y que sirva de impulso para la internacionalización de la educación mexicana.
4. Impulsar la creación en México de un Centro Nacional para el Reconocimiento de títulos con profesionistas expertos en sistemas de reconocimientos internacionales.
5. Promover un sistema nacional de créditos que serviría de base para la revalidación y movilidad estudiantil extranjera y que sería un apoyo para la movilidad estudiantil y de académicos en el interior del país.
6. Generar un sistema de estadísticas e indicadores que permita evaluar de mejor forma la operación de los procesos de revalidación de estudios en México. En la actualidad no se conoce exactamente cuántas revalidaciones se solicitan en México, de cuales países proceden los títulos, cuantas se otorgan y sobre todo, cuántas se niegan y por qué motivos (López Andrade, 2008).
7. Actualizar los acuerdos con América Latina y Europa, como crear comisiones de seguimiento para dichos acuerdos.

Estas recomendaciones no se pueden implementar sin un cambio drástico en las políticas y en la normativa que rige el proceso de revalidación. La convención de Lisboa puede ser un ejemplo de modelo de revalidación, que adentro del marco del Proceso de Bolonia ha llevado a la creación del espacio de Educación superior. De acuerdo a Gacel Ávila (2011), se puede llegar a la firma de acuerdos que lleven a la creación de un espacio de educación superior en América Latina como se implementó en la Unión Europea, tomando en consideración todas las peculiaridades del contexto latinoamericano y con unos criterios más acordes a los tiempos globalizados actuales. En primer lugar se deberían contar con estándares mínimos de calidad para todos los países latinoamericanos, en segundo lugar cada país debería revisar con base a los estándares de calidad establecidos, sus políticas de revalidación y finalmente discutirlo a nivel interregional para llegar a un acuerdo.

El propósito de este trabajo es evidenciar una laguna de estudio en México y América Latina sobre la cuestión de la revalidación de estudios, que es uno de los primeros detractores de la movilidad estudiantil y académica en el ámbito de la internacionalización.

Asimismo, es imprescindible que el proceso de revalidación en México aparte de ser menos burocratizado, sea portador de la esencia de la internacionalización, que radica en las diferencias no en la equivalencia. La movilidad estudiantil y académica se basa en la idea de conocer y experimentar diferentes programas y métodos de enseñanza. Los estudiantes y los académicos cuando van al extranjero entran en contacto con una forma diferente de estructural el conocimiento, este es el valor de la experiencia de la movilidad que lleva al crecimiento intelectual de la diferencia y no de la equivalencia.

## Referencias

- Abadía de Leon Panambí (2012), “*Reconocimiento de estudios y grados académicos en la Educación Superior. Informe para la Comisión de Relaciones Internacionales y Cooperación Regional e Internacional de la UdelaR*”, Montevideo, Comisión de Relaciones Internacionales y Cooperación Regional e Internacional de la Universidad de la República. Disponible en línea: <http://cooperacion.udelar.edu.uy/es/wp-content/uploads/2013/03/informe-sobre-reconocimiento-titulos-Abadie-1.pdf>
- Aboites Hugo (2010), “La educación superior latinoamericana y el proceso de Bolonia: de la comercialización al proyecto Tuning de competencias”, *Cultura y representaciones sociales*, Año 5, Número 9, pp. 122-144. Disponible en línea <http://www.culturayrs.org.mx/revista/num9/Aboites.pdf>
- Acuerdo número 286: Revalidación de estudios y acreditación (30 de octubre de 2000), Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación el 18 de abril de 2017. [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11435/1/images/5\\_17\\_acuerdo\\_286.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11435/1/images/5_17_acuerdo_286.pdf)

- Altbach, Philip G., Reisberg Liz, Rumbley Laura (2009), *Trends in Global Higher Education. Tracking an Academic Revolution*, Paris, UNESCO.
- Camacho Servín Fernando (10.09.2010), “Niños repatriados padecen abandono escolar y familiar”, México, *La Jornada*. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/09/13/sociedad/040n1soc>
- Catalán Lerma Martín (29.05.2016), “Cada año cerca de mil niños repatriados se incorporan a escuelas del estado”, Seduzac. México, *La Jornada Zacatecas*. Disponible en: <http://ljz.mx/2016/05/29/ano-cercamil-ninos-repatriados-se-incorporan-escuelas-del-estado-seduzac/>
- Centro Interuniversitario de Desarrollo-Cinda (1998), *Reconocimiento y Convalidación de Estudios Superiores y Títulos profesionales en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Cinda.
- Constitución política de los Estados Unidos mexicanos (5 de febrero de 1917), Última reforma publicada en el Diario Oficial de la federación el 27 agosto del 2018.
- Council of Europe (11.04.1997). *Convention on the Recognition of Qualifications concerning Higher Education in the European Region*. Lisbon. Disponible en línea <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/conventions/treaty/165>
- Datosmacro.com staff (Año 2018), La inmigración en México crece en 31.014 personas, México, *Datosmacro.com*. Disponible en línea <https://datosmacro.expansion.com/demografia/migracion/inmigracion/mexico>
- Declaración de Bolonia (1999), *Espacio europeo de enseñanza superior*. Disponible en línea: <http://eees.umh.es/contenidos/Documentos/DeclaracionBolonia.pdf>
- De Garay Sánchez Adrian (2008), “Los Acuerdos de Bolonia; desafíos y respuestas por parte de Los sistemas de educación superior e instituciones, Latinoamérica Universidades”, vol. LVIII, Número. 37, pp. 17-36. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37311274003>
- De Garay Sánchez Adrian (2012), “Los diez primeros años del Proceso de Bolonia en la educación Superior en Europa”, *Revista de educación superior*, vol. 41, Número 162, pp. 113-126. Disponible en línea: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602012000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602012000200006)
- De la Garza Aguilar Javier (2008), “Evaluación y aseguramiento de la Calidad de la educación superior en México. Avances, perspectivas y vinculación internacional”, *Transatlántica de educación*, Número 8, pp. 71-79.
- European Centre for Strategic Management of University (2012), *Reporte final. Estudio comparativo entre la UE y México sobre los retos creados como consecuencia de la internacionalización de la educación superior y las herramientas de transparencia desarrolladas por ambos para facilitar la movilidad y la cooperación*, Oslo, ESMU.
- Fernández Fassnacht Enrique (2017), “Una mirada a los desafíos de la educación superior en México”, *Innovación Educativa*, vol.7, número 74, pp. 183-207.
- Fiocchetti Carlo (2015), *La Convenzione di Lisbona sul riconoscimento dei titoli.Seminario*, Italia, CIMEA, pp. 1-7.
- Forbes staff (28.06.2017), “Viajan al año 16,700 mexicanos para estudiar en el extranjero. México”, *Forbes México*. Disponible en línea: <https://www.forbes.com.mx/viajan-al-ano-16700-mexicanos-estudiar-extranjero/>
- Gacel-Ávila, Jocelyn (2003), *La internacionalización de la educación superior: paradigma para la ciudadanía global*, México, Universidad de Guadalajara.
- Gacel-Ávila, Jocelyn (2011), “Impacto del proceso de Bolonia en la educación superior de América latina”, *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, vol. 8, pp. 123-134. Disponible en línea: <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v8n2-gacel/v8n2-gacel>
- Gil Antón Manuel (1998), *Reconocimiento y validación de estudios de educación superior en México*, Santiago de Chile, Cinda
- García Barbero Milagros (2010), “El proceso de Bolonia, los Espacios Europeos (EEES) e Iberoamericano de Educación Superior”, *Transatlántica de educación*, Número 8, pp. 11-19.
- Gil Antón Manue 1998), “Reconocimiento y Validación de Estudios y Títulos de Educación Superior en México en Centro Interuniversitario de Desarrollo”, en *Reconocimiento y Convalidación de Estudios Superiores y Títulos Profesionales en América Latina y el Caribe*, Santiago, Colección Gestión Universitaria. Disponible en línea:[http://www.academia.edu/5251506/RECONOCIMIENTO\\_Y\\_CONVALIDACION\\_DE\\_ESTUDIOS\\_SUPERIORES\\_Y\\_TITULOS\\_PROFESIONALES\\_EN\\_AMERICA\\_LATINA\\_Y\\_EL\\_CARIBE](http://www.academia.edu/5251506/RECONOCIMIENTO_Y_CONVALIDACION_DE_ESTUDIOS_SUPERIORES_Y_TITULOS_PROFESIONALES_EN_AMERICA_LATINA_Y_EL_CARIBE)
- González Fiegehen Luis Eduardo (2006), *Movilidad, aseguramiento de la calidad y reconocimiento mutuo de títulos de educación superior en América Latina*, México, Cátedra Unesco-Die Cinvestav, pp. 1-11.
- Ley general de Educación. (13 de julio de 1993). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 2018.
- López Andrade Guillermo Pablo (2008), “Retos de revalidación de estudios en el contexto mexicano”, *Transatlántica de educación*, Número.8, pp. 29-34.
- Medina Crespo Selene Beatriz, Rodríguez Aguilar María del Carmen, (n.d.) *Sobre revalidación y equivalencia de*

- estudios*, México, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, pp. 1-11. Disponible en línea: <http://portal.uacm.edu.mx/LinkClick.aspx?fileticket=AllbyHgHSMg%3D&tabid=3538>
- Navarro Cerda Alma Beatriz (2014). “La internacionalización de la educación superior como un elemento para la búsqueda de la calidad en México”. *Revista Internacional de Aprendizaje en la Educación Superior*, Vol. 1, Número 1, pp 23-31.
- Padilla Arias, Alberto, Rosique Cañas, José Antonio (2009), “El Proceso de Bolonia: hacia la creación del espacio común europeo de educación superior”, *Reencuentro*, Número 54, pp. 37-51. Disponible en línea en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34012025005>
- Ponce Navarro Julia Patricia, Landero Lamas Vicente, Estrada Cervantes Héctor (2011), “El proceso de Bolonia en la educación superior en América Latina: el caso México. Una visión crítica de la capacitación por competencias”ó, *Auge21: Revista de Difusión Científica*, Año 6, Número II., pp. 165-180.
- Range Guerra Alfonso (1977), “La Revalidación de Estudios”, *Revista de la Educación Superior*, Número 20, pp. 1-7. Disponible en [http://resu.anuies.mx/archives/revistas/Revista20\\_S1A4ES.pdf](http://resu.anuies.mx/archives/revistas/Revista20_S1A4ES.pdf)
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1974), *Regional Convetion of the Recognición of studies, diplomas and degrees in Higher Education in Latin Amerca and the Caribbean*, Paris, UNESCO.
- Rodríguez Betanzos Addy (2014), “Internacionalización curricular en las universidades latinoamericanas.”, *Revista Argentina de Educación Superior*, Número 8, pp. 49- 68.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (08.10.2015), *Latin American and Carribbean countries discuss revalidation of Diplomas in Brasilia*, Paris, UNESCO. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/en/brasilgia/about-this-office/singview/news/latin-american-and-caribbean-countries-discuss-revalidation/>

## **GESTIÓN DE RIESGO LOCAL Y DESASTRES DE ORIGEN NATURAL EN YUCATÁN, MÉXICO**

Delghi Yudire Ruiz Patrón<sup>1</sup>, José Efraín Ramírez Benítez<sup>2</sup>  
Sergio Javier Meléndez García<sup>3</sup>

### ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Recibido: 12/05/2020      Aceptado: 06/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El estado de Yucatán, por su ubicación y características, es una región expuesta a diversos peligros naturales y riesgos que implican ocurrencia de desastres, siendo los más significativos los fenómenos hidrometeorológicos. En este documento se analiza de qué forma se implementa la Gestión de Riesgo Local en Yucatán, particularizando en el Municipio de Temozón, y se analiza las posibles mejoras que podrían tener sobre el tema para alcanzar las metas del Marco de Sendai y los Objetivos del Desarrollo Sostenible. La evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance de amenazas y de las condiciones de vulnerabilidad en una población. Una efectiva implantación de la Gestión de Riesgo Local involucra de manera sinérgica y articulada a las dependencias gubernamentales (federales, estatales y municipales) así como a la sociedad en el manejo de los riesgos antes, durante y después de la contingencia.

**Palabras clave:** Gestión, Riesgo, Desastres, Sustentabilidad.

## **LOCAL RISK MANAGEMENT AND DISASTERS OF NATURAL ORIGIN IN YUCATÁN, MEXICO**

**Abstract.-** The state of Yucatan, due to its location and characteristics, is a region exposed to various natural hazards and risks involving the occurrence of disasters, the most significant being hydro-meteorological phenomena. This document analyzes how Local Risk Management is implemented in Yucatan, particularly in the Municipality of Temozón, and analyzes the possible improvements that could have on the subject to achieve the goals of the Sendai Framework and the Development Objectives. Sustainable. Risk assessment is a process that helps determine the nature and extent of threats and the conditions of vulnerability in a population. An effective implementation of Local Risk Management synergistically and articulately involves government agencies (federal, state and municipal) as well as society in managing risks before, during and after the contingency.

**Keywords:** Management, Risk, Disasters, Sustainability.

### Introducción

El objetivo de este escrito es conocer cómo se implementa la Gestión de Riesgo por Desastres Naturales en Yucatán y específicamente en comunidades del interior del Estado, tomando de ejemplo al Municipio de Temozón, la Gestión de Riesgo debe ser implementada en todos los órdenes gubernamentales, con la finalidad de que el riesgo no se materialice y se reduzca la vulnerabilidad en la población.

La agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (DS) está constituida por 17 objetivos y 169 metas, por medio de las cuales se pretende abordar los tres pilares de la sostenibilidad, y alcanzar las metas en los próximos años. Dicha agenda involucra temas primordiales en el contexto actual como lo son la adaptación y mitigación al cambio climático global, prevención y cambio por eventos naturales extremos, y sus medios para implementarlos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018, p.7).

Los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) comprenden temas de desigualdad y pobreza, sus causas y sugerencias para combatirlas, con la finalidad de mejorar la vida de las personas bajo un marco sostenible. De esta manera, la aplicación de los ODS sirve para que los gobiernos internacionales, sociedad civil, instituciones educativas y de

---

<sup>1</sup>Delghi Yudire Ruiz Patrón. Profesor Titular A del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Valladolid. Carretera Valladolid-Tizimín, Km. 3.5 Tablaje Catastral No. 8850 Valladolid, Yucatán, México, C.P. 97780. Estudiante del Doctorado en Proyectos por la Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI MX). [delghi\\_rp@valladolid.tecnm.mx](mailto:delghi_rp@valladolid.tecnm.mx) (**Autor correspondiente**).

<sup>2</sup>José Efraín Ramírez Benítez. Profesor-Investigador Titular A Universidad Autónoma de Campeche Av. Ingeniero Humberto Lanz Cárdenas S/N Col. ExHacienda Kalá C.P. 24085, San Francisco de Campeche, Campeche. [jeramire@uacam.mx](mailto:jeramire@uacam.mx).

<sup>3</sup>Sergio Javier Meléndez García. Profesor-Investigador Titular A, SNI Nivel I de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209. [smelende@hotmail.com](mailto:smelende@hotmail.com)

investigación implementen acciones en temas de sostenibilidad ambiental, inclusión social y desarrollo económico (ONU, 2015), el lograr alcanzar los objetivos a 2030 es una responsabilidad compartida. Once de los 17 ODS se encuentran relacionados con el tema de Gestión de Riesgo, siendo el objetivo no. 11 y 13 los que tiene una relación directa (En la Tabla 1 se presentan sus alcances).

Tabla 1. Objetivos del Desarrollo Sostenible relacionados con la Gestión de Riesgos de Desastres.

Objetivo	Meta Relacionada con la Gestión de Riesgo Local	Indicadores
11. Ciudades y comunidades sustentables	11.1. “Asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos...” (CEPAL, 2018, p.51). 11.5. “Reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres...” (CEPAL, 2018, p.52). 11.b. “Aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas... de resiliencia ante los desastres, y poner en práctica, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y aplicarla a todos los niveles” (CEPAL, 2018, p.52).	11.1.1 “Proporción de la población urbana que vive en barrios marginales...” (IDDH, 2016, p. 3). 11.5.2 “Pérdidas económicas causadas directamente por los desastres...en infraestructuras esenciales y las perturbaciones para servicios básicos” (IDDH, 2016, p. 3). 11.5.1 “Número de muertes, personas desaparecidas y afectados por desastres” (IDDH, 2016, p. 3). 11.b.1 “Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel local en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030” (IDDH, 2016, p. 3). 11.b.2 “Número de países que cuentan con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local...” (IDDH, 2016, p. 3).
13. Acción por el clima	13.1. “Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países” (CEPAL, 2018, p.60).	13.1.1 “Número de países que cuentan con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local” (IDDH, 2016, p. 4).

Fuente, elaboración propia. Basado en Instituto Danés de Derechos Humanos [IDDH] (2016) y CEPAL (2018).

Según Chuquisengo (2011, citado en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2012, p.6), la gestión del riesgo se define como el conjunto de acciones organizadas, participativas, concertadas e integrales de minimización de las condiciones de riesgo de desastres en algún área específica, ya sea de alcance local, regional o nacional, que implica la utilización de recursos locales, regionales o nacionales, y que se encuentra íntimamente ligado a los temas del desarrollo sustentable. Por lo que, en el desarrollo de dichas estrategias se deben tomar decisiones administrativas y organizadas, con conocimiento operacional para poner en marcha políticas públicas y estrategias con el fin de prevenir el impacto de amenazas de índole natural, ambiental y tecnológico.

La Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) puede clasificarse en tres tipos según Chuquisengo (2011, citado en el PNUD, 2012, p.6). La GRD prospectiva que implica realizar medidas que permitan planificar acciones que prevengan nuevas situaciones riesgosas; la GRD correctiva que trata de adoptar medidas y acciones con tiempo de anticipación para que los riesgos identificados se reduzcan; y la GDR reactiva que está relacionada con actuar de manera inmediata en la reconstrucción de los daños después de algún desastre, implica estar preparados para actuar durante una emergencia.

Para una efectiva GRD deben existir organizaciones locales como producto de reuniones con la población (líderes y organizaciones), con instituciones públicas y privadas y abarcar a todos los actores sociales que estén interesados con el desarrollo de su comunidad, estos actores son representantes de la ciudadanía, deben organizarse en comités regionales o locales. Las acciones que estos comités implementaran deben ser desde una perspectiva amplia con un enfoque de prevención del riesgo como tema importante (Whilches-Chaux, 1998, p.15).

Wilches-Chaux (1998), relaciona al desarrollo sustentable y la Gestión de Riesgo, en que comparten temas de importancia como “la prevención de amenazas..., la mitigación de la vulnerabilidad, la atención a los desastres (preparación, atención a las emergencias y rehabilitación) y las actividades de reconstrucción física y recuperación de ecosistemas y comunidades afectadas por un desastre” (p.7). Sin embargo, el autor afirma que la GR es un tema que no solamente se encuentra relacionado con los desastres, sino también con el Desarrollo (p.7).

En sí, el objetivo de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres (GIRD), es establecer las vías para lograr el desarrollo se lleve bajo un escenario de seguridad <bajo la premisa de que todos los integrantes de la sociedad tengan las mismas oportunidades de desarrollo integral>, por lo que, en el tema, se debe prestar atención a los posibles desastres y desarrollar acciones que minimicen los posibles impactos que se puedan causar (Fontana et al, 2015, p.7).

Como antecedentes en este tema, se puede mencionar que, en 1986, la ONU realizó la declaración sobre el Derecho al Desarrollo en el que se estipula en el Artículo 2 que el Desarrollo:

Es un derecho humano inalienable en virtud del cual todo ser humano y todos los pueblos están facultados para participar en un desarrollo económico, social, cultural y político en el que puedan realizarse plenamente todos los derechos humanos y libertades fundamentales, a contribuir a ese desarrollo y a disfrutar de él (ONU, 1986 citado en ONU 2019, párr. 20).

El Marco de Sendai es el instrumento internacional vigente y promovido por la ONU, que los países implementen el enfoque de Gestión de Riesgo de Desastres, mediante la aplicación de siete objetivos de interés mundial: el reducir tangiblemente el riesgo de desastres, evitar que se generen nuevos riesgos, reducción de riesgos detectados y mejorar la resiliencia, inclusión de las responsabilidades de los países de manera seria y fundamentada, participación social, y extender las definiciones y aplicación de riesgos de desastres no solamente a los temas naturales sino también a los de origen humano, ambientales, tecnológicos y biológicos (UNISDR, 2015, p.1).

También incluye la necesidad de conocer y comprender mejor el riesgo en todas sus dimensiones (amenazas, vulnerabilidad y exposición), fortalecer la gobernanza en el tema, rendición de cuentas, reconocimiento de los actores en el tema y sus funciones, invertir en la prevención de riesgos, trabajar en la resiliencia sanitaria, patrimonio cultural, elaboración e implantación de políticas para donantes sobre todo en temas de apoyo financiero e impulsar las plataformas regionales de reducción de riesgos de desastres (UNISDR, 2015, p.1).

El principal resultado esperado a 2030, es la reducción considerable del riesgo de desastres y pérdidas (de todo tipo materiales, humanas, culturales y ambientales) en los distintos actores (gobierno, población y empresas).

El Marco de Sendai (UNISDR, 2015) está enfocado a aplicarse en todos los actores de los Estados miembros, en base a las siguientes prioridades de acción (p.37) (ver Figura 1).





Figura 1. Prioridades de acción del Marco de Sendai. Fuente: Guralnick (2019).

Las prioridades del marco de Sendai deben ser implementadas por los estados miembros de la ONU, en base a sus capacidades, de conformidad con las leyes y la regulación nacionales (UNISDR, 2015, p.14).

En México la Ley General de Protección Civil (LGPC) es la que enmarca las bases de coordinación en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), y por consiguiente fortalece la Gestión Integral de Riesgos como un punto de actuación que consolida la red institucional necesaria para integrarlo, compuesto por todas las dependencias gubernamentales y entidades de la Administración Pública Federal, por los sistemas de protección civil de los 32 estados, y sus municipios, así como sus delegaciones; adicionalmente también se encuentran en esa red operativa los grupos voluntarios, vecinales, organizaciones de la sociedad civil, cuerpo de bomberos, medios de comunicación, centros de investigación, educación y desarrollo tecnológico (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2018, parr.1).

El principal objetivo del sistema de protección civil es “proteger a las personas y su entorno de los riesgos asociados a diversos fenómenos tanto naturales como antrópicos, a través del Programa Nacional de Protección Civil [PNPC] (SEGOB, 2014) que comprende a la Gestión Integral de Riesgos y el fomento de la resiliencia en la población” (Ley General de Protección Civil [LGPC], 2018, Art. 1, 3, 15, 16).

Uno de los primeros objetivos del PNPC (SEGOB, 2014) es “Fomentar la acción preventiva en la Gestión Integral de Riesgos para disminuir los efectos de fenómenos naturales perturbadores”.

Según la LGPC (2018, Art. 10), la GIR debe considerar las siguientes fases antes de la ocurrencia de un fenómeno perturbador:

- Conocimiento del origen y naturaleza de los riesgos, además de los procesos de construcción social de los mismos;
- Identificación de peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como sus escenarios;
- Análisis y evaluación de los posibles efectos;
- Revisión de controles para la mitigación del impacto;
- Acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgos;
- Desarrollo de una mayor comprensión y concientización de los riesgos, y
- Fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad.

En el sureste mexicano se han realizado trabajos relacionados con la Gestión de Riesgo desde dependencias internacionales, tal es el caso del Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial

(PPD-FMAM) y del Programa de Manejo de Riesgos de Desastres (PMR-PNUD), que da respuestas a las problemáticas climáticas de los últimos 17 años, que de alguna manera tienen efectos negativos sobre la biodiversidad, infraestructura del desarrollo y los medios de vida, las problemáticas mencionadas fueron mayores en las áreas rurales más vulnerables (PNUD, 2009, p.7).

La finalidad de los dos programas mencionados anteriormente (PPD-FMAM y PMR-PNUD) fue “aportar en la construcción de capacidades de adaptación a los efectos del cambio climático en la región, desde lo local, ante graves amenazas de riesgos ambientales” (PNUD, 2009, p.7).

En la región en la que se aplicaron los programas internacionales mencionados, se determinó que son zonas en las que al menos el 60% de la población es indígena y los índices de Desarrollo Humano (IDH) municipal en promedio menor al .62, este índice es comparable los que tienen países como Ghana, Zimbabwe y Swazilandia, por lo cual se encuentran muy por debajo de la media nacional para México, y es ocasionado por una combinación de factores como condiciones de salud desfavorables, carencias de viviendas de calidad y educación (PNUD, 2009, p.17).

Además, la región sureste de México es una de las principales zonas de embate de fenómenos naturales, se encuentra dentro de las 5 regiones con mayor exposición a fenómenos naturales de tipo hidrometeorológico del planeta, y además presenta variación de la temperatura en diferentes temporadas estacionales lo que propicia periodos de incendios forestales y sequías. Durante el primero y segundo año después del paso de los huracanes más peligrosos de las últimas 4 décadas (Gilberto 1988, Opal-Roxane 1994, Isidoro 2002 y Wilma-Stan 2007, Dean 2007) se presentaron gran incidencia de incendios forestales, se calcula que consumieron cerca de siete millones de hectáreas de selvas y pastizales entre 1992-2008. Así mismo el período de sequías se vio agravado durante la periodicidad que comprende entre 1998-2009 causando daños graves a la población y economía de los estados, también disminuyó la producción granos y leguminosas (para autoconsumo), así como cultivos comerciales (café, cacao y miel) que son las principales fuentes de ingresos de las familias rurales de la zona (PNUD, 2009, p.17).

En 2002, después del paso del huracán Isidoro, se reunieron 29 Organizaciones No Gubernamentales (ONG) para conformar una red de atención para evaluar los daños que dejó el meteoro, y realizar acciones de gestión de ayuda humanitaria, contraloría social e iniciar proyectos de recuperación después del desastre, y mediante las gestiones del Gobierno del Estado de Yucatán, el PNUD y las ONGs internacionales mandaron a personal experto en el área para ayudar a solucionar los problemas dejados por el paso del Huracán Isidoro, y fue así como se diseñó el primer proyecto PMR-PNUD (PNUD, 2009, p.20).

En el Estado de Yucatán el tema sobre desastres naturales se maneja a través de la Unidad Estatal de Protección Civil (UEPC) que depende de la Secretaría de Gobernación, y la autoridad máxima en este tema es el Gobernador Constitucional, el funcionamiento y articulación estatal de Protección Civil se realiza a través del Sistema Estatal de Protección Civil (SEPC), que se encuentra constituido por un conjunto de dependencias, organismos y entidades públicas, el sector social, privado, académico, autoridades municipales y tiene la finalidad de ejercer acciones de coordinación destinadas a prevenir los riesgos y proteger a la población, bienes patrimoniales ante la probabilidad de ocurrencia de riesgos naturales o antropogénicos. Dentro del SEPC el órgano máximo es el Consejo Estatal de Protección Civil (CEPC) el cual tiene funciones consultivas (LPCEY, 2016).

En el estado se tiene un Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán (APFNEY), data del año 2012, fue realizado y financiado por expertos del Sistema Geológico Mexicano (SGM) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) durante el año 2011, el objetivo de este documento es:

Generar un instrumento que permita establecer estrategias de prevención, reducción y mitigación de riesgos por Fenómenos Naturales, así como la generación de un esquema normativo para la toma de decisiones responsables en la planeación y desarrollo de los asentamientos humanos, al identificar y zonificar los peligros (geológicos e hidrometeorológicos) por posible afectación hacia el ser humano y su infraestructura (p 5).

Las experiencias más recientes con fenómenos naturales que destaca el atlas de peligros son respecto a fenómenos hidrometeorológicos relacionados con los huracanes Isidoro, Emily, Wilma y Dean, los cuales dejaron a su paso inundaciones, erosión de costas y marejadas. También las ondas tropicales son destacadas como una amenaza más frecuente ya que se presentan todos los años en temporal de lluvias y provocan inundaciones en algunas partes del estado con mayor recurrencia en las zonas Oriente y Sur (APFNEY, 2012, p.6).

Entre las principales amenazas que destaca el atlas de peligros se encuentran los geológicos originados por volcanes, sismos remoción en masas y hundimientos. Tomando en cuenta que en el caso de los volcanes los más próximos se encuentran en Chiapas (Chichonal) y en la frontera de la República de Guatemala (Tacaná) a una distancia de 438 Km y 597 Km respectivamente, estudios realizados por el CENAPRED afirman que el estado de Yucatán no presenta peligros por alcance de algún producto volcánico como las cenizas, ya que las últimos reportes de erupción del volcán más cercano (Chichonal) el alcance de las cenizas fue de 400 Km desde la estructura volcánica. Conforme a los sismos, la Comisión Federal de Electricidad realizó un estudio sobre regionalización sísmica, en la cual el estado se ubica dentro de la zona A, zona en la cual, no se han reportados sismos de gran intensidad, se estima que el periodo de retorno para el estado es de unos 10 000 años; sin embargo por la proximidad a zonas sísmicas (placa de cocos y caribe) se han registrado ondas sísmicas de entre 3.9 y 5.0 grados escala Richter que son perceptibles para la población, otro generados de pequeñas ondas sísmicas de baja intensidad pueden estar asociadas al colapso de cuevas kársticas. En el caso de los fenómenos de remoción en masa solo se concentra esta amenaza a la zona sur del estado teniendo un total del 13.2% del territorio con esta susceptibilidad. Los hundimientos son propiciados por la disolución química del carbonato de calcio de las rocas, se tienen identificado más de 10 000 estructuras entre dolinas con agua y cenotes propensas al colapso de sus bóvedas, teniendo zonas de susceptibilidad alta y muy alta en la zona Norte y Noreste del estado (APFNEY, 2012, p.8).

Si bien los fenómenos geológicos puedan parecer distante en la zona de estudio hay que recalcar que en la Península de Yucatán existen cuevas, cenotes y construcciones antiguas, que con las vibraciones sísmicas de baja intensidad pueden ser propensas al colapso, en muchas ocasiones la población se encuentra expuesta ya que construyen sus viviendas sobre la bóvedas de los cenotes, la mayoría de veces sin saberlo, y es importante mencionar que en 2017, las ondas sísmicas de los terremotos ocurridos en Oaxaca y la Ciudad de México se sintieron en la entidad, por lo que justifica el tomar en cuenta de Gestión de Riesgos algunos de los peligros geológicos, específicamente sismos, hundimientos y deslaves.

Los fenómenos hidrometeorológicos (fenómenos relacionados con el agua y clima), comprendidos en el atlas de peligros de Yucatán, son mayoritariamente las tormentas y la erosión. La estimación de ocurrencia de tormentas en los últimos 40 años es de un registro de 1 555 tormentas, por lo que en promedio al año se tendría la presencia de 39 de ellas y 8 al mes entre los períodos de junio a octubre. En el caso de la erosión la tasa es de 63% de la superficie del estado, presentan un grado medio con tendencia al alza; la zona Sur, Suroeste y Noreste del estado presentan grados altos de erosión. Sobre los ciclones tropicales sin duda es una de las principales amenazas ya que son agentes causantes de pérdidas económicas y víctimas mortales, se tiene que los periodos de retorno para depresión tropical es de 4.8 años, para tormenta tropical de entre 7.8 y 8.2, huracán categoría 1 de entre 20.6 a 28.3 años, huracán categoría 2 entre 33.3 a 44.9 años, categoría 3 entre 77.5 y 134.6 años y para la categoría 4 de entre 132.2 y 155 años, en el caso de la categoría 4 para zonas urbanas se tuvo un periodo de retorno en Tizimín de 90.7 y Valladolid 68.9 años, cabe destacar que la presencia de ciclones tropicales categoría 5 ha sido escasa, manifestándose solo en los municipios del oriente del estado (Valladolid y Tizimín). Las Sequías se definen como “un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico” (APFNEY, 2012, pp.9-13), se tiene que en los últimos 40 años el estado ha presentado episodios de sequía más marcadas en la zona Norte y Noroeste, teniendo una sequía severa entre los años 1990-2003 (APFNEY, 2012, pp.9-13).

Como ejemplo de Gestión de Riesgo Local se expone el caso del municipio de Temozón, en esta localidad a través del Departamento Municipal de Protección Civil se encarga de manejar e informar a la población según el establecimiento de sus responsabilidades municipales en la materia en la LGPC y la LPCEY.

Entre las principales actividades del departamento esta prevenir, controlar o mitigar los riesgos a la que la población se encuentra expuesta, siendo los peligros más relevantes los incendios forestales que ocurren en los meses de marzo a junio en temporadas de secas, y que en su mayoría son provocados por factores antropogénicos, sin embargo, también tiene dentro de su responsabilidad el informar a la población, acondicionar los refugios temporales, y coordinarse con los actores principales para estar preparados ante la incidencia de algún fenómeno natural (más frecuentemente de tipo hidrometeorológico).

Algunas afectaciones que ha tenido el municipio a través de la documentación oficial existente en las declaratorias de desastres y de contingencias climatológicas se mencionan a continuación:

- 27/10/09 SAGARPA, Declaratoria de contingencia climatológica por sequía atípica en 30 municipios de Yucatán incluido Temozón.
- 24/11/09 SAGARPA, Declaratoria de contingencia climatológica por sequía atípica en 70 municipios de Yucatán incluido Temozón.
- 29/07/05 SEGOB-CGPC, Declaratoria de emergencia por Huracán Emily categoría 4 en 106 municipios de Yucatán el 17 y 18 de julio de 2005.
- 7/07/18 SEGOB-CGPC, Declaratoria de emergencia por Onda Cálida en 98 municipios de Yucatán incluido Temozón el 28 de mayo de 2018.
- 

Es evidente que entre los fenómenos naturales que han afectado al municipio son predominantes los de tipo hidrometeorológico como sequías, ondas cálidas, y ciclones tropicales, cuando a la información presentada anteriormente es conocido que el Municipio también fue afectado por el huracán Gilberto en 1988, Isidoro en 2001 y Wilma en 2005.

Temozón es uno de los 12 municipios que en el año 2013 se le asignó recursos de SEDATU para la elaboración del atlas de peligros a escala local, esto en base a las necesidades nacionales de cumplir el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 bajo el concepto jurídico de Seguridad Nacional que compromete la protección de la nación mexicana de sus múltiples y diversas amenazas o riesgos.

Uno de los principales retos para la Gestión de Riesgo Local es el operarlos en tiempos de COVID-19. En abril del presente año se publicó el pronóstico de huracanes por parte la Universidad Estatal de Colorado de Estados Unidos de América (EUA), se esperan 16 tormentas en el Océano Atlántico, entre ellas 8 huracanes, esperándose que 8 de los meteoros anunciados lleguen a categoría 1 o 2, y 4 a una categoría superior a 3 en escala Saffir-Simpson (Gobierno de Yucatán, 2020b). Para el Caribe existe un 58% de probabilidad de formación de al menos un huracán de categoría 3 al 5, esta predicción es mayor al promedio histórico de los últimos 100 años (Guerrero, 2020, párr. 3).

En México en el mes de mayo y junio es cuando se espera la mayor incidencia de contagios de COVID-19 (coronavirus) para la mayoría de los estados, siendo Yucatán que figura entre los primeros 10 estados con mayor cantidad de contagios, y el municipio de Valladolid (colindante con Temozón) el segundo en estadísticas estatales en número de casos, por lo que se espera que el pico de contagios se extienda hasta el mes de junio o inclusive Julio, traslapando con la temporada de huracanes en la zona (Gobierno de Yucatán, 2020a).

#### Conclusiones y perspectivas

México se encuentra inmerso a una amplia ocurrencia de fenómenos naturales que pueden tener un alto potencial de ser destructivos, lo que en combinación con una gran concentración poblacional en la que se pueden tener un alto grado de vulnerabilidad física y social, propician que se pueda concretar el riesgo de desastre (SEGOB, 2014, párr. 1).

Según el informe realizado por la OCDE (2013) en Carbonell (2014) sobre “las políticas de gestión de riesgos en México del año 2013, estudio sobre el sistema nacional de protección civil” (parr.1-2), el territorio mexicano se encuentra altamente vulnerable a un gran variedad de amenazas originados por fenómenos de tipo natural, las características topográficas y geográficas del país hacen que se genere una gran exposición a diferentes peligros naturales que pueden ser de gravedad y con relativa frecuencia, como terremotos, huracanes, tormentas tropicales e inundaciones, además la disparidad relacionada con los factores socio económicos (riqueza, nivel de educación e ingreso) generan condiciones en las que se puede incrementar el nivel de vulnerabilidad en la población.

El mayor obstáculo que se presenta es la falta de planeación territorial a nivel municipal que en su mayoría no toma en cuenta estrategias de reducción de riesgos de desastres, y otorga permisos o no supervisa el establecimiento en zonas no aptas para esto, ya que la población queda bastante expuesta al asentarse en zonas como riveras o zonas inestables. Otro factor condicionante a considerar en la falta de congruencia entre las leyes y normas federales, estatales y municipales, como por ejemplo en los causes de los ríos están bajo la supervisión de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), pero lo referente al uso del suelo es competencia municipal.

El gobierno federal tiene dependencias que apoyan al financiamiento para una pronta recuperación/reconstrucción (resiliencia) como el Fideicomiso del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), la nación reservó el 0.4% del Producto Interno Bruto (PIB) anual (en el año 2016),

la principal institución que realiza trabajos de reconstrucción de la infraestructura y vivienda a personas de bajos ingresos es el FONDEN (Carbonell, 2014, párr. 12), sin embargo, el presupuesto para operar el FONDEN en 2020 tuvo una reducción del 50% respecto del promedio de recursos aprobados en el periodo 2013-2017, y el 2019 disminuyó en un 85% (comparado con 2018), y el FOPREDEN se vio reducido en un 50% desde el año 2019 (Diario Oficial de la Federación [DOF] 2018 y 2019), lo que representa un impacto considerable en las estrategias alcanzables para darle cobertura local a la gestión de riesgos por desastres en el país.

Sobre el tema de generación de información en el tema de Gestión de Riesgos, todavía hace falta mucho por hacer en México, si bien se han realizado investigaciones orientadas al estudio y ocurrencia de los peligros ocasionados por fenómenos naturales, especialmente en su identificación, distribución y frecuencia de aquellos factores que pueden detonarlos y su impacto, no se han realizado suficientes estudios en el tema de vulnerabilidad, específicamente en la social y física, así como los mecanismos que construcción social del riesgo, desde un enfoque preventivo.

Con respecto al Estado de Yucatán, como se demuestra en la información presentada, el atlas de peligros está enfocado a la identificación de las amenazas que existen en el estado de Yucatán, sin embargo, no toman en cuenta la exposición de la población y los análisis de vulnerabilidad para establecer un sistema de Gestión de Riesgos Estatal. Así mismo, hace falta focalizar los estudios de riesgos en los municipios del interior del estado, ya que solo los municipios representativos por número poblacional o por aspecto económico (Mérida, Valladolid y Progreso principalmente) tienen Departamentos Municipales de Protección Civil con capacitación continua y que no manejen rotación de personal por puestos políticos, ya que la mejora en la Gestión de Riesgos se construye a través de la experiencia; también es importante la visión del alcalde municipal y la importancia depositada al tema en la agenda local.

En el caso del municipio de Temozón, no cuenta con una propuesta sería e integral de Gestión de Riesgos, las acciones que realizan son en su mayoría en atención al manejo del riesgo o encaminadas a la realización de acciones después de que ocurrieron los daños, y es por ello que hacer un estudio serio de Gestión de Riesgos que incluya una metodología simple que utilice de manera transversal las metas de los objetivos del desarrollo sustentable, logrará el actualizar información relevante del municipio sobre el tema de peligros, exposición y vulnerabilidad para estimar el riesgo del municipio ante los fenómenos de origen natural. La información obtenida (en caso de ser aplicada esta propuesta) es obtener una herramienta útil para desarrollar políticas públicas encaminadas a la mejora de la Gestión del Riesgo Local, además de tener un documento tanto físico y digital de consulta para las personas interesadas en estos temas de gran relevancia social, y con sustento en los instrumentos de política ambiental nacionales y estatales para su desarrollo.

Por último, este tema nos hace reflexionar en cómo atender dos riesgos de orígenes diferentes (contagio por COVID-19 y desastres de origen natural) de manera simultánea. Tomando en cuenta que la temporada de huracanes en el Caribe comienza el 1 de junio, es importante reconsiderar las estrategias de Gestión de Riesgo Local para garantizar los protocolos para evitar la propagación del coronavirus y garantizar la seguridad de la población para ambos riesgos (coronavirus y desastres de origen natural), por lo que es necesario y prioritario crear protocolos multifactoriales para saber cómo responder ante una amenaza de origen natural durante una epidemia, y capacitar oportunamente a los gobiernos locales para su implementación.

Una de las principales recomendaciones es fortalecer a las pequeñas comunidades con mejoras de la infraestructura física y tecnológica para poder aprovechar la comunicación a través de las plataformas digitales. Como ejemplo, en Yucatán se cuenta con cuatro medios de comunicación en caso de reportes de contagio por coronavirus (llamada telefónica a un número 01 800, aplicación MEDITOC, chat por *whats app* ® y *Facebook* ®, y por medio de la página de internet coronavirus.yucatan.gob.mx) como medidas de comunicación que por vez primera se ponen en operación en caso de contingencia sanitaria, y que seguramente servirán de prueba para ver la efectividad real, y en caso de ser exitosa puede ser replicable para cualquier tipo de contingencia, sin embargo, no todas las personas tienen la posibilidad de utilizarlas, en las comunidades del interior del estado en muchas ocasiones no llegan los servicios de internet y telefonía, es por eso que se puntualiza que una de las medidas para la mejora de la Gestión de Riesgo Local, es la mejora de las condiciones de las comunidades más vulnerables.

Como recomendación, también se sugiere: concretar una comunicación oportuna y en tiempo real sobre los peligros, incluir en los programas de Gestión de Riesgos de todos los niveles gubernamentales los distintos tipos de peligros, tanto antropogénicos, meteorológicos, geológicos, químicos, biológicos, sanitarios, etc., destinar recurso para manejar los diferentes tipos de riesgos por nivel de probabilidad de ocurrencia y pérdidas materiales y humanas, generar políticas públicas integrales que den cobertura a la realidad local, ejercer los recursos rápidamente pero de una

forma planeada, transparente y focalizada a la atención de la población más vulnerable, realizar toma de decisiones responsables por parte las autoridades competentes para levantar los protocolos de sana distancia cuando sea prioritaria la evacuación de poblaciones que se encuentren en riesgo por fenómenos naturales, siempre y cuando se guarde los protocolos de protección personal y se les garantice los insumos y las condiciones (cubrebocas, caretas, gel, jabón, agua) para evitar la propagación y contagio de coronavirus.

#### Referencias bibliográficas

- APFNEY. (2012). *Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán*. Gobierno del Estado de Yucatán. Consultado el 28/03/2018 en [http://proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario\\_ElementoSeccion/535/II\\_INFORME\\_EJECUTIVO\\_ATLAS\\_DE\\_PELIGROS\\_POR\\_FENOMENOS\\_NATURALES\\_DEL\\_ESTADO\\_DE\\_YUCATAN.PDF](http://proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/535/II_INFORME_EJECUTIVO_ATLAS_DE_PELIGROS_POR_FENOMENOS_NATURALES_DEL_ESTADO_DE_YUCATAN.PDF)
- Carbonell, M. (2014). *Informe sobre las Políticas de Gestión de Riesgos: México 2013*. Estudio sobre el sistema nacional de protección civil. OCDE. Consultado el 27/10/19 en <http://www.miguelcarbonell.com/docencia/Estudio de la OCDE sobre el sistema de protección civil en México.shtml>
- CEPAL. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, una Oportunidad para América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas (UN). Consultado el 31/10/19 en [https://www.mineduc.gob.gt/PORTAL/contenido/menu\\_lateral/programas/seminario/documents/2019/La%20Agenda%202030%20y%20los%20Objetivos.pdf](https://www.mineduc.gob.gt/PORTAL/contenido/menu_lateral/programas/seminario/documents/2019/La%20Agenda%202030%20y%20los%20Objetivos.pdf)
- Chquisengo. (2011). *Guía de Gestión de Riesgos de Desastres. Aplicación Práctica*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; BID; *Soluciones Prácticas*. Lima, Perú, diciembre de 2011.
- DOF. (2018) *Presupuesto de Egresos de la Federación para el año Fiscal 2019*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28-12-2018. Consultado el 8/05/2020 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF\\_2020\\_111219.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2020_111219.pdf)
- DOF. (2019) *Presupuesto de Egresos de la Federación para el año Fiscal 2020*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11-12-2019. Consultado el 8/05/2020 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF\\_2020\\_111219.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2020_111219.pdf)
- Fontana, S. Holm, F. Maurizi, V., Rami, M. Kiessling, C. y Sosa, M. (2015). *Educación, gestión del riesgo y desarrollo*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Gobierno de la Provincia de Córdoba. 1a ed. Córdoba: Báez Ediciones. p. 40. ISBN 978-987-1498-52-9.
- Gobierno de Yucatán (2020a) *Comunicado de Prensa del COVID-19 del 11 de mayo de 2020*. Sala de prensa del Gobierno del Estado de Yucatán. Consultado el 12/05/20 en [http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver\\_notas.php?id=2823](http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=2823)
- Gobierno de Yucatán (2020b). *Yucatán preparado para la próxima temporada de huracanes*. Sala de prensa del Gobierno del Estado de Yucatán. Consultado el 12/05/2020 en [http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver\\_notas.php?id=2805](http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=2805).
- Guralnick, J. (2019). *Midiendo el Progreso Global en la Implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres (UNISDR). Consultado el 08/05/2019 en <https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/11-midiendo-progreso-global-implementacion-marco-sendai-reduccion-riesgo-desastres-2015-2030.pdf>.
- Guerrero, R. (2020) *El coronavirus es devastado, un huracán categoría 5 también ¿Qué pasa si ocurren ambos al mismo tiempo?* Banco Internacional del Desarrollo (BID). Blog de empleados del BID, hablemos de sostenibilidad y cambio climático. Consultado el 12/05/20 en <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/el-coronavirus-es-devastador-un-huracan-de-categoria-5-tambien-que-pasa-si-ocurren-ambos-al-mismo-tiempo/>
- IDDH. (2016). *La guía de los derechos humanos a los ODS*. Instituto Danés de los Derechos Humanos. Consultado el 30/04/18 en <http://sdg.humanrights.dk/es>
- LGPC. (2018). *Ley General de Protección Civil*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. D.O.F. 19-01-18, Consultado el 29/09/19 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_190118.pdf)
- LPCEY. (2016). *Ley de Protección Civil del Estado de Yucatán. Decreto no. 213*. Ubicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de agosto de 1999, última reforma 28 de diciembre de 2016. Consultado el 28/10/19.
- OCDE. (2013). *Estudio de la OCDE sobre el Sistema Nacional de Protección Civil en México*. Consultado el 27/03/2018. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264200210-es>

- ONU. (1986). *Declaración sobre el Derecho al Desarrollo*, citado en la ONU 2019, Oficina de Alto Comisionado. Consultado el 28/09/19 en <https://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/RightToDevelopment.aspx>
- ONU. (2015). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015*. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas. p. 10.
- ONU. (2019). Desarrollo sostenible. Consultado el 27/03/2018 en <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- PNUD. (2009). *Transformar la Gestión Local de Riesgo. Programa de Manejo de riesgos de desastres en el sureste de México*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Consultado el 23/10/19 en <http://dhl.hegoa.es/recursos/871>
- PNUD. (2012). *Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contextos en el País*. Experiencias y herramientas de Gestión a nivel Regional y Local. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Chile.
- SAGARPA (2009). *Documento de Posición Institucional de la Evaluación Específica de Desempeño del Programa de Atención a Contingencias Climatológicas (PACC) 2008*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SEGOB. (2005). *Declaratoria de emergencia por la presencia del Huracán Emily y sus efectos en diversos municipios del Estado de Yucatán*. Diario Oficial de la Federación. 29 de julio de 2005. Consultado el 12/08/19 en [http://ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEGOB/Declaratorias/29072005\(4\).pdf](http://ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEGOB/Declaratorias/29072005(4).pdf)
- SEGOB. (2014). *Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018*. Secretaría de Gobernación. Diario Oficial de la Federación, México, 30-04-2014, consultado el 23/10/19 en [www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx).
- SEGOB. (2018). *Declaratoria de Emergencia Extraordinaria por la presencia de onda cálida ocurrida del 23 al 26 de julio de 2018, en 98 municipios del Estado de Yucatán*. Diario Oficial de la Federación 03/08/2018. Consultado el 12/08/19 en [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5533856&fecha=03/08/2018](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5533856&fecha=03/08/2018)
- SEMARNAT. (2018). *Gestión integral de riesgos y atención a emergencias y desastres por eventos naturales extremos*. Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales. Consulta Temática. Consultado el 22/10/19 en [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D1\\_R\\_DESASTRE00\\_00&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_R_DESASTRE00_00&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)
- UNISDR/GE. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030*. Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgos de Desastres. Consultado el 29/09/19 en [https://www.eird.org/americas/docs/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.eird.org/americas/docs/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)
- Wilches Chaux, G. (1998). *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de La Red para la gestión local de los desastres*. La Red, Quito, Ecuador.

## **CARBURO DE TUNGSTENO MEJORA LA PRODUCTIVIDAD Y COSTO CON HERRAMIENTAS DE CORTE**

Cristóbal Estrada Acosta<sup>1</sup>

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Recibido: 01/06/2020      Aceptado: 04/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El presente artículo tiene como objetivo analizar y demostrar cómo podemos mejorar la productividad y con ello reducir los costos de producción en los procesos de manufactura, haciendo mejoras en las herramientas de trabajo con la incorporación y aleación de materiales, para ello analizaremos las herramientas de corte que se utilizan en la industria donde se manufactura la madera, utilizaremos el carburo de tungsteno (WC), como el material que servirá para realizar dichas mejoras, buscaremos demostrar que aunque la incorporación de ciertos materiales en las herramientas eleva la inversión en el activo fijo, se puede incrementar la producción y reducir el costo de fabricación de los productos y subproductos que se manufacturan, utilizaremos un proceso de experimentación y con el apoyo de métodos cuantitativos – deductivo, buscaremos demostrar nuestra hipótesis.

**Palabras clave:** Productividad, costo, tungsteno, herramientas.

## **TUNGSTEN CARBIDE IMPROVES PRODUCTIVITY AND COST WITH CUTTING TOOLS**

**Abstract.-**This article aims to analyze and demonstrate how we can improve productivity and thereby reduce production costs in manufacturing processes, making improvements in the tools of work with the incorporation and alloying of materials, for this we will analyze the cutting tools that are used in the industry where wood is manufactured, we will use tungsten carbide (WC), as the material that will serve to make such improvements, we will seek to demonstrate that although the incorporation of certain materials into the tools raises the investment in the fixed asset, we can increase production and reduce the cost of manufacturing the products and by-products that are manufactured, we will use an experimentation process and with the support of quantitative – deductive methods, we will seek to demonstrate our hypothesis.

**Keywords:** Productivity, cost, tungsten, tools.

### Introducción

Actualmente en México el sector industrial o secundario ha tenido un menor crecimiento comparado con el sector terciario de comercio y de servicios, de acuerdo al Centro de Estudios de las Finanzas Públicas quien en su evaluación del indicador global de la actividad económica (IGAE) reporta que el sector terciario aporta el 65.71% del IGAE (Centro de Estudios en Finanzas Públicas, 2020), pero es importante que cualquier economía se desarrolle su sector secundario, y es precisamente la innovación y el desarrollo tecnológico lo que provoca una mejora en la productividad de las organizaciones y con ello un crecimiento en el sector productivo o de transformación.

Es importante entender que es la mejora de la productividad, de acuerdo a la Organización Internacional del trabajo refiere que la productividad es el uso eficaz de la innovación y los recursos para aumentar el agregado añadido de productos y servicios (Organización Internacional del Trabajo, 2016), es decir, podemos hablar de un incremento de la productividad, cuando se logra que con la misma cantidad de recursos (insumos) se logre producir mayor cantidad de bienes con la misma calidad.

Para García Criollo, la productividad es el grado de rendimiento con el que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados (García Criollo, 2003), y es precisamente el rendimiento lo que se busca optimizar en cualquier inversión, mientras que para Agustín Montaña, la productividad es producir más con los mismos recursos o producir los mismo con menos recursos (Montaña García, 2004).

De manera concreta podemos definir la productividad como lo expresa Beltrán Jaramillo quien nos dice que la productividad es la relación existente entre la producción, y los recursos programados, es decir el índice de productividad es igual a la producción obtenida entre los insumos gastados (Beltrán Jaramillo, 1998).

---

<sup>1</sup>MBA. Cristóbal Estrada Acosta. Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco. Docente de la Carrera de Ingeniería Industrial, Maestro en Administración de Negocios, [crisobal\\_ea@tesch.edu.mx](mailto:crisobal_ea@tesch.edu.mx) (**Autor corresponsal**).



Los recursos o insumos son todos aquellos bienes que se destinan a la producción y estos pueden ser de diferentes tipos recursos técnicos, materiales, humanos y financieros (Blázquez & Mondino, 2012), pero nos referiremos específicamente al uso de los recursos materiales y financieros para la mejora de la productividad.

Ahora bien, se presume que aumenta o mejora la productividad cuando logramos que aumente la producción con la misma cantidad de insumos gastados o cuando se presenta un incremento importante de la producción a pesar de que también se presente un aumento en los insumos gastados.

Y es precisamente el término insumos gastados a lo que en finanzas se les conoce como costo de producción, que de acuerdo con García Colín son los costos relacionados con la función de producción, es decir la materia prima directa, mano de obra directa y los cargos indirectos, (García Colín, 2001).

Y a través del costo total de producción logramos determinar el costo unitario de producción, el cual se define como los insumos gastados de manera unitaria para producir un producto terminado. Para calcular el costo unitario de acuerdo con Valenzuela Casares se debe aplicar la siguiente fórmula, Costo unitario= Costos totales de producción/Total de unidades, (Valenzuela Cázares , 2014).

Nuestro **objetivo**, es precisamente demostrar que con el uso del carburo de tungsteno (WC), en las herramientas de corte podemos reducir el costo unitario de producción y aumentar la productividad.

Uno de los sectores productivos, que se explotan en el país es el sector de la industria de la madera la cual es aprovechada en la producción de mobiliario de diversas índoles, así como la generación de materias primas que se ocupan en empresas de diversos tamaños desde micronegocios como carpinterías de personas físicas hasta pequeñas y medianas empresas productoras de muebles de personas morales.

En México el 95.2% de las organizaciones son microempresas, aportando el 15% del producto interno bruto de acuerdo a datos de la secretaria de economía, (Secretaría de Economía, 2012) y las microempresas productoras de muebles se encuentran dentro de este grupo, y esta es la razón por las cuales es necesario aumentar la productividad en ellas.

En este sector industrial, la mejora de la productividad se logra a través del incremento producción y para ello se han desarrollado diversas maquinarias y herramientas que apoyan la mejora de la productividad.

Para demostrar que el uso de materiales como es el carburo de tungsteno (WC), una de estas herramientas son los cortadores circulares, con puntas en forma aserrada (sierra), los cuales de manera común o coloquial se les conoce como sacabocados. o sierras de copa.



Figura 1. Cortador circular con puntas de acero al carbón (C), sierra de copa ó sacabocados

Dicha herramienta permite realizar perforaciones circulares (cortes) en la madera en diversos diámetros, es importante señalar que esta herramienta es comúnmente utilizada en el sector de la construcción con madera.

Como lo explica Antonio Guarnido, En las operaciones de mecanizado las herramientas de corte trabajan a elevadas temperaturas, sometidas a fricción y a importantes fuerzas. Por lo que se espera que la herramienta sea tenaz, que mantenga la dureza en un rango amplio de temperatura, que resista el desgaste que impone la fricción y que no reaccione con el material de la pieza incluso a altas temperaturas (Guarnido Barrera, 2000).

Al hablar de los materiales de corte se pueden clasificar de la siguiente manera de acuerdo con su dureza:

- 1- Aceros al carbono. (C).
- 2.- Aceros rápidos y super rápidos. (HSS, high speed steel )
- 3.- Stellites.
- 4.- Carburos sinterizados (Metal duro).
- 5.- Cerámicos.
- 6.- Cermets.
- 7.- Nitruro de boro cúbico (CBN).
- 8.- Diamante policristalino (PCD).
- 9.- Diamante.

Dicha clasificación se presenta desde los materiales de corte más blandos y llegando a los más duros (Grupo Tecnica Mecanica GTM, 2017).

En el caso de los cortadores circulares o sacabocados, estos son realizados con acero al carbono con contenidos porcentuales de C (carbono) entre 0.6% y 1.4% de contenido de carbono, (Baumeister & A. Avallone, 1995) , con 1 mm de espesor, se les encuentra con un diámetro desde 1 pulgada hasta 3 pulgadas que son las del uso más cotidiano, además el número de dientes que poseen son variables dependiendo del diámetro de la herramienta y de la calidad del acabado que se desee dar a la madera, y por medio del temple adquieren mayor dureza.

Debido a que los insumos con los cuales está compuesta la herramienta y siendo de los materiales de corte, el menos duro, su costo de producción no es tan alto, de tal forma que su precio de venta al público lo podemos adquirir entre \$25.00 y \$27.00 pesos mexicanos cada pieza útil, la variación en precio es con base en el diámetro de la perforación que realiza la herramienta y a la profundidad de corte que esta realice ya que implicaría que el ancho de la herramienta fuera mayor y eso implicaría mayor cantidad de acero al carbón para su fabricación.

#### Modo de empleo

Esta herramienta (sacabocados o sierra de copa) funciona a través del dentado que tiene en forma sierra, sus dientes tienen una punta inclinada y afilada a 35 grados aproximadamente, el diámetro de la herramienta es variable (entre 1 y 3 pulgadas las de uso común) la cual se monta sobre un mandril y broca para madera de 7/8 de pulgada y con ayuda de un roto martillo o taladro que rota en promedio 700 RPM (revoluciones por minuto), y soportando un máximo de 2500 RPM, se coloca y se presiona sobre la madera generándose con ello la perforación deseada.

#### Problemática para resolver

Como hemos comentado la utilización de la herramienta es muy común en el sector secundario, en las microindustrias dedicados a la fabricación de productos de madera, sin embargo, la productividad de este tipo de herramientas es muy bajo, por lo cual genera un costo unitario de producción muy alto.

Cuando la herramienta (sacabocados), es nueva, la eficiencia de operación es excelente, pero a medida que se sigue usando, como cualquier equipo, se va desgastando, debido al achatamiento de los dientes que dejan de tener punta y filo. La durabilidad de la herramienta en cuestión prácticamente es corta, lo cual acarrea las siguientes problemáticas

- a) Al terminarse el filo en poco tiempo, el sacabocados deja de funcionar y solo pinta la madera por la fricción generada entre el acero y la pieza.
- b) A medida que se incrementa su uso, el tiempo de perforación de la madera se incrementa, generándose un mayor desgaste en el roto martillo que se monta y en el consumo de energía eléctrica, es decir se presenta un incremento de los cargos indirectos y con ello un incremento en el costo unitario de producción.
- c) Al terminarse su vida útil, se requiere volver a comprar más sacabocados para seguir trabajando lo que incrementa el costo total de producción.

- d) Generando una baja de la productividad de la herramienta (sacabocados o sierra de copa), debido al rápido desgaste de esta herramienta y al bajo número de perforaciones que puede realizar.

La vida útil de un sacabocado convencional es de 6 piezas por unidad aproximadamente, aplicándolo sobre las probetas, cuadros de MDF que son fibras de madera aproximadamente en un 85% y resinas sintéticas comprimidas, de densidad media que se sitúa entre 500 y 800  $kg / m^3$ , (Maderas Santana, 2017), lo que coloquialmente se le conoce como madera prensada o aglomerado, con dimensiones de 10 cm x 10 cm y con un ancho de 1 pulgada.

Se ha identificado que el material Carburo de tungsteno (WC), tiene atractivas características de acuerdo a Guarnido también se le conoce como wolframio y carbono, vidia o carburo de wolframio, la cual posee mayor dureza, amplio espectro a temperaturas y alta conductividad térmica que permite la evacuación del calor de la herramienta, este material posee aglomerante de cobalto con una proporción entre 6 y 10% (Guarnido Barrera, 2000), y un costo más alto que el acero al carbono ( C ), sin embargo, se ha estimado que podría tener una mayor durabilidad con respecto a su costo (mayor costo-beneficio) lo cual de comprobarse **justificaría** su utilización en la sierra de copa o sacabocados.

Al generarse las problemáticas antes mencionadas, se plantearon diversas propuestas de solución, como por ejemplo utilizar la herramienta totalmente de carburo de Tungsteno (WC), o utilizar las herramientas de aceros rápidos (HSS), que ya se venden comercialmente, sin embargo su costo de producción es muy alto y su dureza es tan alta que se corre el riesgo de que la herramienta colapse o se quiebre ante la fricción con los materiales ya que su flexibilidad es menor que la del acero al carbón (C), pero principalmente la limitante es el precio alto de la herramienta.

por lo cual se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿El inserto de carburo de tungsteno (WC), en los dientes del sacabocados mejorará la durabilidad y la productividad del sacabocados y con ello disminuirá el costo de producción?

Que nos lleva a la siguiente hipótesis:

“La productividad de los cortes de un sacabocado, utilizando carburo de tungsteno (WC) es mayor que la productividad de un sacabocados convencional construido con acero al carbono (C), logrando con ello una disminución en el costo de producción”.

Eso implica incrementar la productividad de la herramienta, la cual se puede medir a través de la comparación del número de perforaciones que logra realizar el sacabocados convencional contra el sacabocados modificado con carburo de tungsteno. generando la fórmula uno de nuestra hipótesis:

$$P_{(WC)} > P_{(C)}$$

Donde

P(WC) = productividad con sacabocados con carburo de tungsteno (WC)

P(C) = productividad con sacabocados convencional es decir hecho de acero al carbón (C).

Donde la productividad, estará dada por la durabilidad de la herramienta, por tanto:

>= mayor durabilidad = Número de probetas perforadas en condiciones óptimas.

Probeta= cuadros de MDF que son fibras de madera aproximadamente en un 85% y resinas sintéticas comprimidas, de densidad media que se sitúa entre 500 y 800  $kg / m^3$ , lo que coloquialmente se le conoce como madera prensada o aglomerado, con dimensiones de 10 cm x 10 cm y con un ancho de 1 pulgada.

Condiciones óptimas = quiere decir que la perforación, cumple con las dimensiones requeridas de 2 1/8” de diámetro y 1 pulgada de profundidad, totalmente lisa, es decir sin rebajas, rajaduras o rayas, sobre la madera.

Propuesta

La opción de solución que se propuso consiste en utilizar insertos o plaquitas de metal duro carburo de tungsteno (WC), distribuidos en los dientes de la sierra de copa, en una distribución al 10%, es decir por cada 10 diez dientes que posea la sierra de copa se sustituye un diente por uno de (WC), el cual es afilado.

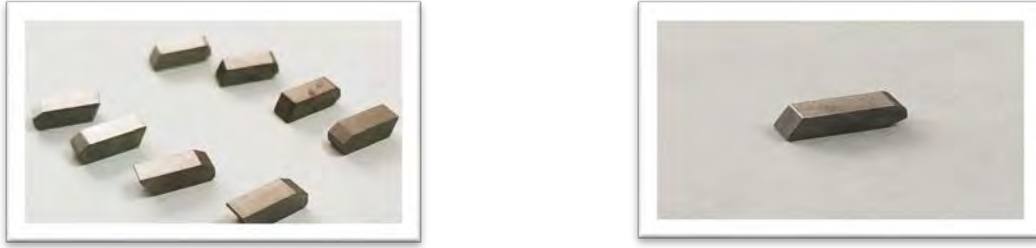


Figura 2. Inserto de carburo de tungsteno (WC).

De lo cual se presupone mayor durabilidad de la herramienta al utilizar carburo de tungsteno en los dientes del sacabocados a lo que llamamos productividad  $P(WC)$ , en comparación con el uso del material original de la pieza que es acero al carbono (C).

Entonces, suponemos una mayor productividad (P), con el uso del inserto de carburo de tungsteno (WC), considerando que la productividad (P), se calcula dividiendo la producción total (PT) en condiciones óptimas, entre el número de cortadores circulares (sacabocados) utilizados.

Por lo que nuestra formula de la hipótesis a comprobar es:

$$P(WC) > P(C)$$

Donde:

$$P = \frac{PT}{Hu}$$

Simbología

P= productividad

$P(WC)$ = productividad de herramienta con carburo de tungsteno

$P(C)$ = productividad de herramienta con acero al carbón

PT= Numero de probetas perforadas en condiciones optimas

Hu= número de herramientas utilizadas

Una vez medida la productividad de las dos herramientas se podrá demostrar la segunda formula de la hipótesis a comprobar que es la de la disminución del costo de producción:

$$CP_{WC} < CP_C$$

Donde

$P_{WC}$  = costo de producción unitario con la herramienta con carburo de tungsteno (WC)

$CP_C$  = costo de producción unitario con la herramienta con acero al carbón (C).

Material y Métodos

Para demostrar la hipótesis haremos uso del método científico deductivo a través de la metodología cuantitativa ya que como lo afirma Eleazar Angulo, utilizaremos la recolección y el análisis de datos para contestar la pregunta de investigación y probar la hipótesis establecida previamente, (Angulo López, 2011), se generaron ciertas condiciones y se utilizaron los siguientes materiales:

El proceso donde se realizó la modificación de la herramienta a través de la inserción de pastillas de carburo de tungsteno (WC) y las pruebas de la productividad de ambas herramientas requirió del uso del taller mecánico de la empresa denominada "TALLER DE AFILADO PARA LA INDUSTRIA MUEBLERA", la cual cuenta con las instalaciones adecuadas, así como las herramientas y maquinaria para hacer dichas modificaciones y pruebas.

#### Equipo requerido

Para realizar la modificación y mejora del sacabocados se utiliza el siguiente herramental y equipo: pinzas mecánicas, Piedra de diamante, equipo para soldar con autógena, taladro de pie, esmeril, tanque de oxígeno industrial, tanque de gas natural para soldar, vernier.

#### Materiales y mano de obra utilizados

- 60 pastillas de carburo de tungsteno (WC), tamaño 10/50 (ancho 3 mm, espesor 2 mm, 8 mm de altura)
- 6 soldaduras de plata con aleación de cobalto, plata al 40%.
- Fundente.
- Probetas: cuadros de MDF que son fibras de madera aproximadamente en un 85% y resinas sintéticas comprimidas, de densidad media que se sitúa entre 500 y 800  $k_g / m^3$ , lo que coloquialmente se le conoce como madera prensada o aglomerado, con dimensiones de 10 cm x 10 cm y con un ancho de 1 pulgada.
- 24 saca bocados o sierras de copa con cuerpo de acero al carbono (C), de 1 mm de espesor, diámetro de 2 1/8" pulgadas.
- Mano de obra del soldador.

#### Muestra.

La prueba, de productividad (P), se realizará sobre probetas, sobre las cuales se someterá al trabajo el sacabocados modificado con insertos de carburo de tungsteno (WC), así como el sacabocados convencional en acero al carbono (c), el número de muestras (probetas) serán todas las necesarias hasta terminarse la vida útil de la herramienta, es importante señalar que se considera que la vida útil de la herramienta se ha terminado cuando deja producir las perforaciones en condiciones óptimas, término que ya hemos definido con anterioridad.

#### Metodología de análisis.

La metodología de análisis se realizará a través de una serie de pasos que se describen a continuación:

- a. Se fabrica la modificación del sacabocados de acero al carbono (C), incrustándole las pastillas de carburo de tungsteno (WC), en una proporción al 10%, es decir un diente de carburo de tungsteno (WC) y nueve dientes de acero al carbono (C), con los siguientes pasos:



Figura 3. Fuente propia



Paso 3. Soldado de pastillas de carburo de tungsteno (WC)



Paso 4. Montaje para afilado

Figura 4. Fuente propia

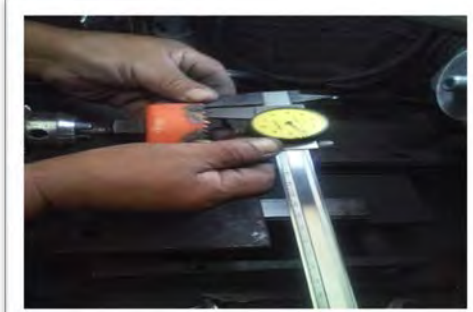


Paso 5. Medición de la pastilla y dimensiones



Paso 6. Afilado de pastillas con Angulo de 35%

Figura 5. Fuente propia



Paso 7. Verificación de medidas



Paso 8. Prueba de corte en probeta

Figura 6. Fuente propia



Figura 7. Sierra de copa o sacabocados, modificada con pastillas de carburo de tungsteno (WC).

- b. Se realizan pruebas de durabilidad de la herramienta sacabocados, en condiciones normales y con la modificación, el dato que se medirá será el número de probetas que logran ser perforadas en condiciones óptimas, con cada una de las dos herramientas, hasta terminarse el filo de la herramienta.

Buscando demostrar con ello que:

$$P(wc) > P(c)$$

Comprobando a través del concepto:

$$P = (\text{número de probetas perforadas entre número de herramientas utilizadas})$$

1. Se medirá la productividad de la herramienta a través de la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{PT}{Hu}$$

Donde

P= productividad

PT= Numero de probetas perforadas en condiciones optimas

Hu= número de Herramientas utilizadas en periodo de análisis.

El Diseño experimental consiste en la Comparación de la productividad (P) de la herramienta convencional vs. herramienta modificada.

Se somete un conjunto de probetas a perforación, tantas como el sacabocados convencional de acero al carbono (C), pueda perforar en condiciones óptimas y se procede a su registro, bajo las mismas condiciones se somete un conjunto de probetas, las cuales se perforan, pero con la herramienta modificada y se procede a su registro.

Los datos se registran en la tabla 1. El experimento se repite 12 veces, acorde a las veces que fueron ejecutadas las pruebas, es importante señalar que se decide realizar doce pruebas considerando un periodo contable quincenal, del 1 al 15 de diciembre del 2019, considerando tres días no laborables, lo que implica la determinación el costo total de producción del periodo quincenal.

**Tabla 1.** Probetas perforadas con los dos tipos de sacabocados.

<b>Días de prueba con herramientas nuevas</b>	<b>Numero de probetas perforadas en condiciones óptimas por sacabocados convencional de acero al carbono PT(C).</b>	<b>Numero de probetas perforadas en condiciones óptimas por sacabocados modificado con carburo de tungsteno PT(WC)</b>
2/12/19	6	55
3/12/19	5	59
4/12/19	5	58
5/12/19	7	57
6/12/19	6	56
7/12/19	7	58
9/12/19	5	56
10/12/19	5	56
11/12/19	6	57
12/12/19	5	57
13/12/19	7	58
14/12/19	8	56
sumas	72	683

Fuente propia.

II. Comparación de la productividad de la herramienta convencional vs. herramienta modificada.

**Tabla 2. Comparación de la productividad de la herramienta convencional contra herramienta modificada con carburo de tungsteno.**

<b>Días de prueba con herramientas nuevas</b>	<b>Numero de probetas perforadas en condiciones óptimas por sacabocados convencional de acero al carbono PT(C).</b>	<b>Numero de probetas perforadas en condiciones óptimas por sacabocados modificado con carburo de tungsteno PT(WC)</b>	<b>Diferencia en piezas</b>	<b>Incremento porcentual con sacabocados con carburo de tungsteno</b>
2/12/19	6	55	49	817%
3/12/19	5	59	54	1080%
4/12/19	5	58	53	1060%
5/12/19	7	57	50	714%
6/12/19	6	56	50	833%
7/12/19	7	58	51	729%
9/12/19	5	56	51	1020%
10/12/19	5	56	51	1020%



11/12/19	6	57	51	850%
12/12/19	5	57	52	1040%
13/12/19	7	58	51	729%
14/12/19	8	56	48	600%
sumas	72	683	611	Promedio= 874%

- c. Se determina y se compara, el costo de producción unitario de las perforaciones en las probetas, con condiciones óptimas, utilizando en primer lugar el sacabocados de acero al carbono (C), y luego el sacabocados con pastillas de carburo de tungsteno (WC).

#### Resultados

Los resultados a los que se llegaron se pueden medir a través de dos indicadores, el primero es el cálculo de productividad, el segundo con el cálculo del costo unitario utilizando de producción utilizando los dos sacabocados.

Ahora procedemos a calcular la productividad:

Productividad del sacabocados con acero al carbono (C).

$$P(c) = \frac{PT(c)}{Hu} = \frac{72}{12} = 6 \text{ unidades por cada sacabocados de acero al carbono.}$$

Productividad del sacabocados con pastillas de carburo de tungsteno (WC)

$$P(wc) = \frac{PT(wc)}{Hu} = \frac{683}{12} = 56.91 \text{ unidades por cada sacabocados con carburo de tungsteno}$$

Entonces se comprueba que la productividad:

$$P_{(wc)} > P_{(c)}$$

$$56.91 > 6$$

Lo que nos permite observar un incremento superior del 848%, en el número de perforaciones que representan la producción realizada, utilizando el mismo número de sacabocados, pero mejorada con los insertos de carburo de tungsteno (WC)

Y finalmente podemos comprobar nuestra formula dos de nuestra hipótesis referente al costo unitario de producción

$$CP_{wc} < CP_c$$

Donde

$CP_{wc}$  = costo de producción unitario con la herramienta con carburo de tungsteno (WC)

$CP_c$  = costo de producción unitario con la herramienta con acero al carbono (C).

Sabemos que el precio de adquisición del Saca bocados o sierras de copa con cuerpo de acero al carbono (C), de 1 mm de espesor y diámetro de 2 1/8" pulgadas, es de \$27.00 por unidad, por lo tanto podemos sacar el costo de producción unitario con la herramienta de acero al carbón (C).

$$CP_c = \frac{PAU_c \times HU}{PT(C)}$$

Donde

$PAUc$  = precio de adquisición del Saca bocados o sierras de copa con cuerpo de acero al carbono (c),  
 $PT(C)$ = Numero de probetas perforadas en condiciones óptimas con sacabocados de acero al carbón (C). en periodo de análisis.

$HU$  = número de Herramientas utilizadas en el periodo de análisis.

$CP_c$  = costo de producción unitario con la herramienta con acero al carbono (C).

Entonces:

$$CP_c = \frac{\$27.00 \times 12}{72} = CP_c = \frac{\$324}{72} = \$4.50 \text{ pesos}$$

También sabemos que el costo unitario del sacabocados modificado con pastillas de carburo de tungsteno (WC), implica un incremento de \$108.50 para su construcción y que abarcan el pago de materias primas, mano de obra directa y gastos indirectos de producción, los cuales se integran de la siguiente manera:

**Tabla 3. Integración de los insumos adicionales para la mejora del sacabocados con carburo de tungsteno (WC).**

Insumo adicional por unidad	Monto
Gas y oxígeno industrial	\$ 15.00
5 pastillas de carburo de tungsteno con costo unitario de \$5.80 cada una.	\$ 29.00
media varilla de plata	\$ 17.50
costo de afilado de 5 pastillas con costo unitario de \$3.00	\$ 15.00
pintura	\$ 2.00
mano de obra de soldadura con costo unitario de \$5.00 por pastilla	\$ 25.00
energía eléctrica	\$ 5.00
<b>Costo total de mejora por unidad</b>	<b>\$ 108.50</b>

Al adicionarle al precio unitario del sacabocados de acero al carbono (C), llegamos a un costo de producción unitario del sacabocados con carburo de tungsteno (WC) unitario de \$135.50 pesos, que denominaremos ( $CP_{wc}$ ).

De tal forma que:

$$CP_{wc} = \frac{CPU_{wc} \times HU(wc)}{PT(wc)}$$

Donde:

$CP_{wc}$  = costo de producción unitario del Saca bocados con concarburo de tungsteno (wc)

$PT(WC)$ = Numero de probetas perforadas en condiciones óptimas con sacabocados con carburo de tungsteno (WC). en el periodo de análisis.

$HU(wc)$ = número de Herramientas utilizadas en periodo de análisis con carburo de tungsteno (WC)

$CP_{wc}$  = costo de producción unitario con la herramienta con acero al carbón (C).

entonces:

$$CP_{wc} = \frac{\$135.50 \times 12}{683} = CP_c = \frac{\$1,626.00}{683} = \$2.38 \text{ pesos}$$

Por lo tanto, se comprueba que el costo de producción unitario con la herramienta con carburo de tungsteno (WC), disminuye, en comparación con el uso de la herramienta convencional en acero al carbono (C).

$$CP_{WC} < CP_C$$

Entonces:

$$\$2.38 < \$4.50$$

Donde

$CP_{WC}$  = costo de producción unitario con la herramienta con carburo de tungsteno (WC)

$CP_C$  = costo de producción unitario con la herramienta con acero al carbono (C).

Por lo tanto, se tiene como resultado, que el uso del carburo de tungsteno incrustar en los dientes de la herramienta denominada sacabocados, incrementa la productividad y disminuye el costo de producción unitario, confirmándose nuestra hipótesis.

#### Discusión

Hemos demostrado que el uso de materiales como lo es el carburo de tungsteno, utilizado en proporciones medidas, modificando la estructura de las herramientas de corte, ayudan a mejorar la productividad de los procesos fabriles en los que intervienen, a pesar que se eleve el costo de la herramienta, y es importante señalarlo ya que en nuestro país las micro y pequeñas empresas que se dedican a la manufactura de la madera son las que utilizan estas herramientas, y lo que hacen muchas veces, es comprar los activos fijos más económicos o baratos, creyendo que están disminuyendo el costo de producción, cuando en realidad lo están incrementando, y esto es debido a que se descuida el área de costos.

Coincidimos con (Valenzuela Cázares, 2014) que, en su estudio sobre la determinación del costo unitario, señala que uno de los errores más comunes de las empresas, es descuidar el área de costos, por desconocimiento de la importancia que es determinar adecuadamente el costo unitario de los productos.

Por tal motivo, es importante nuestra investigación ya que, aunque se han hecho estudios diversos sobre la productividad, y el costo de producción, estos no se presentan en su análisis conjunto y no demuestran la interrelación existente entre estos dos términos en la industria de la manufactura de la madera y sus derivados, lo cual consideramos relevante.

Existen diversos estudios como el de (Castro, 2008), que en su estudio sobre el mecanizado de alta velocidad, nos describe los diferentes materiales de corte y su uso en herramientas de corte, pero no analiza ni mide de manera concreta la productividad de la herramientas al utilizarlos de los materiales, como lo realizamos en este estudio donde nuestro enfoque principal es precisamente analizar la productividad fabril de los materiales y su disminución en el costo de producción.

De tal forma que encontramos estudios enfocados a describir las herramientas de corte y los materiales con los que se han construido, como el estudio de (Schvad, 2011), pero no describen la productividad expresada en unidades de producción y el ahorro que generan a las organizaciones reduciendo el costo unitario.

Una aproximación a estudios similares es el de (Gonzalez Cabrero, 2016), quien realiza también un análisis de los costos y la mejora de la productividad, al utilizar diferentes tipos de herramientas, pero para la industria minera, analizando la mejora de la productividad y el costo de producción de la industria de la perforación para la extracción de minerales, sin embargo al ser un sector distinto al estudiado aquí y al analizarse otro tipo de herramientas, nos permite afirmar que nuestra investigación sigue siendo innovadora respecto al sector e interrelación de los conceptos de productividad y costos de producción.

#### Conclusiones

Podemos afirmar que el uso “moderado” del carburo de tungsteno (WC) en herramientas de corte hechas de acero al carbono (C), logra disminuir el costo de producción, como se demostró al utilizar insertos de carburo de tungsteno (WC), sobre el dentado de las herramientas de corte en una proporción al 10%, además se confirma que su uso genera

un incremento de la productividad muy radical y significativo, pues se logra incrementar la producción en más del 800% en comparación con el uso de las herramientas hechas de acero al carbón (C).

Finalmente, es importante comentar que la productividad es un quehacer de todos los días y el ser humano debe luchar todos los días por mejorarla, ya sea a través del uso de nuevas tecnologías, la innovación en los procesos, o el uso de nuevos materiales, pero siempre midiéndola, de manera permanente y constante, para poder identificar si estamos creciendo o retrocediendo y de ser así, poder corregir el camino.

#### Referencias

- Angulo López, E. (08 de julio de 2011). *"política Fiscal y Estrategia como factor de desarrollo de la mediana empresa comercial sinaloense un estudio de caso "*. Recuperado el 23 de 04 de 2020, de [https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia\\_cuantitativa.html](https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html)
- Baumeister, T., & A. Avallone, E. (1995). *Manual del Ingeniero Mecánico Marks*. Revisión México: Mc Graw Hill.
- Beltrán Jaramillo, J. (1998). *Indicadores de Gestión* (2a. Edición ed.). Santa Fé de Bogotá: 3R Editores.
- Blázquez, M., & Mondino, A. (Enero de 2012). *Recursos Organizacionales: Concepto, Clasificación e Indicadores*. Obtenido de <http://www.cyta.com.ar/ta1101/v11n1a3.htm>
- Castro, G. (Febrero de 2008). *Mecanizado de Alta Velocidad*. Recuperado el marzo de 2020, de [https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/.../Mecanizado\\_de\\_Alta\\_Velocidad.pdf](https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/.../Mecanizado_de_Alta_Velocidad.pdf)
- Centro de Estudios en Finanzas Públicas. (Enero de 2020). *Evolución y perspectiva del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE), 2018 Y 2019*. Recuperado el marzo de 2020, de <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/.../2018/precefp0192018.pdf>
- García Colín, J. (2001). *Contabilidad de Costos* (2a. Edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- García Criollo, R. (2003). *Estudio del Trabajo* (Segunda ed.). México, México: Mc Graw Hill.
- Gonzalez Cabrero, D. (Febrero de 2016). *Evaluación de los parametros de perforación en barrenos y correlacion con la geología del terreno*. Obtenido de [http://oa.upm.es/40237/1/PFG\\_DIEGO\\_GONZALEZ\\_CABRERO.pdf](http://oa.upm.es/40237/1/PFG_DIEGO_GONZALEZ_CABRERO.pdf)
- Grupo Técnica Mecánica GTM. (Enero de 2017). *Materiales para Herramientas de corte*. Obtenido de <https://docplayer.es/14139496-Grupo-tecnologia-mecanica-materiales-para-herramientas-de-corte.html>
- Guarnido Barrera, A. (2000). *Determinación de duración de herramientas de torno bajo diferentes condiciones de corte*. Recuperado el 4 de 11 de 2019, de <https://docplayer.es/19145065-2-materiales-de-herramienta.html>
- Maderas Santana. (Enero de 2017). *Características de los tableros o madera MDF*. Obtenido de <https://www.maderassantana.com/caracteristicas-tableros-madera-mdf/#>
- Montaño García, A. (2004). *administración de la producción* (1a. ed.). México, D.F.: Editorial pac.
- Organización Internacional del Trabajo. (2016). *El Recurso Humano y la Productividad*. (Oficina Internacional del Trabajo, Departamento de Empresas. - Ginebra: OIT) Recuperado el 2019, de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/.../wcms\\_553925.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/.../wcms_553925.pdf)
- Schvad, L. (2011). *Guía, Máquinas y herramientas* (1er. ed.). (I. n. Tecnológica, Ed.) Argentina: Encuentro. Obtenido de [www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/.../maquinas-y-herramientas.pdf](http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/.../maquinas-y-herramientas.pdf)
- Secretaría de Economía. (Enero de 2012). *Empresas*. Obtenido de <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/mexico-emprende/empresas>
- Valenzuela Cázares, C. (2014). Determinación del costo unitario, una herramienta financiera eficiente en las empresas. *EL BUZON DE PACIOLO*, XIV(87), 47.

## DISEÑO URBANO BASADO EN LA PERCEPCIÓN DEL ESPACIO URBANO EN CHETUMAL

César Enrique Vargas Madrid<sup>1</sup>, Gabriela Rosas Correa<sup>2</sup>  
Herlinda del Socorro Silva Poot<sup>3</sup>, Nínive Margely Navarrete Canto<sup>4</sup>

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 08/06/2020      Aceptado: 04/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** La escasa legibilidad en las ciudades derivada de la desorganización espacial y falta de identidad, ocasiona espacios urbanos de poco interés para los usuarios, con dificultad para percibirlos y reconocerlos. La presente investigación permite la identificación de los elementos de imagen urbana que son fácilmente percibidos por los usuarios y el reconocimiento del espacio por sus propias cualidades. Se realizó una investigación de tipo mixta en la colonia Barrio Bravo de Chetumal, Quintana Roo, por medio del análisis espacial, mapas mentales y encuestas; con el objetivo de proponer criterios de diseño basados en el análisis de la percepción del espacio urbano, para mejorar la imagen urbana de acuerdo con las características particulares de la zona de estudio. Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los usuarios no reconocen el espacio urbano por sus cualidades. La población percibe el entorno de acuerdo a sus intereses personales y vida cotidiana.

**Palabras clave:** Espacio, Imagen, Percepción, Urbano.

## URBAN DESIGN BASED ON THE PERCEPTION OF URBAN SPACE IN CHETUMAL

**Abstract.-** The low legibility in cities derived from spatial disorganization and lack of identity, causes that the users show little interest for the urban spaces, with difficulty in perceiving and recognizing them. This research allows the identification of urban image elements that are easily perceived by users and the recognition of space for its own qualities. A mixed type investigation was carried out in the Barrio Bravo neighborhood of Chetumal, Quintana Roo, through spatial analysis, mind maps and surveys; with the aim of proposing design criteria based on the analysis of the perception of urban space, to improve the urban image according to the particular characteristics of the study area. The obtained results show that the majority of users do not recognize urban space by its qualities. The population perceives the environment according to their personal interests and daily life.

**Keywords:** Space, Image, Perception, Urban.

### Introducción

La imagen de la ciudad es el resultado de los aspectos físicos espaciales de un lugar, de la cultura e historia de una sociedad, de la marca que van dejando en el tiempo los diferentes grupos sociales según sus necesidades y la manera de satisfacerlas, de la construcción de elementos urbanos y arquitectónicos que con el paso del tiempo forman parte de la identidad y significado para la población. La sociedad cambia y la ciudad también, por lo que la imagen urbana debe estar acorde a esta dinámica, proporcionando elementos característicos y únicos en el espacio urbano; lugar donde circula la población y percibe aquellos elementos que le rodean y que le ayudan a generar imágenes que serán interpretadas de acuerdo con la información captada por sus sentidos, a sus intereses particulares, la conexión y su valoración del espacio exterior.

Sin embargo, la ciudad fragmentada, dispersa y mal estructurada, ha sido causante del deterioro de la imagen urbana, la pérdida de identidad y significado del espacio urbano. Los elementos urbanos y arquitectónicos son poco claros, sin ninguna intención dentro del entorno, son variados, ilegibles y cada vez son menos transitables; lo que ocasiona dificultad para la lectura del lugar. También la percepción del espacio urbano es confusa y trae como consecuencia el desinterés y la inseguridad en las personas. En algunos casos, se ha llegado al absurdo urbano: creación de nuevos espacios públicos que quedan desiertos al uso y degradación paulatina de los espacios históricos (García, 2013:168).

---

<sup>1</sup> César Enrique Vargas Madrid. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal; varasmadridcesar@gmail.com

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

<sup>3</sup> Dra. Herlinda del Socorro Silva Poot. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal; herlinda.sp@chetumal.tecnm.mx

<sup>4</sup> M.A. Nínive Margely Navarrete Canto Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal; ninive\_canto@hotmail.com

Por lo tanto, es importante atender los problemas de la ciudad desde su compleja relación con aspectos sociales, históricos, culturales, económicos y políticos del lugar, con el objetivo de lograr un diseño acorde a la realidad, al sitio y necesidades de la población, considerando que la percepción humana del espacio urbano contribuye a crear el lugar (García, 2013: 173).

La ciudad de Chetumal se encuentra en el estado de Quintana Roo en la Península de Yucatán, frente a la bahía de Chetumal, en las coordenadas latitud 18.503611 y longitud -88.305278. Tiene una población de 169,700 habitantes (INEGI, 2015), es una ciudad multicultural, compuesta por personas originarias de la ciudad y de otros lugares del país, como Yucatán, Campeche, Veracruz, Chiapas, Estado de México, entre otros, sin embargo, con el paso del tiempo, se han compartido los rasgos culturales de la región y ahora forman parte de la identidad social.

Uno de los primeros asentamientos en la ciudad de Chetumal fue la colonia denominada Barrio Bravo, el trazado de las primeras vialidades se dio entre 1902 y 1922 (Romero, 2014: 128), está comprendida entre las calles Calzada Veracruz, Lázaro Cárdenas y el Boulevard Bahía. Posee características distintivas, ya que en la zona se encuentran algunas casas antiguas estilo anglo caribeño, el Faro de la ciudad, calles y otros elementos urbanos que son parte de la historia del lugar. Sin embargo, con el paso del tiempo y la falta de atención en la zona, se fue perdiendo el significado y reconocimiento de éstos. La población reciente no identifica los elementos históricos, culturales y ambientales porque no son percibidos fácilmente, la información obtenida del entorno es muy pobre, existe poca variedad y no se encuentran relacionados entre sí, el deterioro ha sido un factor determinante para la pérdida de la identidad urbana.

El abandono paulatino de este lugar, la inseguridad, la deficiencia de los servicios públicos y la falta de una dinámica comercial, ha sido la causa del deterioro de la colonia Barrio Bravo, los habitantes perciben el lugar como una zona marginada, donde ocurren escenarios de vandalismo y delincuencia. La colonia ha perdido sus características particulares a través del tiempo; los elementos urbanos como las calles, las casas de madera, los monumentos; ya no se reconocen por sus habitantes más jóvenes, se desconoce la historia del lugar.

Los habitantes no se sienten identificados con su colonia, no hay una relación usuario espacio, se ha perdido la identidad. Ante esta situación, la economía de la zona es afectada severamente, la posibilidad de atraer visitantes es mínima, ya que no hay sitios de interés o atractivos que genere afinidad hacia el lugar. Por otro lado, el medio ambiente natural también es perturbado por el descuido de los ciudadanos, la poca conciencia ambiental y la falta de mantenimiento provoca contaminación hacia la bahía de Chetumal y áreas verdes.

Por lo anterior, este artículo tiene como objetivo principal presentar criterios de diseño basados en el análisis de la percepción del espacio urbano, para mejorar la imagen urbana de acuerdo a las características particulares de la zona, utilizando como instrumentos de investigación; la encuesta, los mapas mentales, uso de planos y fotografías del lugar; con la finalidad de conseguir mejores condiciones de vida para la población local, a través de la generación de espacios legibles, de fácil reconocimiento, que propicien identidad y significado; contar con espacios habitables, seguros, saludables que coadyuven en el beneficio social, económico y ambiental.

El estudio de la ciudad, a través del espacio urbano permite analizar escenarios colectivos, la dinámica social, cultural y económica, la identidad del lugar y su paisaje. La imagen urbana se comprende por medio de su estética y evalúa sus propiedades primarias y secundarias de acuerdo con la percepción y sensación de los ciudadanos (Valdivia, 2014: 42), es decir se analizan los espacios urbanos como lugares que se identifican. Para que un espacio pueda considerarse habitable debe reunir condiciones físicas y ambientales acordes al tiempo y al espacio correspondiente, además de tomar en cuenta los factores sociales y culturales que determinan las expectativas de los habitantes (Garfias, Guzmán, 2018: 76). La percepción es el punto de partida para el análisis del medio ambiente, en donde el sentido de la vista constituye el punto de partida para la percepción visual del espacio urbano (Briceño, 2002: 86).

Garfias, Guzmán (2018), menciona que la relación hombre entorno se manifiesta en los ámbitos físico, psicológico y sociocultural: el físico considera las condiciones ambientales del sitio; el psicológico, tiene relación en la manera en que a través de los sentidos, el hombre percibe su entorno y le permite estar consciente de su existencia y el sociocultural, es la manera en que se actúa en la conformación de una identidad individual y social en el espacio urbano. En este aspecto, el hombre percibe el medio físico con sus sentidos y le permite estar consciente de lo que le rodea, Antoine S. Bailly (1979) expone que la percepción es el mecanismo que pone al hombre en contacto con el entorno, se alimenta de los rasgos más importantes (visuales, auditivos, etc.).

El hombre selecciona, reacciona y actúa solo ante lo que despierta su interés. La percepción es el punto de partida de la síntesis cognitiva que elabora el sujeto, a partir de los estímulos provenientes del mundo que le rodea; es un proceso activo, selectivo y a la vez creativo. Permite conocer el ambiente y actuar en él (Briceño, et. al, 2005: 15). Esta capacidad de percibir permite a las personas sentir diferentes sensaciones en el espacio; alegría cuando hay armonía, variedad, color; seguridad por espacios iluminados, legibles y con diversidad de usos; o miedo por lugares oscuros, deteriorados y abandonados, etc.

También los sonidos, olores, el calor y el frío influyen en el estado de ánimo de los usuarios. Por medio de estas experiencias, se reconoce y recuerda el lugar. El estudio de las experiencias perceptivas y de la convivencia social resultan determinantes en la forma en que la gente valora subjetivamente el espacio a través de su experiencia de vida y la construcción de la memoria colectiva de un lugar (Garfias, Guzmán, 2018: 77). Entonces se deben transformar las vivencias urbanas comunes y corrientes en "imágenes urbanas trascendentes" para el desenvolvimiento cultural de nuestras sociedades (Fox, 2012: 12).

La percepción del espacio urbano depende de las cualidades formales, espaciales y funcionales, también del interés y motivación del observador, de las sensaciones que éste transmita, influyen los valores, la cultura y el estado de ánimo. Pérez (2004) se centra en la percepción del espacio público según las necesidades personales, la condición socioeconómica, la noción de territorialidad, el conocimiento de las normas e incluso la escala de movilidad (barrio, localidad, ciudad) se determina la percepción y la relación con el espacio. Cuando se presenta esta relación hombre - espacio y se comparte de manera colectiva, entonces se propicia una identidad. Son las personas las que por medio de sus propias vivencias y percepciones construyen identidades en los espacios urbanos que usan esporádica o permanentemente (Fox, 2001: 81).

En un sentido subjetivo, la noción del paisaje se remite a la percepción de objetos conformantes de una realidad inmutable que llevan a aprehender, responder e interpretar la realidad (Briceño, 2018: 12). De este modo, el individuo toma un papel fundamental en el estudio de la ciudad, basado en la percepción de su entorno, de su vida cotidiana y de los significados que le proporcionan a la ciudad, por ello se estudia el espacio subjetivo donde se obtiene la información directamente de la población que vive y conoce el espacio.

Cada individuo o grupo social tiene una percepción sesgada de la realidad objetiva, pues esta realidad se ve condicionada por sus valores culturales, sus experiencias, sus aspiraciones, etc. (Villena, 2012: 6). Considerando esta subjetividad, varios estudios de Geografía de la percepción han propiciado información importante para obtener resultados que conlleven a acciones de mejoramiento de la imagen de la ciudad, con el objeto de crear ciudades más habitables; por ello, en algunos casos se ha empleado como instrumento de investigación los mapas mentales de los usuarios, explicados con dibujos espontáneos sobre las cualidades espaciales de un determinado espacio.

El mapa mental es concebido como una construcción abstracta, que habla de las estructuras de percepción y pensamiento que le permiten al individuo ubicarse dentro del espacio (Agusti, 2005: 105). Las imágenes mentales pueden ser empleadas como fuente de información a fin de conocer cuáles son los diversos elementos significativos de un grupo (Fernández, García, 1993: 47). Otras técnicas empleadas comúnmente para este tipo de estudios son la encuesta, la entrevista y el análisis complementario de otras fuentes de datos, generalmente documentación urbanística (Vara, 2008: 380).

Los diferentes métodos se emplean de forma independiente o combinando varios de ellos, como los estudios del urbanista Kevin Lynch (1974), donde el trabajo básico constaba en el pedido de un bosquejo del plano de la ciudad y de la descripción detallada de una serie de viajes por ella, describiendo las partes más características del individuo (Fernández, 1993: 46). Kevin Lynch (1974), consiguió elaborar un sistema de análisis de la percepción de la ciudad, utilizando mapas mentales. Presentó imágenes de los elementos de la ciudad: sendas, nodos, barrios, hitos y bordes, que sirvieron para conocer la relación individuo y espacio. Estos representan estructuras ligadas con la orientación y el reconocimiento del espacio urbano.

Kevin Lynch (1974), menciona que las sendas son los canales a lo largo de los cuales se mueve la gente dentro de la ciudad, pueden estar representadas por calles, senderos, líneas de tránsito, canales o vías férreas; los nodos son los puntos estratégicos de una ciudad a los que puede ingresar un observador y constituyen los focos intensivos de los que parte o se encamina. Los barrios o distritos son las secciones de la ciudad donde el observador entra "en su seno" mentalmente y son reconocibles como si tuvieran un carácter común que los identifica. Los hitos corresponden a puntos

que resultan fácilmente identificables, creando imágenes que se retienen con facilidad, son puntos de referencia pero no lugares de encuentro. Los bordes son los elementos lineales que el observador no usa o considera sendas. Son los límites como playas, cruces de ferrocarril, bordes de desarrollo y muros.

Kevin Lynch (1974), explica que para que el espacio urbano sea fácilmente percibido, los elementos de la imagen urbana deben ser legibles, es decir, ser fácilmente reconocidos y organizados entre cada una de sus partes en una pauta coherente del todo. El espacio urbano debe ser legible para causar el reconocimiento y de esta manera fortalecer el sentido de identidad y su relación con la sociedad. El grado de legibilidad de una ciudad depende de la facilidad con la que se identifiquen y se integren dentro de un esquema global sus barrios, sus vías de transporte, sus monumentos significativos, etc. (Vara, 2008: 373).

El ser humano crea una imagen mental de su entorno, según sus experiencias, vivencias pasadas y presentes. La falta de elementos urbanos que tengan un significado para la población afecta la percepción de la ciudad. Cuando los espacios urbanos tienen características que los vuelven únicos, fortalecen la imagen urbana, resultan de mayor interés tanto para los habitantes como para los visitantes y generan beneficios para toda la ciudad en los ámbitos sociales, económicos, políticos y ambientales.

El ambiente urbano, entre sus principales roles y en la interacción entre el hombre y su entorno, debe ser algo que ha de reconocerse y recordarse, para contribuir a la lectura y orientación de quien lo habita (Briceño, 2005: 12). Cuando el espacio urbano es percibido e interpretado por un grupo de personas, por contener características distintivas y con significado para la sociedad, se crea el sentido de apropiación, que consiste en el apego al lugar. La apropiación del espacio-lugar remite así tanto al hecho físico de la ciudad (configuración urbana) como al conjunto de significaciones y relaciones implicadas en la vida social de la ciudad (Martínez, 2014: 18). Entonces el usuario percibe y siente que se le proporciona seguridad, tranquilidad, validación social, junto con resguardo y evidentes valores culturales (Fox, 2001: 81).

Por ello es conveniente que el espacio urbano tenga algunas cualidades formales como la continuidad en el espacio y la facultad ordenadora del mismo, la generosidad de sus formas, de su diseño y de sus materiales y la adaptabilidad a usos diversos a través del tiempo (Borja, 2000: 28). Estas cualidades son definidas como los atributos que ofrece el espacio urbano en interacción con los espacios construidos y permiten la orientación, identificación y sentido de pertenencia del individuo con su ciudad (Guzmán, et. al, 2018: 5).

El diseño urbano como herramienta de intervención debe mejorar el vínculo de la relación hombre-ciudad, desde el punto de vista de su percepción (Briceño, 2005: 13); tomando en cuenta las características del lugar; la historia, la cultura, la sociedad y el medio ambiente natural; procurando la integración con el pasado y presente, con miras al futuro, para que cada generación se sienta identificada, reconozca, comparta y valore sus espacios urbanos.

El objetivo principal del diseño urbano contemporáneo es entonces lograr la transformación de un espacio urbano percibido como “común y corriente” en un medio altamente expresivo para que trascienda en la imagen urbana como un entorno culturalmente “extraordinario”, el cual debería proporcionarnos memorias urbanas para desencadenar importantes procesos de identidad cultural, en especial aquellos relacionados con valores propicios para mejorar la convivencia social urbana (Fox, 2012: 15). Se requieren intervenciones urbanas que favorezcan la cohesión social, vitalidad, diversidad y complejidad de la ciudad, mejorando la capacidad que las morfologías urbanas tienen de generar soportes para la vida urbana (García: 2017: 226).

Entonces en las ciudades como Chetumal, es necesario la creación o revitalización de espacios urbanos que permitan mejorar la calidad de vida, adaptadas a las condiciones particulares del lugar y por ende contribuir con la sustentabilidad de la ciudad. La calidad del espacio público se podrá evaluar sobre todo por la intensidad y la calidad de las relaciones sociales que facilita, por su fuerza mezcladora de grupos y comportamientos; por su capacidad de estimular la identificación simbólica, la expresión y la integración cultural (Borja, 2000: 28).

#### Materiales y métodos

La investigación que se llevó a cabo es de tipo cualitativo y cuantitativo, la zona de estudio que se eligió es la colonia Barrio Bravo de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, se encuentra delimitada por las calles Calzada Veracruz, Héroes de Chapultepec y el Boulevard Bahía (Ver figuras 1 y 2).



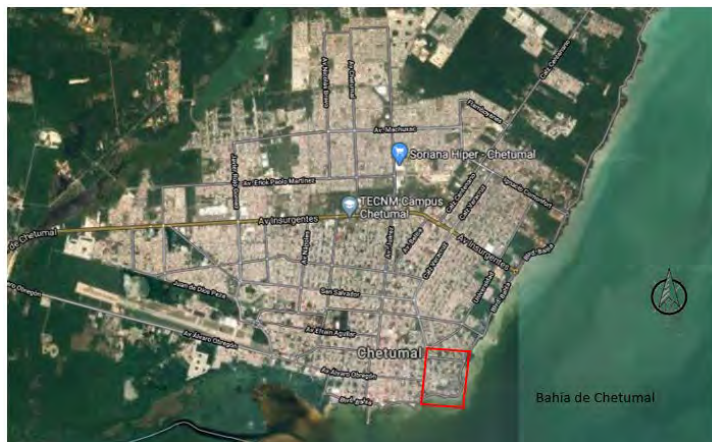


Figura 1. Localización de la Colonia Barrio Bravo en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.  
 Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López, Huay Pix y Xul Há.

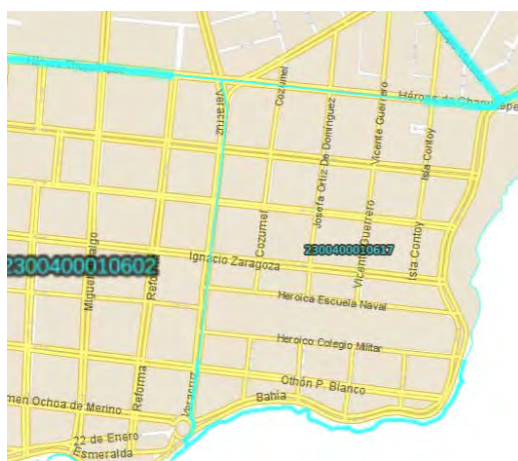
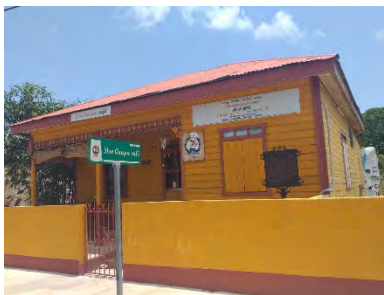


Figura 2. Delimitación de la Colonia Barrio Bravo en la ciudad de Chetumal.  
 Fuente: INEGI

Esta zona es antigua, su origen data entre los años de 1902 a 1922, contiene elementos urbanos y arquitectónicos de riqueza histórica, cultural y natural, como las casas de madera estilo anglo caribeño, el Teatro Constituyentes, el Faro de la ciudad y el Boulevard Bahía.



Figuras 3, 4 y 5. Casas de madera en la colonia Barrio Bravo  
 Fuente: Propia

Se plantearon cinco etapas en el proceso de la investigación: primero la revisión bibliográfica sobre conceptos de imagen urbana, percepción urbana, legibilidad, identidad y apropiación del espacio urbano. Se revisó la información sobre los antecedentes de la colonia Barrio Bravo para conocer su valor histórico y su evolución como una de las primeras colonias de la ciudad.

En la segunda etapa se realizó la identificación de los elementos de imagen urbana en la colonia Barrio Bravo según Kevin Lynch. En un plano se señalaron las sendas, nodos, hitos, barrios y bordes, para después visitar el sitio y tomar fotografías que fueron utilizadas para la identificación del espacio de acuerdo con sus cualidades funcionales y estéticas.

La tercera parte de la investigación consistió en conocer la percepción del espacio urbano a través del usuario, la identificación y relevancia del espacio, por lo que se realizó una encuesta estructurada, por medio de una muestra de tipo probabilístico en un universo de 1354 habitantes de la colonia Barrio Bravo (INEGI, código geoestadístico 2300400010617). La encuesta fue aplicada a 40 personas por su disposición.

El tamaño de la muestra se obtuvo con la ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población, que es 1354

$\sigma$  = Desviación estándar de la población, se usó el 50% (0.5).

Z = Valor del nivel de confianza, se usó el 80% (1.28)

e = margen de error, se utilizó el 9% (0.09)

La encuesta estuvo estructurada para su análisis con las variables de relevancia del espacio, identidad del espacio, legibilidad, valor histórico y ambiental. Se diseñó con una sección de preguntas cerradas, para obtener información precisa sobre la frecuencia de uso del espacio, motivaciones, sensaciones, preferencias y elementos urbanos arquitectónicos relevantes, así como los servicios necesarios para el buen uso y funcionamiento del espacio. La segunda sección fueron preguntas abiertas que permitieron conseguir datos sobre la relación del espacio usuario y su significado.

En la cuarta etapa de la investigación, se realizó un recorrido por las vialidades de la colonia Barrio Bravo para aplicar la técnica de los mapas mentales, con la finalidad de conocer los elementos que son fácilmente percibidos y recordados. Se les solicitó a 15 personas, habitantes de la zona de estudio, que dibujaran un croquis de lo que recordaban de la colonia Barrio Bravo, que mostraran los elementos del lugar que tenían en la mente en ese instante, como calles, casas, tiendas, parques, monumentos, árboles, etc.

Para esta técnica, las personas fueron seleccionadas de modo no probabilístico, por considerar que fueran habitantes de la zona de estudio y mayores de 18 años. Las imágenes mentales que proporcionaron las personas fueron de utilidad para identificar los elementos urbanos que son fácilmente percibidos por los habitantes de la colonia Barrio Bravo. Posteriormente para su análisis, los mapas mentales se clasificaron en mayor y menor detalle de elaboración, identificando los elementos urbanos y arquitectónicos que se recordaron con mayor facilidad.

La quinta etapa de la investigación consistió en el análisis e interpretación de los resultados, para la realización de los criterios de diseño urbano con fines a mejorar la imagen del lugar con base en la percepción del espacio urbano. Cabe mencionar que este estudio es una base para considerar en el reglamento de imagen urbana de la ciudad de Chetumal, ya que se analizan aspectos relevantes del espacio urbano y del usuario. Se enfatiza que la ciudad de Chetumal solo cuenta con un reglamento de imagen urbana del centro histórico, que requiere tener el sustento de estudios más específicos del lugar, ya que tiene ciertos vacíos que son necesarios y urgentes de atender.

## Resultados

Los elementos urbanos de la Colonia Barrio Bravo.

Los elementos de la imagen urbana de la colonia Barrio Bravo que fueron identificados son: Los hitos que son puntos de referencia para la población, son la glorieta al General Lázaro Cárdenas, el Faro de la ciudad, el Teatro Constituyentes y el Salón Bellavista.

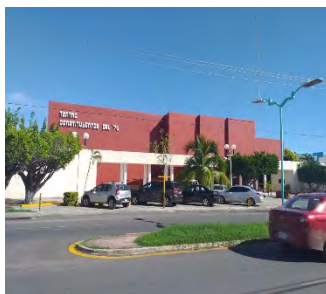
Los nodos, puntos estratégicos de la zona, se señalaron el Parque de la Concha Acústica y la Unidad Deportiva “Bicentenario”. Las sendas que son los espacios por donde el usuario se mueve y percibe el entorno; las principales por su jerarquía son el Boulevard Bahía y la Avenida Calzada Veracruz. El borde es la Bahía de Chetumal, límite natural que tiene un importante valor natural para la ciudad (Ver figura 6).



Figura 6. Elementos de la imagen urbana en la Colonia Barrio Bravo.  
Fuente: Elaboración propia.



Figuras 7, 8 y 9. La primera figura es la glorieta al General Lázaro Cárdenas, la segunda es el Faro de la ciudad, hitos importantes dentro de la zona de estudio y la tercera figura es una toma del borde Boulevard Bahía de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.  
Fuente: Elaboración propia.



Figuras 10, 11 y 12. La primera figura es el Teatro Constituyentes del 74, la segunda es la Av. Ignacio Zaragoza y la tercera figura es el Parque del Caracol de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.  
Fuente: Propia

La glorieta al General Lázaro Cárdenas se encuentra en buen estado, los colores predominantes son el rojo y verde, los materiales de construcción son pétreos, se emplea el concreto estampado; el elemento de mayor jerarquía es el monumento al general Lázaro Cárdenas, hay poca iluminación y no hay vigilancia.

El Teatro Constituyentes del 74, es un recinto importante para la cultura de la ciudad, tiene presencia en la colonia Barrio Bravo por su escala y proporción con respecto a los otros edificios, el material predominante es el concreto

armado, predomina el color rojo y blanco. Posee espacios con poca vegetación y no cuenta con mobiliario urbano suficiente para los usuarios.

El Faro de la ciudad, es un elemento representativo de la historia chetumaleña, el atractivo principal de este espacio es un museo interior, en el cual se narra el origen de este elemento y se muestran fotos de la ciudad de Chetumal antigua. Su grado de afluencia es bajo, sin embargo, debido a la monumentalidad y valor histórico, es un punto de referencia dentro de esa zona.

También se encuentra el Parque de la Concha acústica que demuestra ser un espacio atractivo para la ciudadanía, contiene una concha acústica con un mural en su interior, elemento de mayor jerarquía dentro del parque, que lo vuelve distintivo con respecto a otros espacios, el grado de afluencia es alto ya que ofrece una gran variedad de atractivos, como son juegos infantiles, área de venta de comida, actividades culturales de manera ocasional y en las tardes la gente se reúne para realizar ejercicio. Cuenta con mobiliario en un estado aceptable ya que algunas partes se observan descuidadas. El parque cuenta con áreas verdes, pero en su mayoría son artificiales. La iluminación es aceptable durante la noche.

Otro espacio dentro de la zona de estudio es el Parque del Caracol, el cual ha sido descuidado por la población, la poca vegetación que hay en el lugar está deteriorada, no hay elementos llamativos o atractivos para las personas, no tiene mobiliario urbano, excepto una fuente sin uso, su afluencia es nula. Este parque no se utiliza, no hay presencia de personas, a pesar de que este espacio es recordado por los chetumaleños.

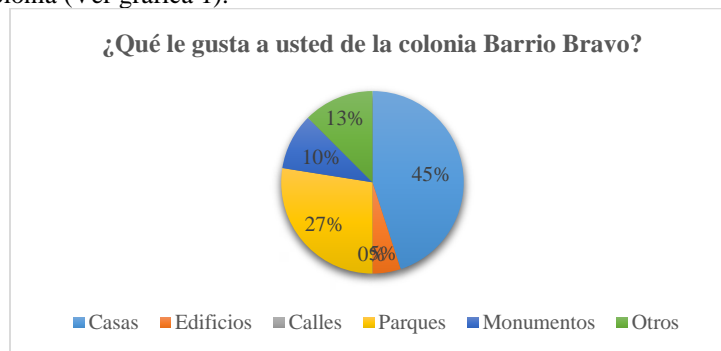
El Boulevard Bahía es el lugar de mayor reconocimiento por los ciudadanos, por su belleza paisajística, sin embargo, existen espacios abandonados que reflejan una imagen descuidada, en mal estado, contiene mobiliario urbano de materiales poco durables, por lo que requieren constante mantenimiento. En algunas partes del boulevard hay presencia de agua estancada, lo que provoca malos olores. Contiene pocas luminarias, lo que ocasiona áreas muy inseguras e inaccesibles para la población.

La percepción del espacio urbano en la colonia Barrio Bravo.

De acuerdo con los resultados, el 70% de los encuestados fueron habitantes de la colonia Barrio Bravo, el 30% fueron visitantes que transitaban por dicha colonia. Las personas de mayor edad afirmaron ser los primeros habitantes de Chetumal y se refieren a la colonia Barrio Bravo como “un espacio con historia pero manchado de inseguridad”.

Entre los hechos históricos más sobresalientes que han perdurado en la memoria colectiva de estas personas y que se ha transmitido por generaciones, son los sucesos ocurridos con el huracán Janet en el año 1955. La mayoría de los habitantes tienen poco tiempo viviendo en esta colonia, entre 5 y 10 años.

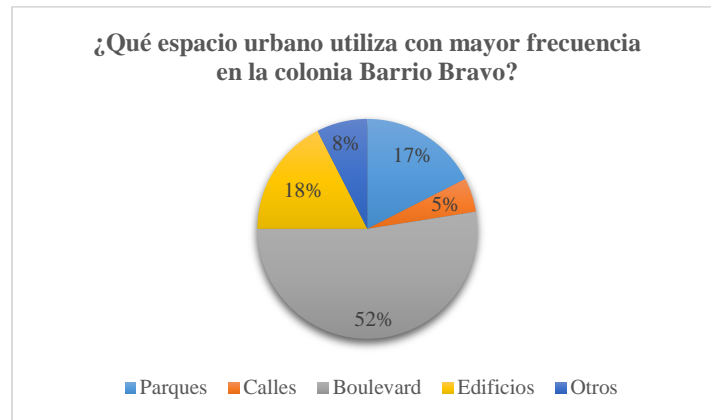
El 45% de las personas encuestadas mencionaron que lo que más les gusta de la colonia Barrio Bravo son las casas tradicionales de madera, el 27% mencionaron los parques que son utilizados para hacer actividades recreativas y de deporte; el 10% se refirieron a los monumentos y el 13% a otros. Ninguno de los encuestados señaló las calles por no contener elementos que les llamen la atención o que recuerden. Posteriormente éstas fueron señaladas como un punto negativo dentro de la colonia (Ver gráfica 1).



Gráfica 1. Elementos urbanos que perciben las personas en la Colonia Barrio Bravo  
Fuente: Elaboración propia.

Al cuestionar a los ciudadanos acerca del espacio urbano que visitan con mayor frecuencia en la colonia Barrio Bravo, el 52% mencionó que el Boulevard Bahía, este espacio es uno de los principales atractivos de la ciudad, es el elemento natural de mayor relevancia para la población. La bahía es un cuerpo de agua que posee una riqueza natural que se caracteriza por su amplitud, colores y vegetación, tales como manglares y palmeras de coco.

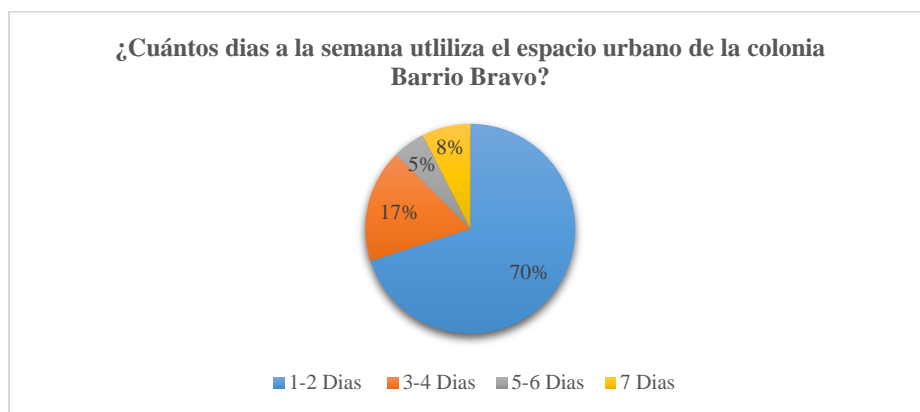
La Bahía de Chetumal se identifica por ser un espacio que usa la gente para diversas actividades sociales, culturales, comerciales y recreativas. Por otro lado, el 18% de las personas señaló que los edificios son los espacios que más se utilizan, principalmente por su uso, cuya preferencia son aquellos de tipo comercial o recreativo. El 17% de los encuestados mencionaron que utilizan más los parques, el 5% las calles y el 8% otros (Ver gráfica 2).



Gráfica 2. Uso del espacio urbano en la Colonia Barrio Bravo  
Fuente: Elaboración propia.

En general, la mayoría de las personas acuden a los espacios urbanos de la colonia Barrio Bravo, por entretenimiento, relajación, para realizar actividades al aire libre, caminar, correr, andar en bicicleta, jugar en los parques o realizar alguna actividad deportiva. Otras actividades que se realizan es la compra de productos locales que se venden por los comerciantes ambulantes, como esquites, marquesitas o machacados.

Referente a los días que son utilizados los espacios urbanos en la colonia Barrio Bravo, el 70% de las personas indicó que visitan el lugar de 1 a 2 días, principalmente los fines de semana, el 13% de 3 a 4 días, el 5% de 5 a 6 días y el 8% los 7 días de la semana, esto se debe a que parte de los encuestados tienen negocios y permanecen en el sitio (Ver gráfica 3).



Gráfica 3. Frecuencia del uso del espacio urbano en la Colonia Barrio Bravo  
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al tiempo de permanencia en el espacio, el 40% de los usuarios se quedan en el lugar entre 1 y 2 horas, el 32% entre 3 y 5 horas. Los vendedores ambulantes permanecen gran parte del día, comenzando su jornada en horarios de 5 a 6 de la tarde y permaneciendo hasta 6 o 7 horas.

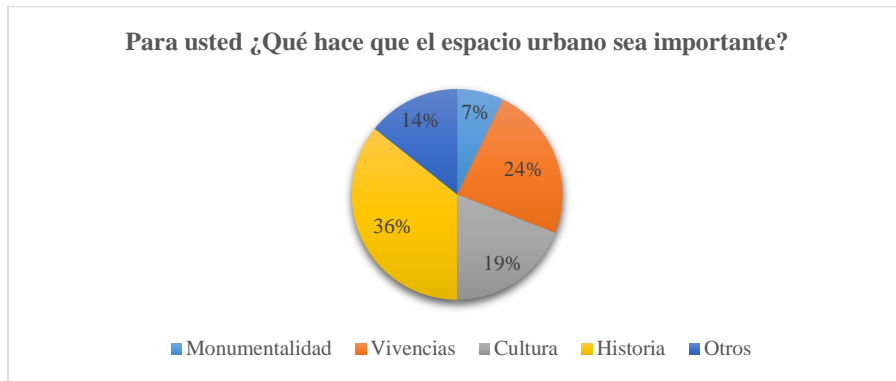
Los elementos urbanos que perciben fácilmente los habitantes de la colonia Barrio Bravo son los que por su permanencia o historia se consideran parte de la identidad de Chetumal, tales como el Faro de la ciudad, las casas tradicionales de madera estilo anglo caribeño, destaca la denominada “casa voladora” (casa que se desplazó por la acción del agua de su sitio original a otro durante el huracán Janet).

La población también identifica las áreas deportivas, como la Unidad Deportiva Bicentenario mejor conocida como CREA, el Campo deportivo 5 de abril, gimnasios al aire libre y parques abiertos que cuentan con actividades de activación física. Otros espacios a los que hacen referencia son los culturales, tales como el Museo del Faro, la Concha acústica y el Teatro Constituyentes del 74. Otros elementos urbanos reconocidos son la glorieta al General Lázaro Cárdenas y la concha acústica, que fueron señalados como puntos de referencia.

En la colonia Barrio Bravo, las calles más legibles por su fácil identificación y reconocimiento son la Calzada Veracruz, la Av. Othón P. Blanco, la calle Ignacio Zaragoza y el Boulevard Bahía. Estas calles primarias son las más transitadas y la gente las identifica como más seguras, mejor iluminadas y con adecuado mobiliario urbano por estar en mejores condiciones.

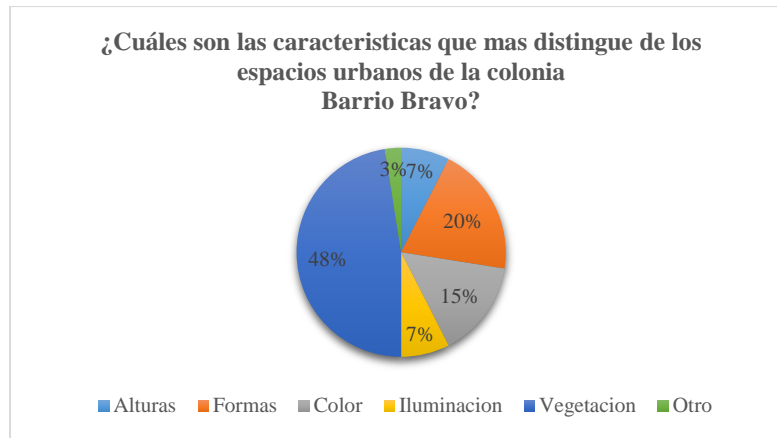
Las calles Cozumel, Josefa Ortiz de Domínguez, Vicente guerrero, Plutarco E. Calles, Lázaro Cárdenas tienen un menor reconocimiento debido a que presentan pocos elementos que pueden ser recordados e identificados fácilmente por el observador. Estas calles poseen el mayor número de casas abandonadas, áreas enmontadas, basura y poca iluminación, por lo que la gente evita transitar por ellas. Las calles con la situación más crítica son las que se localizan a los costados de la unidad deportiva, las cuales llevan por nombre Heroico Colegio Militar y Heroica Escuela Naval.

Referente a la importancia que le dan los usuarios al espacio, el 36% mencionó que la historia del lugar es lo más relevante y fácil de recordar para los habitantes, así como también las actividades que se realizan en éste, principalmente los eventos culturales al aire libre. El 24% mencionó que las vivencias que se crean en un espacio son las más fáciles de recordar y que vuelven significativos los espacios, el 19% dijo que la cultura es sustancial para que los espacios tengan relevancia e importancia para la población (Ver gráfica 4).



Gráfica 4. Importancia del espacio urbano en la Colonia Barrio Bravo  
Fuente: Elaboración propia.

Los elementos formales que más les llama la atención a los ciudadanos en la colonia Barrio Bravo son el color, la altura, la forma cuadrada o rectangular de las edificaciones y los detalles constructivos por utilizar materiales como la madera, el concreto y el acero. Los habitantes recuerdan la vivienda tradicional por sus materiales y el sistema constructivo tipo palafito. Las personas encuestadas mencionaron que las características que más distingue al espacio urbano de Barrio Bravo son la vegetación, las formas, el color, la iluminación y las alturas (Ver gráfica 5).



Gráfica 5. Características distintivas del espacio urbano en la Colonia Barrio Bravo  
Fuente: Elaboración propia.

Sobre los aspectos positivos que se identifican en el lugar, el 38% de la población encuestada mencionó que la tranquilidad es muy evidente, refiriéndose a la poca la cantidad de gente que transita por las calles para relajarse, descansar y conversar con vistas a la bahía de Chetumal. El 32% mencionó que las actividades son un factor positivo para que se use y frecuente el espacio. El 13% mencionó la comodidad, el 11% la interacción social y el 6% otros.

En cuanto a los aspectos negativos, el 40% dijo que el deterioro de los espacios es notorio, afirmando que los principales problemas de la colonia Barrio Bravo son la inseguridad en las calles, por el alto índice de delincuencia. En el área de estudio se encontraron lotes y casas abandonadas, terrenos con basura y espacios sin uso, por lo que se crea sensaciones de peligro y suciedad, así como también existe el riesgo estructural que provocan los hundimientos en las viviendas y calles. La colonia presenta daños de alto riesgo para los habitantes del lugar.

El 32% mencionó la deficiencia de los servicios públicos; los usuarios dijeron que la infraestructura del lugar es insuficiente y se encuentra en mal estado (agua potable, energía eléctrica, drenaje, pavimentación). El servicio de agua potable es deficiente, funcionando únicamente pocas horas al día, por lo que los habitantes recurren a almacenar el agua en cisternas y distintos contenedores como cubetas para contar con el recurso. Las viviendas no cuentan con drenaje y hacen uso de fosas sépticas.

Por lo anterior, los habitantes resaltaron un sentimiento de marginación, ya que se sienten ignorados por las autoridades por la falta de atención en los servicios públicos como el alumbrado, agua potable y desalojo de las aguas negras y pluviales.

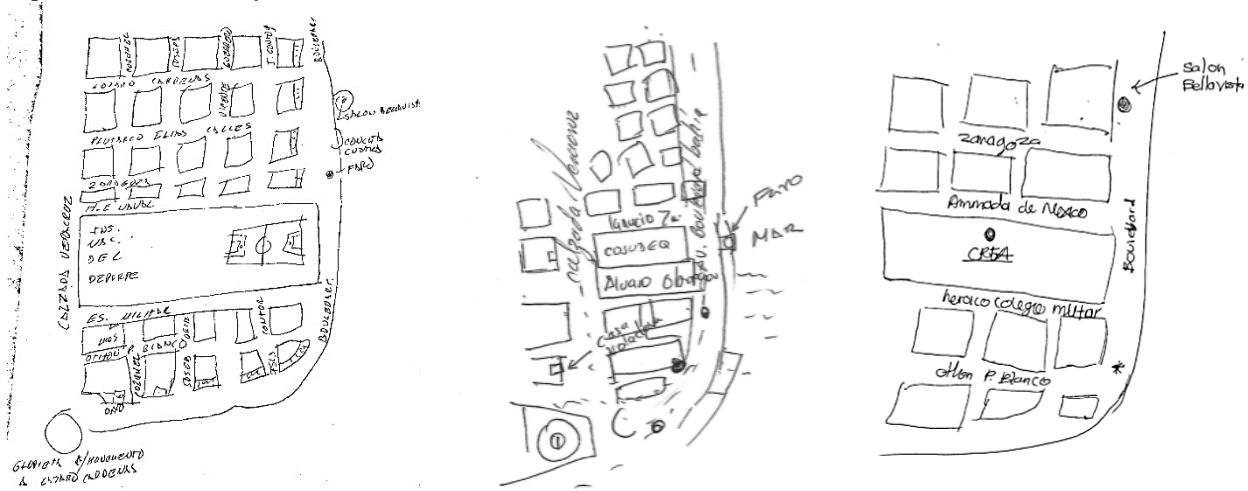
También los resultados de las encuestas mostraron que los ciudadanos se ven interesados en un espacio nuevo que cuente con innovaciones tecnológicas, ya que la tecnología se ha convertido en algo de suma importancia para la sociedad, como es el uso del internet en los parques y áreas verdes, así como el uso de lámparas ecológicas. Otro punto importante que expresaron los encuestados es la integración de la naturaleza con el entorno construido, ya que las áreas verdes resultan atractivas para los ciudadanos y se pueden aprovechar como un aspecto visual para fortalecer la percepción.

La percepción del espacio urbano a través de los mapas mentales.

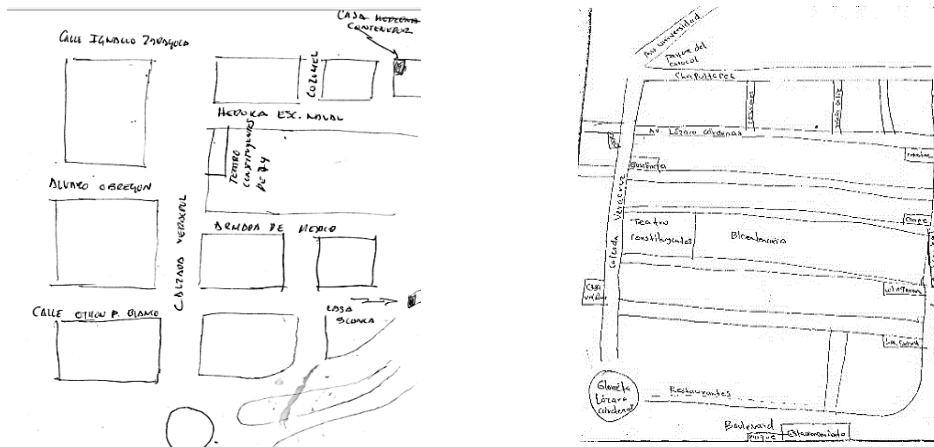
Los mapas mentales como instrumento de investigación sirvieron para conocer los diversos elementos del entorno que son fácilmente percibidos por los usuarios y extraer información sobre el conocimiento ambiental de la ciudad. En total se realizaron 15 mapas mentales. Para el análisis se clasificaron los mapas en dos grupos, los que fueron realizados con mayor detalle y los que mostraron un menor detalle, en total fueron 5 con mayor detalle y 10 con menor detalle.

A continuación de presentan algunos ejemplos:

Mapas mentales con mayor detalle:



Mapas mentales 1, 2 y 3, elaborados por los habitantes de la colonia Barrio Bravo, el primero por una persona de 56 años, el segundo de 48 años y el tercero de 41 años.



Mapas mentales 4 y 5, elaborados por los habitantes de la colonia Barrio Bravo, el primero por una persona de 48 años, el segundo de 22 años.

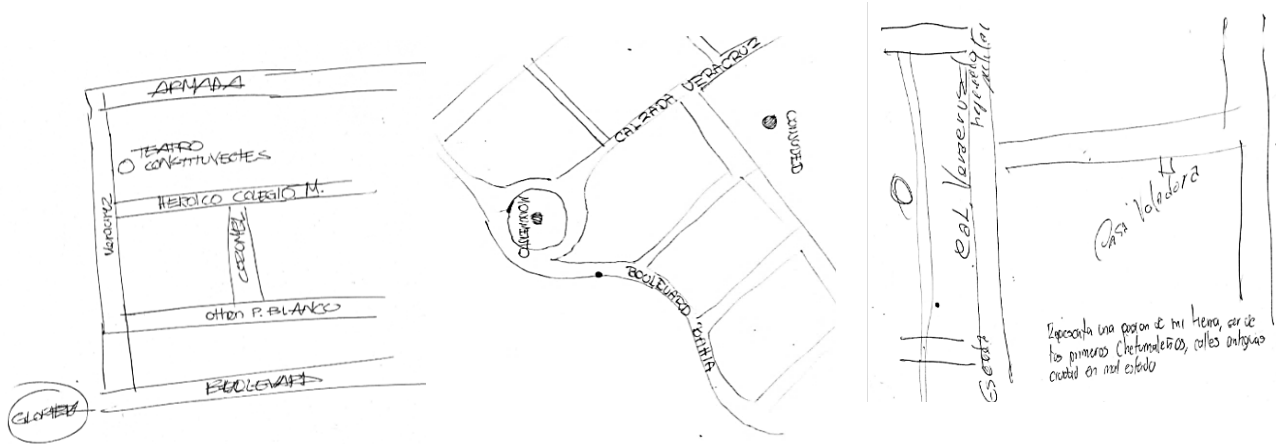
En los mapas que se realizaron con mayor detalle, se observa un predominio claro de elementos urbanos lineales como son las sendas y elementos aislados como los hitos que se encuentran en el lugar. Se recuerda con mayor facilidad el Boulevard bahía y la Avenida Calzada Veracruz, que fueron representadas con mayor nitidez, debido a su jerarquía en esa zona y a su función recreativa y comercial. También se nombraron calles secundarias como las nombradas Gral. Lázaro Cárdenas, Plutarco Elías Calles, Armada de México, Heroico Colegio Militar y Othón P, Banco. Las personas recuerdan la glorieta al General Lázaro Cárdenas, el Faro de la ciudad, el Teatro Constituyentes y en algunos casos, el salón Bellavista como puntos de referencia. El nodo que se señaló con mayor frecuencia fue la Unidad Deportiva.

Entre los elementos urbanos menos recordados se encuentran las casas tradicionales de madera estilo anglo caribeño y los parques circundantes. Pocas personas señalaron la “Casa voladora”, que por su historia es conocida por algunos ciudadanos locales, sin embargo, no se recuerda correctamente su ubicación. Se puede resaltar que los elementos urbanos identificados no fueron por sus cualidades formales o arquitectónicas, sino por el tiempo de permanencia y el significado que tienen para la población como su historia y uso. No hay elementos que se destaquen por su diseño en el espacio urbano. No se identificaron elementos naturales, a pesar de que existe vegetación endémica; árboles frutales como el mango, tamarindo, coco, ciruela, grosella, limón y naranja agria.

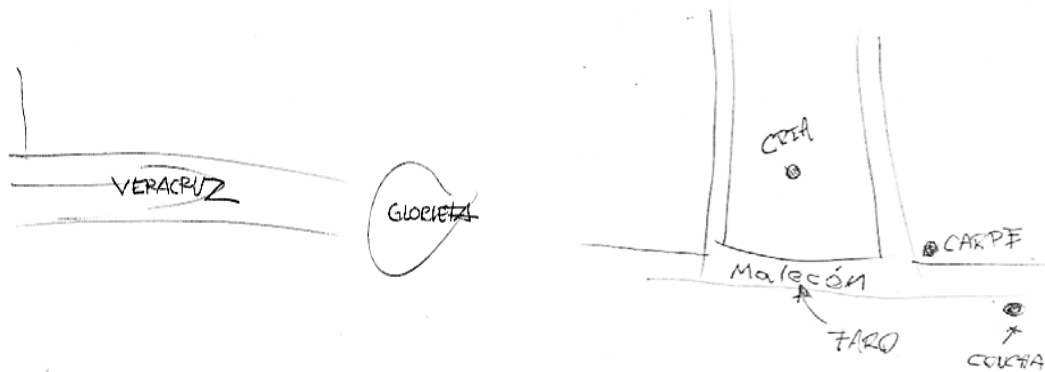


Respecto a la limitación del área territorial representada por los habitantes de la colonia Barrio Bravo, se observa una similitud entre ellos, al reflejar el espacio urbano en su conjunto, delimitado por las sendas principales, de manera que el plano recoge información de las calles próximas del lugar donde viven, por otro lado, todos los mapas están orientados de manera similar, aproximándose a la orientación geográfica real.

Mapas mentales con menor detalle:



Mapas mentales 6 y 7, elaborados por los habitantes de la colonia Barrio Bravo, el primero por una persona de 43 años, el segundo de 38 años y el tercero de 66 años.



Mapas mentales 8 y 9, elaborados por los habitantes de la colonia Barrio Bravo, el primero por una persona de 76 años y el segundo de 19 años.

En los mapas con menor detalle se observa la predominancia de sendas principales como la Avenida Calzada Veracruz y el Boulevard Bahía, seguido de los hitos, donde se recuerda la glorieta con el Gral. Lázaro Cárdenas, el Teatro Constituyentes y el faro de la ciudad. El nodo que sobresale es la Unidad deportiva “Bicentenario”. En un caso se recordó la casa voladora, señalando que se encuentra en mal estado y con una gran pérdida de su valor histórico. No se muestran detalles o cualidades de los elementos urbanos, ni tampoco arquitectónicos.

Los elementos que fueron recordados se asocian a su función, por las actividades que se llevan a cabo y que son utilizados con frecuencia por los habitantes del lugar, como es el caso de las sendas principales y la unidad deportiva. Los límites de la zona de estudio son variados y dispersos, donde sobresalen los elementos urbanos con mayor reconocimiento. En cuanto a la estructura y orientación de los croquis hay pocas similitudes entre ellos.

Criterios de diseño urbano:

A continuación, se presentan los criterios de diseño urbano para la colonia Barrio Bravo de la ciudad de Chetumal, basados en la percepción del espacio urbano.

Arquitectónicos: Para que exista una mayor percepción del espacio urbano, se debe procurar los contrastes en las fachadas, la volumetría, los colores, texturas, jerarquizar los objetos arquitectónicos, para que el observador reconozca y recuerde fácilmente. La tipología de las viviendas y los edificios deben responder al lugar geográfico, el clima y a la cultura de la sociedad chetumaleña.

Considerar elementos arquitectónicos de la arquitectura anglo-caribeña por su fácil identificación, detalles de madera, el uso de colores pasteles y el sistema de palafitos en el cual las edificaciones están levantadas por encima del suelo. Preservar las casas de madera, que son parte de la historia de la ciudad de Chetumal, proporcionar información a la población por medio de placas informativas sobre su sistema constructivo, integración con el medio natural y su aportación cultural. También promover la realización de eventos culturales relacionados con la importancia de cuidar y valorar el patrimonio histórico edificado.

Urbanos: Implementar políticas de mejoramiento urbano que beneficien a los habitantes de la colonia Barrio Bravo, en cuanto a vivienda, equipamiento urbano, infraestructura, vialidades, mobiliario urbano y medio ambiente. Ampliar el ámbito de aplicación del reglamento de Imagen Urbana de la ciudad de Chetumal, donde se involucre la participación de la sociedad en general y se vigile el cumplimiento de las normas y acciones.

Para facilitar la percepción el espacio urbano, se requiere tener mayor jerarquía en los elementos históricos, naturales y espacios abiertos como los parques y calles, dándoles características particulares que puedan ser identificadas, utilizando una adecuada iluminación, mobiliario urbano acorde al sitio, uso de la vegetación para propiciar confort y diversidad de sensaciones, así como también, el buen diseño de los pavimentos y áreas verdes, donde se perciban transiciones entre un espacio y otro. Propiciar la accesibilidad a las personas, garantizando la utilización del espacio la mayor parte del día, la movilidad integral y la conectividad. Procurar espacios limpios y seguros.

Es importante la creación de áreas sombreadas que permitan el uso óptimo de los espacios durante el día. Incluir y conservar la vegetación característica del lugar. En el boulevard bahía se identifica con facilidad la uva de mar, las palmeras, el manglar, los almendros, la bougainvillea y arbustos de la región.

Las intervenciones en el espacio urbano deben considerar como parte de su mobiliario; luminarias, botes de basura, bancas y otros muebles para el descanso, los cuales deben recibir mantenimiento constante. El mobiliario urbano debe ser funcional, estético, que se integre con los elementos característicos del entorno. En las calles y parques, definir remates visuales con los elementos representativos de la ciudad, integrando los elementos naturales que se encuentran en el lugar. Enmarcar y enfatizar los hitos, dándole jerarquía entre los elementos circundantes. La numeración y nomenclatura de las calles es importante para su identificación dentro de la ciudad.

Diseñar el espacio urbano tomando en cuenta a los usuarios, la cultura predominante, la historia y el medio ambiente natural. Es importante realizar talleres de participación ciudadana, ya que se requiere que las acciones propuestas se lleven a la realidad, es necesario organizar a los habitantes para que las prioridades de los proyectos de diseño urbano sean las que demanda la sociedad de acuerdo con sus necesidades. En cuanto a la infraestructura es necesario dotar de alumbrado público a la colonia Barrio Bravo, para propiciar la seguridad. También se debe contar con un sistema de alcantarillado que garantice el desalojo de las aguas en el menor tiempo posible por los riesgos de inundación que presenta la zona.

La ciudad cuenta con pocos lugares de esparcimiento, es recomendable rehabilitar las zonas abandonadas de la colonia Barrio Bravo, creando nuevas áreas públicas que aportarían mayor dinamismo, más seguridad para los habitantes y reactivación de la economía. Las propuestas de intervención urbana deben ofrecer diversidad de usos y actividades, principalmente recreativas, logrando un lugar más atractivo y llamativo para los habitantes y visitantes, como pueden ser áreas de juegos infantiles, áreas comerciales, deportivas, culturales y turísticas.

Se resalta que debe ser prioritario conservar la historia, la cultura, los elementos que le han dado por años sentido y convivencia social a los espacios urbanos, rescatar y conservar lo que es de la población y comprometerse a forjar una identidad local.

#### Discusión

La colonia Barrio Bravo de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, presenta una imagen urbana estructurada por sendas, hitos, nodos, barrios y bordes, los cuales son percibidos e identificados por su historia, presencia en el tiempo,

ubicación, por sus actividades, principalmente comerciales y de recreación, sin embargo, no son percibidas fácilmente por sus cualidades formales, a pesar de que algunos de ellos presentan una forma particular, como es el caso de las casas de madera, el faro de la ciudad y el parque de la concha acústica.

En la colonia Barrio Bravo, las personas identifican pocos elementos urbanos como hitos, sendas y nodos, porque no contienen lo esencial para poder transitar en ellos cómodamente, la falta de iluminación y mobiliario urbano adecuado provoca abandono e inseguridad, incitando a las personas a tomar otros caminos más accesibles, en ocasiones se alejan de su entorno buscando otros espacios que les proporcionen nuevas experiencias, sensaciones y actividades diversas para satisfacer sus necesidades.

Los elementos físicos que articulan la zona no presentan una diversidad visual para sus habitantes, como el arbolado, las formas de las edificaciones, el color, los materiales de construcción, sino que la diversidad de actividades culturales y recreativas son las de mayor reconocimiento. El borde de la ciudad es el Boulevard que se encuentra a orillas de la bahía de Chetumal, elemento que se integra con el medio natural, sobresale el agua y la vegetación, sin embargo, los habitantes de la colonia Barrio Bravo no lo perciben como parte elemental dentro de su contexto.

En concordancia con Briceño (2002) y García (2013), la percepción del espacio urbano depende principalmente del aspecto social, pues éstos adquieren significados cuando la sociedad los identifica y usa, de esta manera comienza a ponerles atención y a preocuparse por ellos, por otro lado, también la conformación de la estructura de la ciudad, las cualidades formales plasmadas en las edificaciones, la calidad de la estética y el diseño del espacio urbano, permiten la legibilidad y fácil percepción del entorno.

Por lo tanto, el reto principal del diseño urbano es que el espacio público sea percibido por los usuarios, por tener carácter, identidad y significado para la población, por lo que es necesario poner atención a los aspectos sociales, culturales, históricos, económicos, políticos y ambientales del lugar, de esta manera se logrará mejorar la calidad del espacio urbano.

Briceño (2002) menciona que las propiedades formales del espacio urbano dependen de su ubicación y función en él, lo que permite la percepción e identificación de la estructura del entorno. En acuerdo con este autor el espacio urbano depende de su aspecto físico, así como de la relación entre el espacio usuario, implicando relaciones de la vida social, como la diversidad de actividades requeridas por la población, la accesibilidad, la legibilidad de la estructura a través de los elementos urbanos, que se encuentren bien definidos y diferenciados. De la misma manera, siguiendo la misma tendencia, Garfias, Guzmán (2018), después de analizar los entornos urbanos consolidados bajo los planteamientos de ciudades humanas, llegan a la conclusión que los factores que influyen en éste, son los factores propios del habitante urbano basados en su percepción y comportamiento, por otro lado, los factores propios del entorno espacial percibido por el habitante.

En la colonia Barrio Bravo de la ciudad de Chetumal, se identificaron los elementos que configuran el entorno físico, como son las sendas principales, hitos, nodos, barrios y bordes, de acuerdo con Kevin Lynch (1974), en lo que se refiere a su ubicación y detalles urbanos arquitectónicos sobresalientes; respecto a su forma, color, acabados y proporciones. Lo que el ser humano puede percibir a través de la vista y otros sentidos, como lo explica Bailly (1979), por lo que también fue importante conocer el comportamiento del usuario a través del grado de confort al elegir los lugares de permanencia y los espacios que son percibidos como seguros. También se realizó el análisis que engloba la relación usuario espacio, es decir los factores que se perciben por el uso, experiencias y la emotividad que se produce al permanecer en el espacio urbano.

Con la información obtenida sobre la percepción del espacio urbano en la colonia Barrio Bravo de la ciudad de Chetumal y considerando las aportaciones de los autores sobre este tema, en el diseño de la ciudad, es necesario involucrar a la población, quien es la que habita el lugar, comprender sus actitudes, motivaciones y emociones que se presentan en un determinado espacio urbano, buscando a través de la memoria colectiva, los elementos que a través del tiempo, historia y cultura forman parte de la identidad y significado.

Por tal motivo, en afinidad con los autores Kevin Lynch (1985), Fernández (1993), Agusti (2005), Vara (2008) y Garfias (2016), el levantamiento de la información y análisis de campo a través de técnicas de investigación cualitativa, contribuyen a obtener información relevante sobre las relaciones socio espaciales, donde las entrevistas, encuestas y mapas mentales, resultan ser muy valiosos en determinar la manera en que las personas perciben el espacio, desde sus

experiencias, intereses personales, motivaciones, vida cotidiana y las cualidades formales y espaciales del entorno urbano.

Por lo tanto la investigación urbana cualitativa y cuantitativa permitirá mejores aportaciones al diseño de la ciudad, con ambientes urbanos más habitables, al ser percibidos por sus cualidades espaciales y permitir relaciones entre el hombre-entorno y lograr el objetivo principal del diseño urbano, como dice Fox (2012), transformar espacios urbanos “comunes y corrientes” en espacios “culturalmente extraordinarios”, por estar mejor relacionados con los valores de la sociedad, así como también, considerar el medio ambiente natural que permita la armonía y confort visual.

Así mismo, retomando lo que menciona Borja (2000) y Briceño (2005), sobre el diseño urbano que debe lograr el vínculo entre el hombre y la ciudad, considerando el lugar, la historia, la cultura, la sociedad y el medio ambiente, es importante también que las autoridades locales estén convencidas e involucradas en realizar y aplicar políticas relacionadas con la planificación territorial y urbana, implicando a los ciudadanos en la toma de decisiones. También es muy importante que el diseño de la ciudad esté a cargo de los especialistas quienes son los que conocen las bases y el trabajo integral que se requiere para lograr un espacio urbano habitable.

### Conclusiones

La colonia Barrio Bravo en la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo posee características distintivas de otras, por ser uno de los primeros asentamientos humanos, en la actualidad contiene pocas casas estilo anglo caribeño, calles y otros elementos urbanos que son parte de la historia del lugar. Sin embargo, con el paso del tiempo se fue perdiendo el significado y reconocimiento de éstos.

La percepción de los usuarios se enfoca principalmente en la diversidad del uso del suelo, las actividades que se llevan a cabo en él, como son las recreativas y comerciales. El espacio urbano no es percibido fácilmente por sus características espaciales o formales. En general, la población percibe el entorno de acuerdo a sus intereses personales y vida cotidiana, por tal motivo el diseño urbano debe enfocarse a proporcionar mejores espacios para el desarrollo de las actividades diarias de los habitantes.

En la colonia Barrio Bravo se percibe el espacio urbano como inseguro, deteriorado, abandonado y se reconoce la deficiencia de los servicios públicos. Se requieren espacios integrados con la naturaleza y el entorno construido, donde se destaquen los elementos que son parte de la historia de la ciudad como son las casas de madera estilo anglo caribeño, los hitos representativos de la zona, en las sendas que se procure mayor movilidad y accesibilidad para todas las personas y que los nodos contengan el mobiliario urbano adecuado para el desarrollo de las actividades.

Los mapas mentales como herramienta de análisis en el estudio de la percepción del espacio urbano, fue de gran utilidad para obtener las imágenes que más recuerda la gente y que les sirven para orientarse dentro de la ciudad, así como aquellos elementos que son fácilmente percibidos por sus cualidades o por contener un significado. Se pudieron identificar elementos urbanos sobresalientes como hitos, sendas, nodos y bordes que son fácilmente percibidos por los usuarios.

La investigación cualitativa permite que los usuarios expongan sus opiniones y por medio de ellas se puedan generar espacios urbanos más accesibles y coherentes con la realidad. Escuchar a las personas permite satisfacer de la mejor manera sus necesidades y toda intervención urbana debe considerar la participación de la sociedad, para que, de esta manera el espacio urbano sea valorado y cuidado por la población, mostrando su trascendencia en cada época, su identidad y su significado.

### Referencias citadas

- Agusti, A. (2005), *Mapas mentales y ciudad*, en Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología, vol. 15, núm. 42, enero-abril, pp. 104-113 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/705/70504208.pdf>
- Bailly, Antoine S. 1979. *La percepción del espacio urbano*, colección Nuevo Urbanismo, No. 29, España.
- Briceño Avila, M. (2002). *La Percepción Visual de los Objetos del Espacio Urbano. Análisis del Sector El Llano del Area Central de la Ciudad de Mérida*. Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología, vol. 12, núm. 33, enero-abril, pp. 84-101 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/705/70511244006.pdf>

- Briceño Ávila, M. Gil Scheuren, B. (2005). *Ciudad, imagen y percepción*. Revista Geográfica Venezolana, vol. 46, núm. 1, enero-junio, pp. 11-33 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730348005.pdf>
- Briceño-Ávila, M. (2018). *Paisaje urbano y espacio público como expresión de la vida cotidiana*. Revista de Arquitectura (Bogotá), 20 (2), 10-19. doi: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.1562>. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rarq/v20n2/2357-626X-rarq-20-02-10.pdf>
- Borja, J. (2000). *El espacio público, ciudad y ciudadanía*. En sistemamid, pp.1-91, Barcelona. Recuperado de: <http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7110/7112/82753.pdf>
- Fernández F., García C. (1993). *Los mapas mentales como fuente de información sobre la imagen urbana, una aplicación práctica*, en dialnet.unirioja.es., pp. 45-57. Recuperado de [file:///C:/Users/hp/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Dialnet-LosMapasMentalesComoFuenteDeInformacionSobreLaImag-2282487%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/hp/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Dialnet-LosMapasMentalesComoFuenteDeInformacionSobreLaImag-2282487%20(2).pdf)
- Fox Timmling, H. (2001). *En torno a la identidad urbana*. En Urbano, vol. 4, núm. 4, julio, pp. 81-86. Universidad del Bío Bío Concepción, Chile. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/198/19840419.pdf>
- Fox Timmling, H. (2012). *Memorias urbanas, cotidianeidad, identidad y trascendencia en la ciudad*. En Urbano, Vol. 15, No. 25, pp. 8-16, Concepción, Chile. Recuperado de: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/256/223>
- García-Doménech, S. (2013). *Percepción social y estética del espacio público urbano en la sociedad contemporánea*. En Arte, Individuo y Sociedad, No. 26 (1), pp. 165-182. Recuperado de: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/37575/1/2013\\_Garcia-Domenech\\_AIS.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/37575/1/2013_Garcia-Domenech_AIS.pdf)
- García, S. (2017). *Diseño urbano y espacio público en contextos de regeneración urbana integrada, conceptos, marco institucional y experiencias recientes*, en Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism, ISSN 2341-0531, No. 8, págs. 214-227. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6836917>
- Garfías Molgado, A.; Guzmán, A. (2018). *Metodología para el análisis de la habitabilidad urbana*. En Arquitectura y Urbanismo, vol. XXXIX, núm. 1, 2018, pp. 75-87 Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3768/376858935007/376858935007.pdf>
- Guzmán, A., Garfías A., Padilla A. (2018). *Metodología para el análisis de la forma urbana. Caso de estudio: Piletas IV, León, Guanajuato, México*. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, núm. 23, 2018 Universidad Autónoma del Estado de México, México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4779/477954382025/477954382025.pdf>
- H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, Quintana Roo (2018). *Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López. Huay Pix y Xul Há.* Recuperado de: [https://drive.google.com/file/d/1Mew8p8x1tvVpUpMHZtf5-Q0mx\\_v\\_FtBu/view](https://drive.google.com/file/d/1Mew8p8x1tvVpUpMHZtf5-Q0mx_v_FtBu/view)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), <https://www.inegi.org.mx/>
- Lynch, Kevin, 1974. *La imagen de la ciudad*, 3 ed. Infinito, Buenos Aires.
- Martínez, E. (2014). *Configuración urbana, hábitat y apropiación del espacio*, en Revista electrónica de geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona. Vol. XVIII, núm. 493 (33), pp. 1-20. Recuperado de <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/15022/18375>
- Pérez H., E. (2004). *Percepción del espacio público*. Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 1, núm. 8, enero-diciembre, pp. 27-31 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18753/19648>
- Romero, R., Benítez López (2014). *El proceso histórico de conformación de la antigua Payo Obispo (hoy Chetumal) como espacio urbano fronterizo durante la etapa de Quintana Roo como Territorio Federal*, Península vol. IX, núm. 1 enero-junio, pp. 125-140. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/peni/v9n1/v9n1a6.pdf>
- Valdivia, Arturo (2014). *La calidad de la imagen urbana. Categorías visuales del estado estético de Comas*, en Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 24, núm. 2, julio-diciembre, pp. 31-43 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/748/74833911003.pdf>
- Vara, J. (2008). *Cinco décadas de Geografía de la percepción*, en Ería: Revista cuatrimestral de geografía, ISSN 0211-0563, N° 77, 2008, págs. 371-384. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2927235>
- Villena Martínez M. (2012). *Percepción y espacio urbano: el comportamiento de los habitantes del barrio María Auxiliadora de Novelda (Alicante)*. En GeoGraphos: Revista Digital para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales, ISSN-e 2173-1276, Vol. 3, N°. 29, 2012, págs. 1-15. DOI: 10.14198/geogra2012.3.29. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3998411>

## ESQUEMAS DE OPTIMIZACIÓN MULTIRESPUESTA PARA EL DISEÑO ROBUSTO DE PARÁMETROS

Armando Mares Castro<sup>1</sup>

ARTICULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 09/06/2020      Aceptado: 06/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** En éste artículo se proponen dos esquemas de optimización multirespuesta para la experimentación tipo Taguchi, también llamada Diseño Robusto de Parámetros. El caso de análisis trata sobre la optimización de dos propiedades mecánicas importantes en la suela de hule para calzado: Dureza y carga máxima, las cuales se analizan en laboratorio a partir de las normativas ASTM D412 Y ASTM D2240. El primer esquema de optimización está basado en el uso de la función de deseabilidad para respuestas múltiples y el segundo esquema tiene un fundamento económico y está basado en la función de pérdida de Taguchi. Las pruebas fueron realizadas en el proceso de vulcanización con la finalidad de determinar los mejores niveles para los factores de control que cumplan con el criterio de una solución robusta: El desempeño promedio más cercano al valor Target con la menor variación alrededor de ella en todas las variables de calidad involucradas.

**Palabras clave:** Optimización, Deseabilidad, Genéticos, Hule.

### MULTI-RESPONSE OPTIMIZATION SCHEMES FOR ROBUST PARAMETER DESIGN

**Abstract.-** In this article, two multi-response optimization schemes are proposed for Taguchi-type experimentation, also called Robust Parameter Design. The case study deals with the optimization of two important mechanical properties in the rubber sole for footwear: Hardness and maximum load, which are analyzed in the laboratory based on ASTM D412 and ASTM D2240 standards. The first optimization scheme is based on the use of the desirability function for multiple responses and the second scheme has an economic basis and is based on the loss function of Taguchi. The tests were carried out in the vulcanization process in order to determine the best levels for the control factors that meet the criteria of a robust solution: The average performance closest to the Target value with the least variation around it in all quality variables involved.

**Keywords:** Optimization, Desirability, Genetic, Rubber.

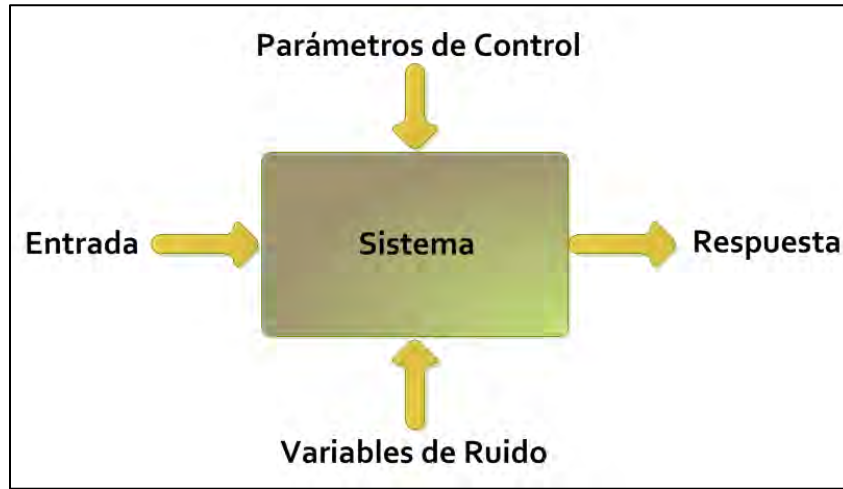
#### Introducción

Un concepto de importancia en la mejora de calidad moderna es el uso de las técnicas de diseño experimental para la generación de productos robustos, éste adjetivo sirve para nombrar aquellos productos que tienen menor sensibilidad a imperfecciones de manufactura, deterioro ambiental y en general al efecto que producen los factores que se encuentran en el medio y son difíciles de controlar, a los cuales se les denomina *factores de ruido*. El Diseño Robusto de Parámetros (DRP) fue desarrollado por el Dr. Genichi Taguchi, mediante el uso de un doble arreglo experimental en el cual se agregan los factores manipulables en el proceso llamados *factores de control* al arreglo interno y en el arreglo externo se agregan aquellos factores que son difíciles de controlar o de ruido. Una fila de ésta matriz experimental consta de la combinación de niveles tanto en los factores de control como de ruido y se le denomina *tratamiento*. La región experimental se define como el área delimitada por los valores extremos de los factores de control bajo estudio. Uno de los objetivos del DRP es que la media del proceso sea lo más cercana al valor objetivo de la característica de calidad del producto, a la cual se le denomina *valor Target (M)*, el valor Target también puede establecerse como una característica de calidad a maximizar o minimizar. El modelo de Taguchi permite modelar también la varianza del proceso alrededor de la media, el cual debe minimizarse para lograr el objetivo del DRP, es decir, encontrar aquella solución para los factores de control en la cual los factores de ruido tienen el menor efecto y provocan la menor variación al proceso. El fundamento del DRP se muestra en la Figura 1, se tiene el esquema genérico de un proceso con entradas y salidas, pero se observa que dichas salidas estarán en función de factores controlables, así como de factores de ruido que estarán entrando en el sistema, en la filosofía de Taguchi se considera que los factores de ruido son los que provocan la variación en la respuesta o característica de calidad en un proceso.

---

<sup>1</sup> Armando Mares Castro. [armando.mc@purisima.tecnm.mx](mailto: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 corresponsal**).

Figura 1. Esquema general de un diseño robusto



Elaboración Propia

Actualmente, las compañías manufactureras que deseen competir en el mercado deben cumplir con las características de calidad requeridas en su producto, a esto se le llama la *voz del cliente*. Las metodologías actuales para la administración de la calidad y resolución de problemas, ejemplo el Seis Sigma, 8 D's, ISO 16949, Core Tools, entre otras, exigen el uso de herramientas con las que pueda verificarse la mejora en los procesos y esto puede lograrse a través de la obtención de los parámetros óptimos de los procesos. El diseño experimental es ampliamente utilizado para la mejora de los procesos mediante la obtención de los parámetros óptimos de calidad asociados a las características de calidad en el producto. En algunos casos, se requiere el cumplimiento de más de una característica de calidad en un proceso, lo cual implica que la optimización debe generar una combinación de niveles en los parámetros del proceso que cumplan de forma satisfactoria con todos los objetivos de calidad, éste tipo de optimización es llamada *optimización multi objetivo* u *optimización multirespuesta*.

El modelado de los factores de control puede realizarse mediante el uso de diseños a dos niveles como los diseños factoriales o diseños fraccionados, también pueden utilizarse modelos de superficie de respuesta a 3 niveles, tales como el diseño Box-Behnken o el diseño Central compuesto. Uno de los objetivos de ésta propuesta es el uso del modelado de la media y la varianza a través de un diseño experimental para el caso de dos variables críticas de calidad en el hule para la suela de calzado, con la finalidad de obtener los niveles de los factores de control que cumplan de forma adecuada el esquema de optimización más adecuado en base a los requerimientos de calidad.

La estrategia experimental seleccionada es la del doble arreglo ortogonal. Para el caso de una variable, considere el uso de  $k$  factores de control denotados por  $X_1, \dots, X_k$ , y  $q$  factores de ruido expresados por  $Z_1, \dots, Z_q$ . En el arreglo interno se utilizan las combinaciones de niveles en los factores de control, mientras que en el arreglo externo se ubican las combinaciones de los niveles para los factores de ruido, el arreglo para los factores de ruido puede estar constituido también por réplicas de las observaciones experimentales para cada tratamiento. El esquema experimental se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura experimental en doble arreglo ortogonal.

		$Z_1$	$z_{11}$	$\dots$	$z_{m1}$			
		$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$			
		$Z_q$	$z_{1q}$	$\dots$	$z_{mq}$			
$Y_1$	$\dots$	$Y_m$				Media	DE	SR
$Y_{11}$	$\dots$	$Y_{1m}$	$Y_{11}$	$\dots$	$Y_{m1}$	$\bar{Y}_1$	$s_1$	$SR_1$
$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\bar{Y}_n$	$s_n$	$SR_n$
$Y_{n1}$	$\dots$	$Y_{nm}$	$Y_{n1}$	$\dots$	$Y_{nr}$			

Donde  $Y_{ij}$  son las respuestas de la combinación de niveles de los factores de control  $X_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) y la combinación de los niveles de los factores de ruido ( $j = 1, \dots, q$ ) en el procedimiento experimental, se aplica una de las  $n$  combinaciones seleccionadas aleatoriamente y se aplican  $q$  tratamientos. Las respuestas que pueden obtenerse son las medias de los tratamientos  $\bar{Y}$ , las varianzas  $s^2$  o desviaciones estándar  $s$  para cada tratamiento y la señal a ruido  $SR$  para cada tratamiento.

Para el caso de análisis multirespuesta el modelado de cada una de las respuestas se realiza a través del ajuste de modelos de regresión de tipo lineal o cuadrático. El propósito de los modelos es el estudio de la relación entre los  $k$  factores,  $X = (X_1, \dots, X_k)$  variables de control y  $w$  respuestas o características de calidad  $Y_c = (Y_1, \dots, Y_w)$  para cada uno de los modelos propuestos. Para el caso de análisis propuesto en éste artículo se utilizó un diseño Box-Behnken para el uso de modelos cuadráticos. En el caso de dos factores y dos respuestas, se definen los siguientes modelos:

$$\hat{Y}_1 = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_{12} X_1 X_2 + \hat{\beta}_{11} X_1^2 + \hat{\beta}_{22} X_2^2 \quad 1$$

$$\hat{Y}_2 = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_1 + \hat{\alpha}_2 X_2 + \hat{\alpha}_{12} X_1 X_2 + \hat{\alpha}_{11} X_1^2 + \hat{\alpha}_{22} X_2^2 \quad 2$$

Los esquemas de optimización del DRP para una sola respuesta o característica de calidad han sido analizados por autores como Del Castillo y Montgomery (1993), Lin y Tu (1995), Copeland y Nelson (1996), Kim y Lin (1998), Köksoy y Doganaksoy (2003) entre otros. Mientras que en el área de optimización multirespuesta basada en el DRP, se han presentado propuestas basadas en el uso de redes neuronales (Hsieh, 2010), integración de regresión múltiple y señal a ruido de Taguchi (Pal y Gauri, 2017), y el uso de elementos de la función de pérdida de Taguchi (Wu y Chyu, 2004).

El análisis de características de calidad en suelas de calzado vía experimentación ha sido analizado por Mares y Domínguez (2015) presentando una propuesta de la mejora de calidad en suela de poliuretano en base al uso del DRP y modelación de la medida de desempeño independiente de ajuste, la optimización del caso se realizó mediante el uso de programación no lineal. El objetivo de análisis del caso propuesto es la aplicación de dos esquemas de optimización para la determinación de los mejores niveles en los factores de control del proceso de vulcanizado de la suela de hule en base a dos características importantes de calidad en el material, que son la carga máxima analizada por el estándar ASTM D-412-06 (ASTM, 2006) y la dureza mediante el estándar ASTM D2240-15 (ASTM, 2015). La optimización del esquema se realizará mediante el enfoque de la función de deseabilidad y el uso de la función de pérdida.

La función de deseabilidad fue introducida por Harrington (1965) y fue modificada por Derringer y Suich (1980). La deseabilidad individual y la deseabilidad compuesta indican qué tan bien se satisface una combinación de objetivos que son definidos por las respuestas. La deseabilidad individual indica la forma en la cual la configuración optimiza una respuesta individual, mientras que la deseabilidad compuesta evalúa la forma en la que la configuración optimiza un conjunto de respuestas de forma general. El rango de la deseabilidad es de 0 a 1, el valor de 1 indica una situación ideal, mientras que 0 indica que una o más respuestas están fuera de los límites aceptables. La  $j$ -ésima respuesta es maximizada cuando el valor esperado  $\hat{Y}_i(x)$  iguala el valor Target definido  $M$ , así el valor decrecerá a medida que se aleja del valor objetivo. Sea  $V_i$  y  $V_s$  los valores extremos del proceso, solamente se aceptarán soluciones en el rango  $V_i \leq \hat{Y}_i(x) \leq V_s$  y la función de deseabilidad  $d_i$  para cada una de las respuestas se define como:

$$d_i(\hat{Y}_i(x)) = \begin{cases} \left[ \frac{\hat{Y}_i(x) - V_i}{M_i - V_i} \right]^s & \text{if } V_i \leq \hat{Y}_i(x) \leq M_i \\ \left[ \frac{\hat{Y}_i(x) - V_s}{M_i - V_s} \right]^t & \text{if } M_i < \hat{Y}_i(x) \leq V_s \\ 0 & \text{if } \hat{Y}_i(x) < V_i \text{ or } \hat{Y}_i(x) > V_s \end{cases} \quad 3$$

La ecuación 3 es llamada la transformación a dos lados, la cual se aplica cuando la variable de respuesta  $Y_i$  tiene restricciones mínimas y máximas, las cuales representan los niveles inferior y superior respectivamente para los factores experimentales. Las deseabilidades individuales son combinadas con el uso de una media geométrica:



$$D = (d_1 \times d_2 \times d_3)^{\frac{1}{k}} \quad 4$$

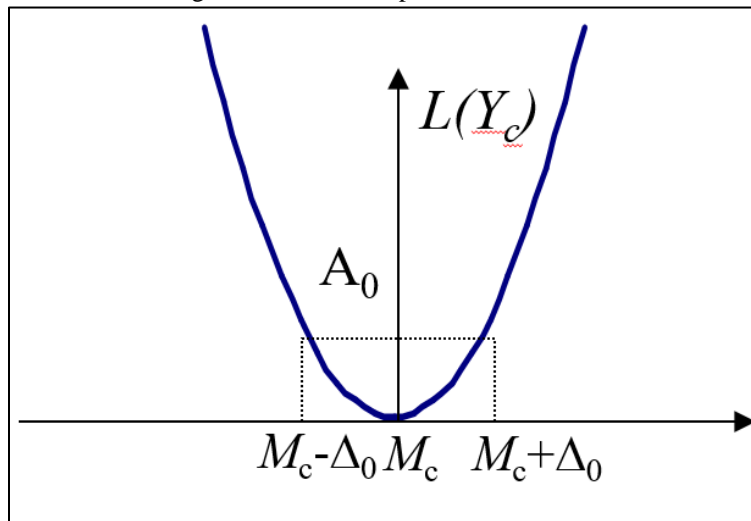
El valor para  $D$  representa la asignación de la deseabilidad de los niveles de la respuesta y es claro que su rango estará entre 0 y 1. Una de las propiedades de  $D$  es que si cualquiera de los  $d_i = 0$ , esto es, que una de las respuestas es inaceptable, entonces  $D = 0$  y de ésta forma el producto general será inaceptable, la ecuación 4 se reduce a una media geométrica.

La función de pérdida cuadrática fue introducida por el Dr. Genichi Taguchi con la finalidad de proveer una estimación monetaria de la pérdida que ocasiona el fabricante al cliente cuando el desempeño de su producto difiere del Valor objetivo o Target  $M$ . Sea la característica de calidad de un producto y  $T_c$  el valor objetivo para  $Y_c$ . Según la función de pérdida cuadrática, su representación matemática se muestra en la ecuación 5

$$L[Y_c] = k_c[Y_c - T_c]^2 \quad 5$$

$L[Y_c]$  está dada por una expansión en serie de Taylor alrededor de  $Y_c = M_c$  despreciando los términos cúbicos en adelante. La constante  $k_c$  es conocida como la función de pérdida de calidad para la característica de calidad que se está analizando. La representación gráfica del modelo se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Función de pérdida cuadrática.



Elaboración Propia

Se observa que cuando  $Y_c = M_c$  la pérdida es cero. La pérdida  $L[Y_c]$  se incrementa cuando la característica de calidad  $Y_c$  se aleja de  $T_c$ . La función de pérdida cuadrática de Taguchi es un modelo que implica que el costo promedio de pérdida con una característica de calidad  $Y_c$  es  $L[Y_c]$ . Es claro que la pérdida que ocasiona a un cliente en particular dependerá de las condiciones de operación del proceso.

Algunos casos de aplicación del DRP y optimización basada en la función de pérdida se encuentran en los trabajos de Pi y Low (2006), en la propuesta se evalúa la selección de proveedores utilizando la función de pérdida y el método AHP como ponderación para el criterio de selección. Pandey et al (2012) presentaron una aplicación de optimización para los parámetros de diseño en el mantenimiento preventivo y las políticas de calidad incorporando la función de pérdida, con lo cual se logró la minimización del costo total esperado por unidad de tiempo. Wu y Chyu (2004) presentaron una aplicación del DRP multiobjetivo basada en la función de pérdida, los autores realizaron un análisis comparativo con casos existentes en la literatura previamente analizados con otras técnicas de optimización, en su propuesta se comprueba una mayor efectividad de optimización con el uso de modelos basados en la función de pérdida como función objetivo a minimizar.

Otros esquemas de optimización abarcados dentro de la optimización del DRP multiobjetivo pueden encontrarse en Bagchi (2003) con un análisis de optimización multiobjetivo por algoritmos genéticos. Fang et al (2015) presentaron una propuesta de DRP por optimización multiobjetivo para el análisis de la vida y fatiga en una cabina de camioneta, su propuesta de optimización se llevó a cabo mediante el algoritmo de enjambre de partículas. Neijlaoui et al (2013) presentaron una propuesta de optimización de DRP multiobjetivo para el análisis del movimiento de vehículos en radios cortos, la optimización se realizó por algoritmos genéticos.

Los algoritmos genéticos son técnicas metaheurísticas de búsqueda que han sido ampliamente utilizadas para la optimización, su principal ventaja sobre técnicas tradicionales de optimización tales como la programación no lineal, radica en que los algoritmos genéticos tienen una mayor probabilidad de encontrar el óptimo global particularmente cuando se utilizan funciones altamente no lineales, no diferenciables, discontinuas o estocásticas. Las bases de los algoritmos genéticos fueron establecidas por Holland (1984) y Goldberg (1989). Los algoritmos genéticos son técnicas computacionales que pueden utilizarse para la resolución de problemas de optimización restringida y no restringida, su base es la imitación de los procesos de selección natural que ocurren en la evolución biológica. El algoritmo cambia de forma repetida una población de soluciones individuales en un proceso iterativo que involucra la selección, reproducción, mutación, combinación (crossover) y técnicas de migración. En su forma matemática, las poblaciones son arreglos matriciales, un individuo puede aparecer en más de una de las líneas de la matriz y va cambiando a medida que ocurren las nuevas generaciones.

La función que se desea optimizar recibe el nombre de función de fitness y equivale a la función objetivo en los esquemas tradicionales de programación no lineal. En cada iteración son creadas secuencias de nuevas generaciones que evolucionan de acuerdo a las condiciones de optimización declaradas en el problema. La evaluación de la función de fitness define los valores más adecuados llamados valores esperados, aquí los nuevos individuos que poseen los mejores valores de fitness reciben el nombre de élite y pasarán a la nueva población.

Para mejorar las nuevas generaciones, los hijos de la élite son producidos por cambios aleatorios en un pariente individual, combinación de entradas en una pareja de parientes o la población es reemplazada con los hijos para formar la siguiente generación. El algoritmo se detendrá cuando se dé una condición de paro determinada por el analista. La optimización por algoritmos genéticos puede trabajarse dentro del marco de la optimización restringida convencional para ingeniería, que es la más apropiada para las propuestas de optimización del caso de análisis, la cual puede observarse en la Ecuación 6.

$$\begin{aligned} & \min f(\mathbf{x}, \mathbf{p}) \\ \text{s. a } & g(\mathbf{x}, \mathbf{p}) \leq 0, i = 1, 2, \dots, K \\ & \mathbf{x}^l \leq \mathbf{x} \leq \mathbf{x}^s \end{aligned} \quad 6$$

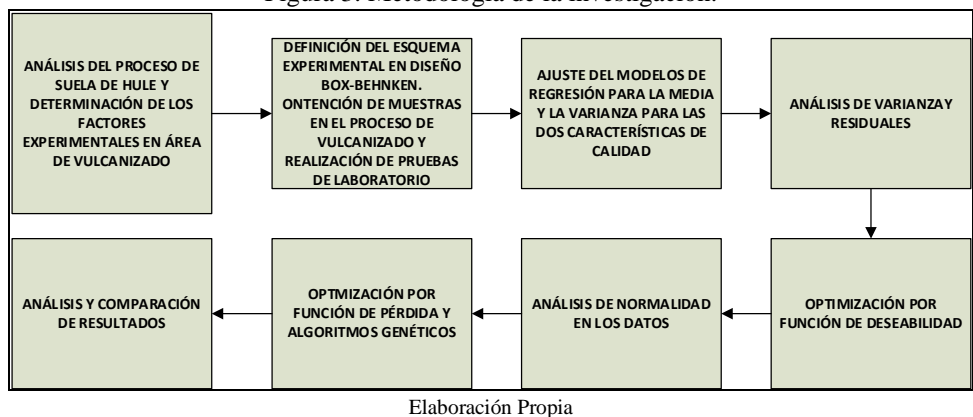
En la ecuación 6,  $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  son las variables de diseño o controlables del proceso,  $\mathbf{x}^l$  y  $\mathbf{x}^s$  son los niveles o vectores de los límites inferior y superior respectivamente.  $\mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_m]$  es el vector de parámetros de diseño, el cual permanece fijo como parte de las especificaciones del problema.  $f$  es la función objetivo (función de fitness) a ser optimizada,  $g_i$  es la  $i$ -ésima restricción de igualdad o desigualdad, la cual puede ser no lineal.

El objetivo primordial de esta investigación es la aplicación de dos esquemas de optimización aplicables a casos multirespuesta para el DRP que tienen una diferente base en su conceptualización con la finalidad de evaluar sus diferencias, ventajas y/o similitudes en sus resultados. En la sección de metodología se presentan detalladamente los pasos de la propuesta de investigación; el muestreo para el caso de análisis se realizó en una empresa de calzado de la ciudad de Purísima del Rincón en el área de prensas de vulcanizado del proceso de fabricación de suela con la finalidad de evaluar dos características físicas en el material en base a estándares existentes, las pruebas a nivel laboratorio fueron analizadas en el laboratorio de materiales del Instituto en base al esquema experimental propuesto. En la sección de resultados se analizan los datos obtenidos por los dos métodos de optimización y se añade una discusión y aportaciones del estudio. En la sección de conclusiones se presentan los hallazgos principales del estudio, así como propuestas de análisis y trabajos futuros.

**Materiales y Métodos**

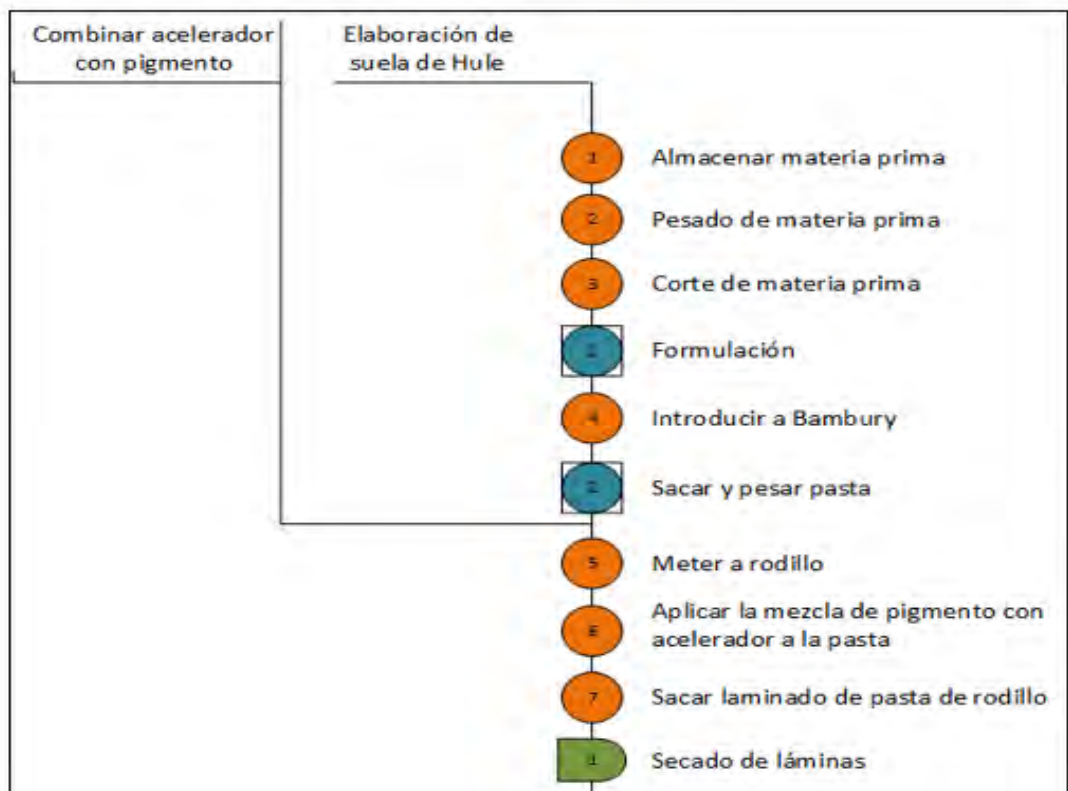
La metodología propuesta de investigación de muestra en la Figura 3. Se plantea un análisis inicial del proceso de fabricación de suela de hule con la finalidad de obtener información del proceso, una vez hecho esto se pueden definir los factores y niveles experimentales para el caso de análisis, posteriormente se ajustan los modelos de regresión para la media y la varianza de cada una de las variables para implementar los esquemas de optimización.

Figura 3. Metodología de la investigación.



Elaboración Propia

Figura 4. Proceso de fabricación de suela de hule.





Elaboración Propia.

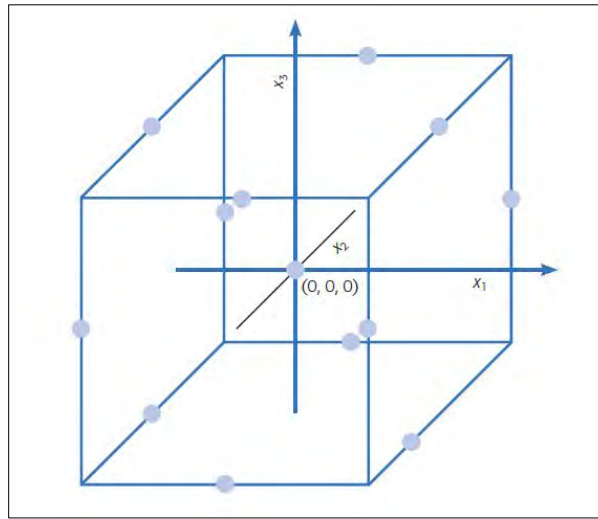
En la Figura 4 se muestra el proceso de fabricación de suela de hule. La fase más crítica del proceso es la vulcanización del material en las prensas, en éste proceso intervienen tres factores de control: presión, tiempo y temperatura, los cuales permiten ser variados en el proceso dentro de ciertos niveles. El proceso de fabricación de suela es un proceso de manufactura que involucra la mezcla de materias primas, así como una serie de procesos físicos y químicos. La parte inicial del proceso consiste en una mezcla de elementos tales como la goma elastomérica cruda, rellenos de carbonato, silicatos, aceites, ceras, ácidos y químicos que ayudan al proceso de vulcanización.

La mezcla de los materiales se lleva a cabo en un molino que utiliza unas cuchillas con temperatura, el molino también es llamado “bámburi”. El proceso de mezcla implica el uso de tiempos y temperatura específicos para obtener una mezcla adecuada de los componentes para formar una pasta. Una vez que se pesa la pasta, se agregan los pigmentos o colores de acuerdo a las especificaciones del cliente, aquí también se agregan aceleradores. Aquí entran los materiales a unos rodillos grandes que tienen temperatura con la finalidad de realizar un laminado en forma de tiras.

Las tiras de material pasan a una sección de enfriado con ventiladores, aquí se realiza un suajado del material con la forma de las suelas de acuerdo al pedido del cliente. La próxima etapa del proceso es el vulcanizado de la suela, el cual se realiza en moldes que trabajan a base de temperatura, presión y tiempo, con lo cual se obtiene la forma final de la suela con sus propiedades físicas características. Los últimos procesos del producto se realizan en el área de preacabado, en la cual se rebabea la suela para remover el exceso de material en los extremos de la suela. Finalmente se realiza un cardado interno y externo en el producto para mejorar la vista de la suela, se concluye el proceso con la inspección y loteo.

El diseño de experimentos propuesto para el análisis es un diseño de Box-Behnken, el cual se aplica cuando se tienen tres o más factores, el diseño satisface propiedades estadísticas necesarias para un diseño de superficie de respuesta, tales como la ortogonalidad y rotabilidad. Los puntos de diseño están ubicados en los bordes del cubo centrado en el origen y no incluye tratamientos de los vértices que en ocasiones son muy extremos y por condiciones del proceso no pueden correrse. La representación del diseño se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Representación del diseño Box-Behnken para tres factores



Fuente: Gutiérrez y Dela Vara (2012)

Con los resultados experimentales del diseño, pueden ajustarse modelos de regresión de segundo orden. Para  $w$  respuestas, se tienen  $w$  modelos, el  $i$ -ésimo modelo para las respuestas  $Y_i$  se escribe como:

$$Y_i = \beta_{i0} + \mathbf{X}'\beta_i + \mathbf{X}'\mathbf{B}_i\mathbf{X} + \varepsilon_i \quad 7$$

Donde  $\mathbf{X}' = (x_1, \dots, x_k)$   $k$  factores,  $\beta_{i0}$  la constante,  $\beta_i = (\beta_{i1}, \dots, \beta_{ik})$  un vector de parámetros,  $\mathbf{B}_i = (\beta_{i11}, \dots, \beta_{i1k}, \beta_{ik1}, \dots, \beta_{ikk})$  matriz simétrica de parámetros de segundo orden, y  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2), i = 1, \dots, r$ .

El formato para la matriz experimental generalizado a  $w$  respuestas o características de calidad se muestra en la Tabla 2, en un solo arreglo ortogonal se incluye el arreglo experimental para los factores de control, para estimar la variación por los factores de ruido se realizan  $m$  réplicas experimentales para cada tratamiento. Las respuestas a analizar para cada una de las características de calidad son las medias  $\bar{Y}_i$  y las varianzas  $s_i^2$ .

Tabla 2. Matriz experimental generalizada para  $w$  factores

Exp	$\mathbf{x}$	$Y_1$	$\bar{Y}_1$	$s_1^2$	$Y_2$	$\bar{Y}_2$	$s_2^2$	$Y_w$	$\bar{Y}_w$	$s_w^2$			
<b>1</b>	$Y_{111} \dots$	$Y_{11m}$	$\bar{Y}_{11}$	$s_{11}^2$	$Y_{211} \dots$	$Y_{11m}$	$\bar{Y}_{21}$	$s_{21}^2$	$\dots$	$Y_{w11} \dots Y_{w1m}$	$\bar{Y}_{w1}$	$s_{w1}^2$	
<b>2</b>	$\cdot$	$\cdot$	$\bar{Y}_{12}$	$s_{12}^2$	$\cdot$	$\cdot$	$\bar{Y}_{22}$	$s_{22}^2$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\bar{Y}_{w2}$	$s_{w2}^2$
	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
<b>r</b>	$Y_{1r1}$	$Y_{1rm}$	$\bar{Y}_{1r}$	$s_{1r}^2$	$Y_{2r1}$	$Y_{2rm}$	$\bar{Y}_{2r}$	$s_{2r}^2$	$\dots$	$Y_{wr1} \dots Y_{wrm}$	$\bar{Y}_{wr}$	$s_{wr}^2$	
	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\dots$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	
<b>n</b>	$Y_{1n1} \dots$	$Y_{1nm}$	$\bar{Y}_{1n}$	$s_{1n}^2$	$Y_{2n1} \dots$	$Y_{2nm}$	$\bar{Y}_{2n}$	$s_{2n}^2$	$\dots$	$Y_{wn1} \dots Y_{wnm}$	$\bar{Y}_{wn}$	$s_{wn}^2$	

Donde  $Y_c$  es la característica de calidad, ( $c=1,2,\dots,w$ ). Para el caso de análisis: 1 es para la dureza, 2 es para la carga máxima),  $Y_{crj}$  es la observación de  $Y_c$  en el  $r$ -ésimo punto del diseño, en la  $j$ -ésima réplica,  $\bar{Y}_c$  es el vector de medias para las  $n$  corridas,  $s_{cr}^2$  son las varianzas de las respuestas para el  $r$ -ésimo punto del diseño,  $s_c^2$  es el vector de varianzas

para las  $n$  corridas,  $n$  es el número total de corridas experimentales. Los modelos para los estimadores de la media y la varianza en los  $r$ -ésimos puntos del diseño se muestran en las ecuaciones 8 y 9.

$$\bar{Y}_{cr} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{y}_{cr}}{m} \tag{8}$$

$$s_{cr}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{crj} - \bar{y}_{cr})^2}{m-1} \tag{9}$$

Los modelos de regresión  $\hat{\mu}_c(x)$  y  $\hat{s}_c^2(x)$  para cada una de las respuestas se ajustan mediante el método de mínimos cuadrados. Las unidades codificadas y reales para el experimento, así como los factores y niveles, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Factores, niveles y unidades de medición para el experimento

Factor	Codificado	Presión	Tiempo	Temperatura
Unidades		psi	min	°C
Bajo	-1	1200	2.50	145
Medio	0	1250	3.00	150
Alto	1	1300	3.50	155

La fase de vulcanización es la más crítica en fabricación de productos de hule, debido a que es en donde se desarrollan las características más importantes de calidad en el producto, la alta competitividad en el mercado exige que el producto cumpla con características de calidad específicas, las cuales son determinadas por el cliente o por regulaciones y estándares.

El procedimiento ASTM D412-06a contiene el procedimiento para evaluar las propiedades de tensión de hule termoplástico y elastómeros. Las pruebas de tensión se realizan en una máquina universal de pruebas (Figura 6), en la cual se evalúa la elongación residual de una muestra de prueba. La elongación de éstos materiales consiste de componentes tanto permanentes (plásticos) como de recuperación (elásticos). Es importante tomar en cuenta el tiempo y la carga para las pruebas, El método utilizado es el A, en el cual se utilizan muestras con forma de halterio según las indicaciones del estándar. La variable evaluada en ésta prueba es la carga máxima, medida en Kn.

Figura 6. Pruebas de tensión realizadas en la máquina universal



Elaboración propia

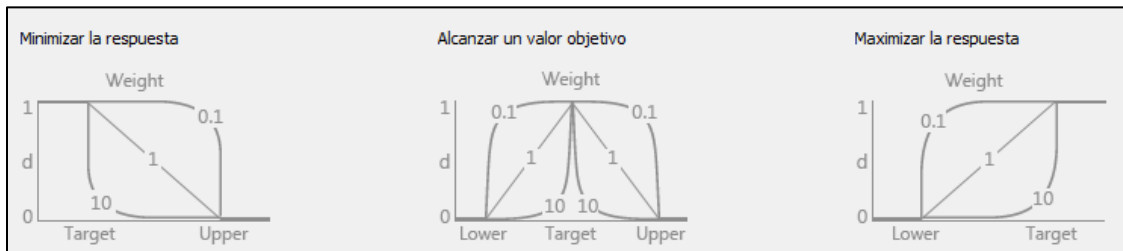
El procedimiento ASTM D2240-15e1 contiene los métodos de prueba estándar para la medición de la dureza en el material. El estándar cubre 12 tipos de medidores de dureza en el hule. El aparato utilizado para las pruebas de medición es el durómetro tipo A con escala Shore A, el cual se utiliza para medir la dureza de varios materiales tales como los polímeros, elastómeros y el hule. El procedimiento consiste en presionar la aguja del durómetro contra el material para medir la profundidad de indentación en el material creada por una fuerza estandarizada en el dispositivo, entre más alto sea el valor medido, el material tiene mayor dureza.

El esquema de optimización por medio de la función de deseabilidad forma parte del problema de optimización restringida, el objetivo es la minimización de las varianzas en las dos respuestas, mientras se fijan los valores de las medias a un valor Target, para el caso de la carga máxima se establece un valor de 0.40 kN y la dureza a 65 Shore A. Las restricciones estarán representadas por el área experimental en sus niveles modificados, quedando el esquema de optimización como se muestra en la Ecuación 10.

$$\begin{aligned} \min f(\hat{s}_{cm}^2(x), \hat{s}_{Dur}^2(x)) \\ \text{s.a. } \hat{\mu}_{cm}(x) = 0.40 \\ \hat{\mu}_{Dur}(x) = 65 \\ -1 \leq X_i \leq 1 \end{aligned} \tag{10}$$

Donde  $\hat{s}_{cm}^2(x)$  y  $\hat{s}_{Dur}^2(x)$  son los modelos de regresión ajustados para la varianza de la carga media y la dureza, respectivamente.  $\hat{\mu}_{cm}(x)$  y  $\hat{\mu}_{Dur}(x)$  son los modelos para la media de la carga máxima y la dureza respectivamente, el problema de optimización está restringido al área experimental. Para el análisis de utilizó una ponderación de 1 para cada una de las respuestas, la función de deseabilidad permite ponderar el peso o importancia de cada una de las respuestas y su efecto puede observarse en la Figura 7.

Figura 7. Efecto de las ponderaciones en la función de deseabilidad



Fuente: Software MINITAB (2019)

El modelado de la optimización por medio de la función de pérdida de Taguchi para características de calidad del tipo nominal es lo mejor, supone el conocimiento de los límites de especificación  $LEI_c$  y  $LES_c$ . Para cualquier punto experimental debe existir un costo de manufactura asociado con la no conformidad de las especificaciones  $\$NC$ . La meta es la minimización del costo total esperado  $E[\$CT]$  sobre la región experimental. El esquema de optimización se muestra en la Ecuación 11.

$$\text{Min } E[\$CT] = \sum_{c=1}^w \left[ \int_{LEI_c}^{LES_c} L[Y_c] \cdot f(Y_c) dY_c + \int_{-\infty}^{LEI_c} \$NC_c \cdot f(Y_c) dY_c + \int_{LES_c}^{\infty} \$NC_c \cdot f(Y_c) dY_c \right]$$

s.a

$$f(Y_c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hat{s}_c^2}} e^{\left\{ \frac{1}{2} \left[ \frac{Y_c - \hat{\mu}_c}{\hat{s}_c} \right]^2 \right\}}$$

$$L[Y_c] = k_c [Y_c - T_c]^2 \tag{11}$$

$$LEI_c \leq \hat{\mu}_c(x) \leq LES_c$$

$$-1 \leq X_i \leq 1$$

Donde  $E[\$CT]$  es el costo total esperado (función de fitness),  $LEI_c$  y  $LES_c$  son los límites de especificación para inferior y superior respectivamente para cada una de las características de calidad,  $Y_c$  es la característica de calidad ( $c=1,2$  para el caso de análisis: 1 para la dureza, 2 para la carga máxima),  $L[Y_c]$  la función de pérdida para la característica de calidad,  $\$NC$  el costo de manufactura asociado con la no conformidad de las especificaciones,  $\hat{\mu}_c(x)$  el modelo de regresión ajustado para la media de la característica de calidad  $c$ ,  $\hat{s}_c^2(x)$  es el modelo de regresión ajustado para la varianza de la característica de calidad  $c$ ,  $f(Y_c)$  la función de distribución normal en función de las medias  $\hat{\mu}_c(x)$  y varianzas  $\hat{s}_c^2(x)$ ,  $T_c$  es el valor target para la característica de calidad,  $k_c$  es el coeficiente de pérdida de calidad para la característica de calidad. En todos los casos,  $c$  cambia como subíndice a  $cm$  para la carga máxima o  $Dur$  para la dureza. Para la optimización de éste esquema se aplicó la técnica de algoritmos genéticos, para lo cual se tomaron los siguientes valores:  $LEI_{Dur} = 60 \text{ Shore A}$ ,  $LES_{Dur} = 70 \text{ Shore A}$ ,  $T_{Dur} = 65 \text{ Shore A}$ ,  $k_{Dur} = 0.25$ ,  $LEI_{cm} = 0.30 \text{ kN}$ ,  $LES_{cm} = 0.50 \text{ kN}$ ,  $T_{cm} = 0.40 \text{ kN}$ ,  $k_{cm} = 0.25$  cuyos valores se sustituyen en las ecuaciones. Los parámetros para el algoritmo son los siguientes:

Tabla 4. Parámetros de inicio para el algoritmo genético

Parámetro	Valor
Conteo de la élite	2.5
Tamaño inicial de la Población	50
Fracción crossover	0.8
Fracción de la migración	0.2
Intervalo de migración	20
Límite de generaciones	300
Tiempo límite	No
Tolerancia de la función	$1 \times 10^{-6}$
Tolerancia de la restricción	$1 \times 10^{-3}$

## Resultados y discusión

Tabla 5. Datos experimentales para dureza y carga máxima

m	$x1$	$x2$	$x3$	Dureza $Y_{Dur}$ (Shore A)					Carga Máxima $Y_{cm}$ (kN)				
	Presión	Tiempo	Temperatura	1.0	2.0	3.0	$\bar{Y}_{Dur}$	$s_{Dur}^2$	1.0	2.0	3.0	$\bar{Y}_{cm}$	$s_{cm}^2$
1	1	1	0	67.2	67.0	67.4	67.2000	0.0400	0.32	0.36	0.31	0.3300	0.0007
2	-1	0	1	67.5	67.4	67.6	67.5000	0.0100	0.4	0.39	0.42	0.4033	0.0002
3	0	0	0	67.0	67.1	66.8	66.9667	0.0233	0.4	0.38	0.41	0.3967	0.0002
4	0	1	-1	67.3	67.6	67.1	67.3333	0.0633	0.38	0.36	0.38	0.3733	0.0001
5	-1	-1	0	68.0	68.3	68.1	68.1333	0.0233	0.42	0.43	0.44	0.4300	0.0001
6	0	0	0	66.2	65.9	66.5	66.2000	0.0900	0.36	0.35	0.39	0.3667	0.0004
7	0	-1	1	69.3	69.0	69.4	69.2333	0.0433	0.4	0.37	0.39	0.3867	0.0002
8	0	1	1	68.0	67.8	68.1	67.9667	0.0233	0.36	0.34	0.38	0.3600	0.0004



<b>9</b>	1	0	-1	68.7	68.5	68.8	68.6667	0.0233	0.36	0.35	0.38	0.3633	0.0002
<b>10</b>	0	0	0	66.5	66.6	66.2	66.4333	0.0433	0.32	0.29	0.33	0.3133	0.0004
<b>11</b>	-1	0	-1	68.2	68.5	68.4	68.3667	0.0233	0.44	0.43	0.46	0.4433	0.0002
<b>12</b>	-1	1	0	65.7	65.5	65.9	65.7000	0.0400	0.4	0.41	0.44	0.4167	0.0004
<b>13</b>	1	0	1	68.7	68.5	68.8	68.6667	0.0233	0.34	0.31	0.35	0.3333	0.0004
<b>14</b>	1	-1	0	66.0	65.7	66.1	65.9333	0.0433	0.34	0.32	0.37	0.3433	0.0006
<b>15</b>	0	-1	-1	67.2	67.3	67.4	67.3000	0.0100	0.36	0.34	0.4	0.3667	0.0009

Los datos experimentales para la dureza y carga máxima se muestran en la Tabla 5.

Una vez obtenidos los datos experimentales se procedió a ajustar los modelos de regresión para las medias y varianzas de carga máxima y dureza, los cuales se muestran en las ecuaciones 12 – 15.

$$\hat{\mu}_{Dur} = 66.533 + 0.096x_1 - 0.300x_2 + 0.213x_3 + 0.275x_1^2 - 0.067x_2^2 + 1.492x_3^2 + 0.925x_1x_2 + 0.217x_1x_3 - 0.325x_2x_3 \quad \text{con } R^2 = 85.20 \%, \text{ un valor de } R_{aj}^2 = 58.55\% \quad 12$$

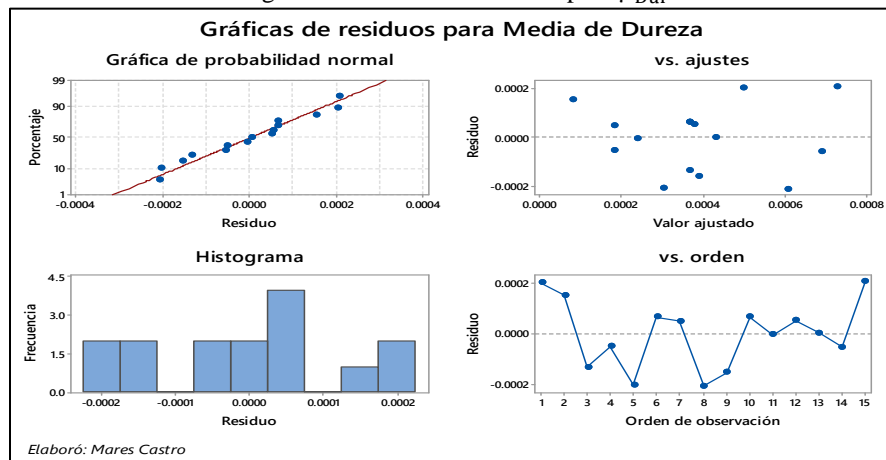
$$\hat{\sigma}_{Dur}^2 = 0.0522 + 0.00417x_1 + 0.00583x_2 - 0.00250x_3 - 0.0153x_1^2 - 0.0003x_2^2 - 0.0169x_3^2 - 0.0050x_1x_2 + 0.0033x_1x_3 - 0.0183x_2x_3 \quad \text{con } R^2 = 60.96 \%, \text{ un valor de } R_{aj}^2 = 0\% \quad 13$$

$$\hat{\mu}_{cm} = 0.3589 - 0.0404x_1 - 0.0058x_2 - 0.0079x_3 + 0.0176x_1^2 + 0.0035x_2^2 + 0.0093x_3^2 - 0.0000x_1x_2 + 0.0025x_1x_3 - 0.0083x_2x_3 \quad \text{con } R^2 = 78.04 \%, \text{ un valor de } R_{aj}^2 = 38.52\% \quad 14$$

$$\hat{\sigma}_{cm}^2 = 0.000367 + 0.000125x_1 - 0.000029x_2 - 0.000029x_3 - 0.000021x_1^2 + 0.000121x_2^2 - 0.000063x_3^2 - 0.000067x_1x_2 + 0.000050x_1x_3 + 0.000242x_2x_3 \quad \text{con } R^2 = 65.06 \%, \text{ un valor de } R_{aj}^2 = 2.17\% \quad 15$$

En el caso de los 4 modelos se tienen términos no significativos y se pueden mejorar los valores para  $R^2$  y  $R_{aj}^2$ , pero se utilizan los modelos completos con sus términos cuadráticos e interacciones con el fin de obtener una solución más confiable en ambos esquemas de optimización. En las Figuras 8 y 9 se muestra el análisis de residuales para los modelos  $\hat{\mu}_{Dur}$  y  $\hat{\mu}_{cm}$ .

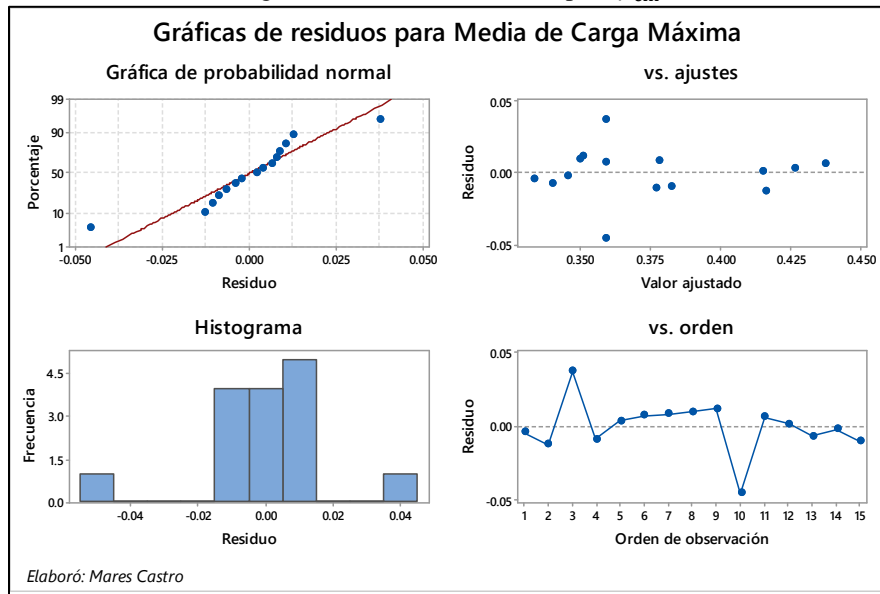
Figura 8. Gráficas de residuos para  $\hat{\mu}_{Dur}$



Elaboró: Mares Castro

Elaboración Propia

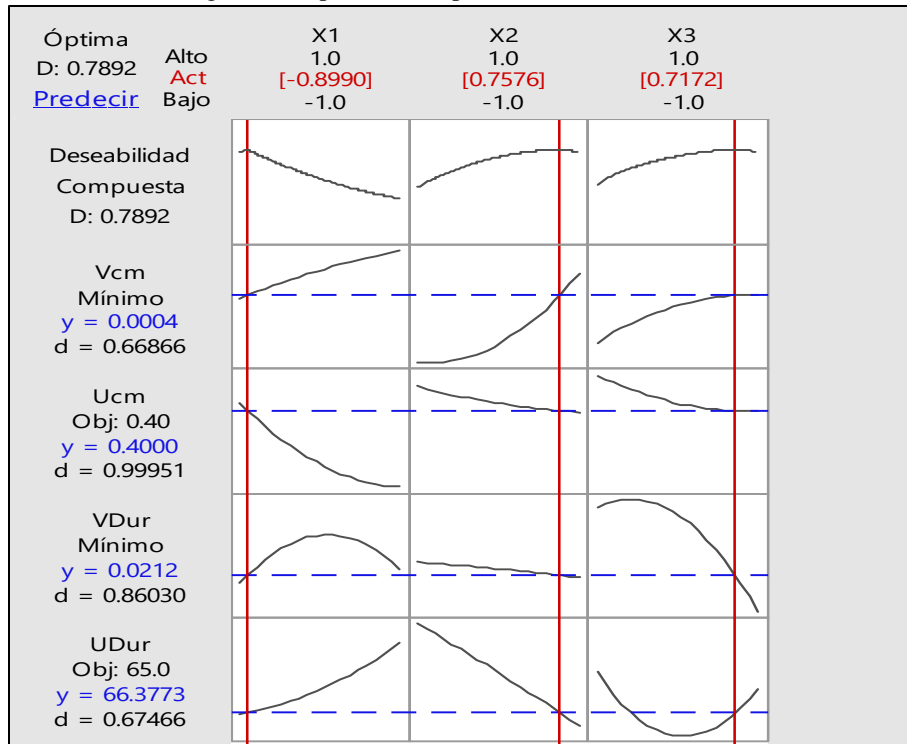
Figura 9. Gráficas de residuos para  $\hat{\mu}_{cm}$



Elaboración Propia.

El análisis de residuales para el modelo  $\hat{\mu}_{Dur}$  y el modelo  $\hat{\mu}_{cm}$  muestran un comportamiento adecuado de los residuales en cuanto a los supuestos de independencia, normalidad y varianza constante, no se observan patrones aparentes en los gráficos ni formas de embudo que evidencien auto correlación en los datos, asimismo, el cumplimiento de la prueba de normalidad también puede verificarse por pruebas como Anderson Darling.

Figura 10. Optimización por función de deseabilidad

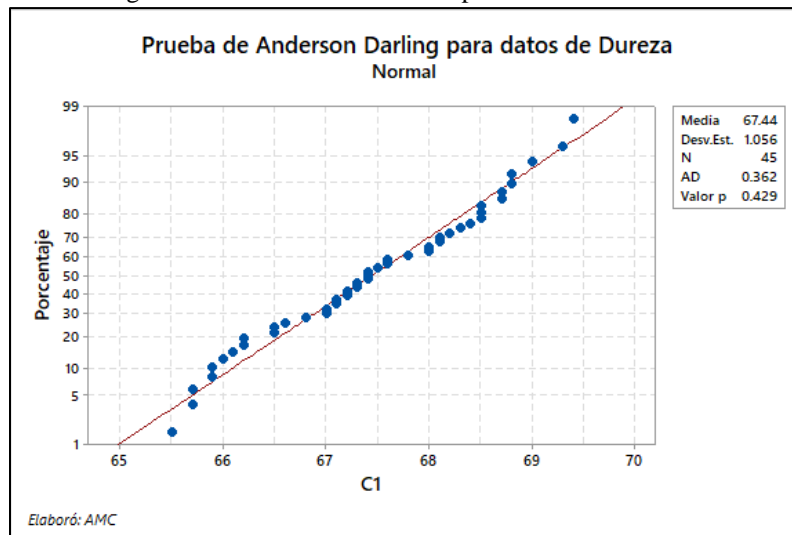


Elaboración propia.

En la figura 10 se muestra la optimización por función de deseabilidad, de acuerdo al problema definido en la Ecuación 10, de acuerdo al planteamiento se observa que el objetivo de las funciones para varianza es minimizar y los valores de las medias se restringen al valor Target. El valor para la deseabilidad individual para la Varianza de la carga máxima es de 0.66866, la deseabilidad individual para la media de carga máxima es de 0.99951, la deseabilidad individual para la varianza de la dureza es de 0.86030 y la deseabilidad individual para la media de la dureza es de 0.67466. La deseabilidad compuesta para al análisis es de 0.7892, que es relativamente buena, en los casos individuales se observa una deseabilidad baja en la varianza de la carga media y la media de la dureza, recordando que éste método permite la ponderación e importancia a cada una de las variables, sería posible la obtención de soluciones alternativas. Los valores óptimos obtenidos en valores codificados son  $X_1 = -0.8990$ ,  $X_2 = 0.7576$  y  $X_3 = 0.7172$

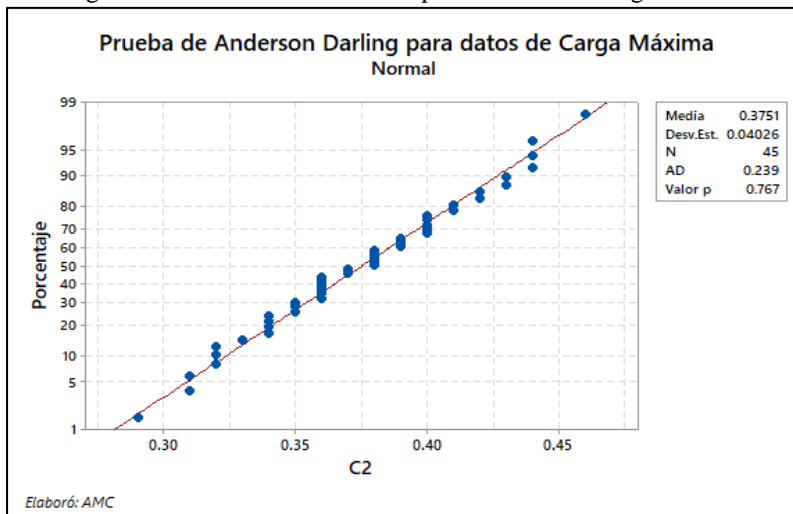
Para la optimización por función de pérdida, en el modelo 11 se observa que las variables de calidad deben tener un comportamiento normal, por lo que es necesario verificar éste supuesto en las dos variables mediante la prueba de Anderson-Darling, el cual se muestra en las Figuras 11 y 12.

Figura 11. Prueba de normalidad para la variable Dureza



Elaboración Propia.

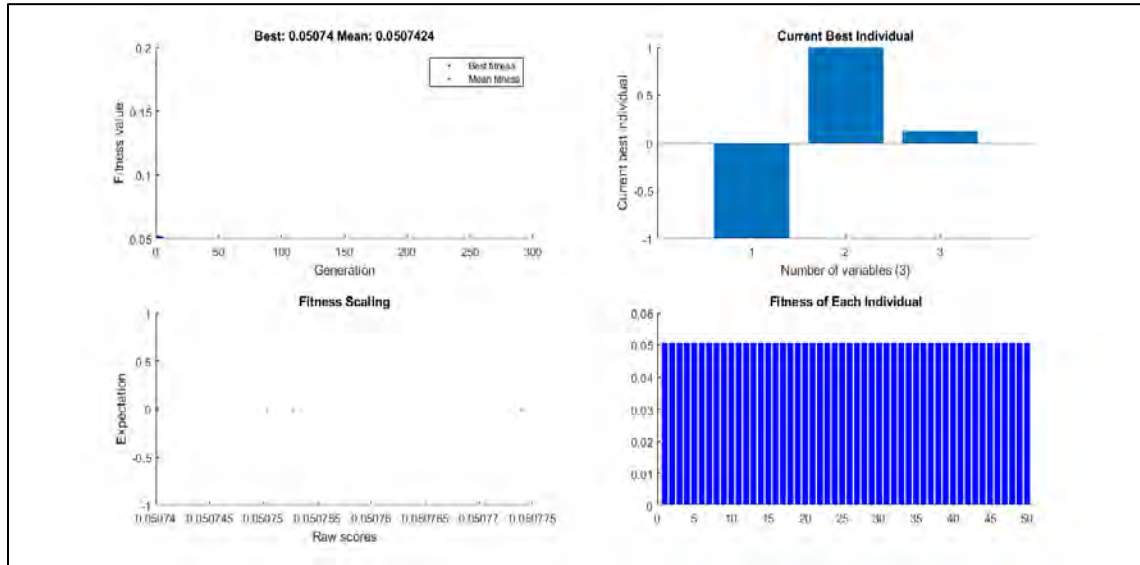
Figura 12. Prueba de normalidad para la variable Carga Máxima



Elaboración Propia.

La prueba de normalidad para las dos variables es mayor a  $\alpha = 0.05$  por lo que se concluye que no se puede rechazar el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal en ambos casos, las gráficas también indican un comportamiento lineal en los puntos alrededor de la línea y sin variación en los extremos.

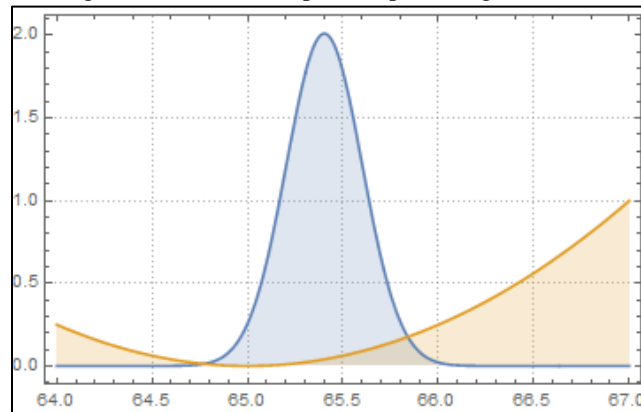
Figura 13. Optimización por algoritmos genéticos



Elaboración Propia.

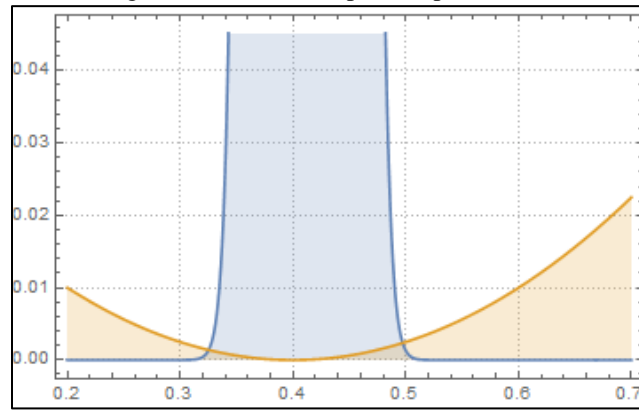
La optimización del problema 11 por algoritmos genéticos de muestra en la Figura 13, con las condiciones iniciales del algoritmo mostradas en la tabla 4 se obtiene una convergencia en la quinta generación, con lo que se obtienen los valores óptimos obtenidos en valores codificados son  $X_1 = -1$ ,  $X_2 = 1$  y  $X_3 = 0.1221$ . Sustituyendo los valores óptimos para las variables de control  $\mathbf{X}^*$  en los modelos  $\hat{\mu}_{Dur} = 65.4021$ ,  $\hat{\mu}_{cm} = 0.412455$ ,  $\hat{\sigma}_{Dur}^2 = 0.0400654$  y  $\hat{\sigma}_{cm}^2 = 0.0003989$ . Sustituyendo los valores óptimos para el modelo de la distribución normal y la función de pérdida cuadrática se obtienen las Figuras 14 y 15.

Figura 14. Función de pérdida para Carga Máxima



Elaboración propia.

Figura 15. Función de pérdida para dureza



Elaboración Propia.

El modelo de función de pérdida para la carga máxima en color naranja, muestra que el punto más bajo, que es donde se tiene la pérdida económica más baja, es muy cercano a la media del proceso, la distribución de la variable en color azul modelada con los niveles óptimos obtenidos muestra una variación relativamente baja, con lo que se puede verificar el cumplimiento de los objetivos del DRP y la función de pérdida en el esquema de optimización, también se puede verificar que el área bajo la función de pérdida dentro del área de la distribución normal es mínima.

El modelo de la función de pérdida para la dureza indica que el valor inferior de la curva donde se tiene la pérdida económica más baja está muy cercano a la media del proceso, asimismo, la variación de la distribución de la dureza es muy cerrada, por lo que también se cumplen los objetivos de DRP y la función de pérdida de Taguchi. También se puede verificar que el área bajo la función de pérdida que cubre la distribución normal también es mínima.

Tabla 6. Comparación de los resultados óptimos obtenidos por función de deseabilidad y función de pérdida

Factor	Función de deseabilidad	Función de pérdida	Discusión
x1	-0.8990	-1	Se observa que los niveles obtenidos por los dos métodos son muy cercanos.
x2	0.7576	1	Los valores obtenidos por los dos métodos son positivos, en el caso de la función de pérdida es extremo y la función de deseabilidad es alto positivo.
x3	0.7172	0.1221	Este factor es el más diferente en cuanto al nivel obtenido, ambos son positivos.
Presión	1205.05 psi	1200 psi	El valor de la presión es casi el mismo en ambos casos, éste factor es importante para evitar salidas del material en los extremos.
Tiempo	3.38 min	3.50 min	Se ha observado que un tiempo cercano al extremo del proceso (3.50) permite una mejor vulcanización en el material. La solución por función de pérdida es mejor.
Temperatura	153.59 °C	150.61 °C	No es recomendable utilizar la temperatura más extrema (155°) ya que a lo largo del día la aumenta también la temperatura ambiental y pueden surgir suelas quemadas, se sugiere la solución por función de pérdida.
Media de la Carga Máxima	0.4001 kN	0.412455 kN	El valor obtenido para media de la carga máxima es un poco mayor en la función de pérdida, con respecto al Target, el valor más cercano se obtiene por deseabilidad.
Media de la dureza	66.3769 Shore A	65.4021 Shore A	El valor obtenido por función de pérdida es más cercano al Target que en la función de deseabilidad, la diferencia observada entre ambos es aproximadamente 1.
Varianza de la carga Máxima	0.00037681	0.0003989	La variación alrededor de la media de las dos variables es muy cercana entre sí, la mayor reducción se da en el resultado por función de deseabilidad.
Varianza de la dureza	0.0212	0.0400654	La variación obtenida por función de pérdida es ligeramente más alta que en el resultado obtenido por función de deseabilidad.
Pérdida combinada	0.4955	0.0809	La pérdida es significativamente inferior por el método de la función de pérdida

En la Tabla 7 se muestra el resumen de resultados y discusión para los dos esquemas de optimización analizados en éste artículo, definiendo la pérdida combinada como  $\sum_c^w k_c [(Y_c - T_c)^2 + s_c^2]$ , se observa que el esquema de la función de pérdida tiene una sólida base de análisis económico, los resultados obtenidos por éste método sigue el objetivo de la reducción de costos de calidad involucrando a la media y varianza del proceso, por lo cual puede considerarse un método muy completo, además de que permite el uso de restricciones más complejas asociadas a la distribución de la

variable. El método de la función de deseabilidad presenta una aplicabilidad importante en procesos de manufactura, las soluciones obtenidas son factibles de aplicar en el proceso y se pueden obtener diferentes soluciones en base a la ponderación e importancia que se desee asignar a cada uno de los objetivos o características de análisis en el proceso.

### Conclusiones

La experimentación por DRP es un enfoque de mejora de calidad muy importante para la mejora de los procesos. Existen casos en los que no se puede aislar el análisis de una sola variable crítica de calidad y debe encontrarse una solución de compromiso para cumplir de forma adecuada con un conjunto de objetivos de mejora de la calidad. Los esquemas de optimización presentados en éste artículo permiten la opción de selección de dos enfoques de mejora, uno basado en la optimización directa de las variables y el otro con un enfoque económico.

Los métodos Taguchi permiten el logro de varios objetivos de la calidad en un solo paso: la reducción de la variabilidad alrededor de la media y la ubicación de la media lo más cercana al valor Target, que desde el punto de vista estadístico y de ingeniería, es la traducción más cercana al concepto de voz del cliente.

El proceso de fabricación del hule permite la aplicación de diferentes esquemas de experimentación para la mejora de la calidad, en futuros trabajos se prevé la aplicación de metodologías como la experimentación secuencial y uso de más variables y pruebas físicas de interés, el análisis de otro tipo de materiales y la verificación de otros esquemas de optimización que puedan mejorar los resultados obtenidos para fortalecer ésta línea de investigación. Los dos algoritmos presentados en éste artículo representan una opción interesante para la mejora de los procesos de manufactura y la mejora de la calidad en el producto. La optimización multirespuesta es un área que requiere de experimentación y aportaciones para el fortalecimiento de la literatura de la ingeniería de la calidad.

### Referencias bibliográficas

- ASTM Int. (2015). D2240-15: Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness. ASTM International, West Conshohoken, PA, USA. <https://doi.org/10.1520/D1415-06R12.2>
- ASTM Int (2006). D412-06 Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers–Tension. ASTM International, West Conshohoken, PA, USA. <https://doi.org/10.1520/D0412-06AR13.2>
- Bagchi, T. P. (2003). Multiobjective robust design by genetic algorithms. *Materials and Manufacturing Processes*. <https://doi.org/10.1081/AMP-120022015>
- Copeland, K. A. F., & Nelson, P. R. (1996). Dual response optimization via direct function minimization. *Journal of Quality Technology*. <https://doi.org/10.1080/00224065.1996.11979683>
- Del Castillo, E., & Montgomery, D. C. (1993). A Nonlinear Programming Solution to the Dual Response Problem. *Journal of Quality Technology*. <https://doi.org/10.1080/00224065.1993.11979454>
- Derringer, G., & Suich, R. (1980). Simultaneous Optimization of Several Response Variables. *Journal of Quality Technology*. <https://doi.org/10.1080/00224065.1980.11980968>
- Fang, J., Gao, Y., Sun, G., Xu, C., & Li, Q. (2015). Multiobjective robust design optimization of fatigue life for a truck cab. *Reliability Engineering and System Safety*. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2014.10.007>
- Goldberg, D. E. (David E., & E., D. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Retrieved from <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=534133>
- Gutiérrez Pulido, Humberto & Salazar, Román. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos*. McGraw Hill.
- Harrington, E. C. (1965). The desirability function. *Industrial Quality Control*.
- Holland, J. H. (John H., & H., J. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems : an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. MIT Press. Retrieved from <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=531075>
- Hsieh, K. L. (2010). Employing Artificial Neural Networks into achieving parameter optimization of multi-response problem with different importance degree consideration. *Information Technology Journal*. <https://doi.org/10.3923/itj.2010.918.926>
- Kim, K. J., & Lin, D. K. J. (1998). Dual response surface optimization: A fuzzy modeling approach. *Journal of Quality Technology*. <https://doi.org/10.1080/00224065.1998.11979814>
- Köksoy, O., & Doganaksoy, N. (2003). Joint Optimization of Mean and Standard Deviation Using Response Surface Methods. *Journal of Quality Technology*, 35(3), 239–252. <https://doi.org/10.1080/00224065.2003.11980218>
- Lin, D. K. J., & Tu, W. (1995). Dual response surface optimization. *Journal of Quality Technology*. <https://doi.org/10.1080/00224065.1995.11979556>

- Mares, A., & Dominguez, J. (2015). Robust Design in Generalised Linear Models for Improving The Quality of Polyurethane Soles. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 26(3), 152–166. <https://doi.org/10.7166/26-3-1181>
- Nejlaoui, M., Houidi, A., Affi, Z., & Romdhane, L. (2013). Multiobjective robust design optimization of rail vehicle moving in short radius curved tracks based on the safety and comfort criteria. *Simulation Modelling Practice and Theory*. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2012.07.012>
- Pal, S., & Gauri, S. K. (2017). Optimization of multi-response dynamic systems integrating multiple regression and Taguchi's dynamic signal-to-noise ratio concept. *International Journal of Engineering, Science and Technology*. <https://doi.org/10.4314/ijest.v9i1.2>
- Pandey, D., Kulkarni, M. S., & Vrat, P. (2012). A methodology for simultaneous optimisation of design parameters for the preventive maintenance and quality policy incorporating Taguchi loss function. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.561882>
- Pi, W. N., & Low, C. (2006). Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2227-z>
- Standard, a. (2006). D412-06 Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers–Tension. ASTM International, West Conshohoken, PA, USA. <https://doi.org/10.1520/D0412-06AR13.2>
- Wu, F. C., & Chyu, C. C. (2004). Optimization of robust design for multiple quality characteristics. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/0020754032000123605>

## IMPACTO DEL COVID-19 EN EL ESTRÉS DE UNIVERSITARIOS

Nayeli Montalvo Romero<sup>1</sup>, Aarón Montiel Rosales<sup>2</sup>

### ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Recibido: 10/06/2020

Aceptado: 06/08/2020

Publicado: 12/12/2020

**Resumen.** – La pandemia del COVID-19, ha ocasionado cambios en los sectores sociales, económicos, académicos; estos cambios llevaron a paralizar los sectores y/o ha modificado su actuar. Algunos sectores educativos a nivel universitario migraron de la educación presencial a la educación virtual, los estudiantes universitarios continúan con su formación profesional desde casa. El confinamiento de la pandemia, el seguimiento virtual a las clases y la carga académica han ocasionado en algunos universitarios: miedo, irritabilidad, mal humor, desmotivación, llanto, dificultades en el habla, dificultad de concentración, dolor de cabeza, problemas de espalda o cuello, entre otros; estos son síntomas de estrés. El estrés, según el IMSS, es el conjunto de reacciones físicas y mentales que la persona sufre cuando se ve sometida a diversos factores que superan su capacidad para enfrentarse a ello. El nivel de estrés del estudiante universitario durante la pandemia, es un factor a considerar como causa de deserción escolar.

**Palabras Clave:** COVID-19, estrés, educación, deserción.

### COVID-19'S IMPACT ON COLLEGE STRESS

**Abstract.-** The COVID-19 pandemic has led to changes in the social, economic, academic sectors; these changes led to a crimote of sectors and/or changed their action. Some education sectors at the university level migrated from face-to-face education to virtual education, college students continue their vocational training from home. The confinement of the pandemic, virtual monitoring of classes and academic burden have caused in some university students: fear, irritability, moodiness, demotivation, crying, speech difficulties, difficulty concentrating, headache, back or neck problems, among others; these are symptoms of stress. Stress, according to IMSS, is the set of physical and mental reactions that the person suffers when he is subjected to various factors that exceed his or her ability to cope with it. The stress level of the college student during the pandemic is a factor to consider as a cause of dropout.

**Keywords:** COVID-19, stress, education, dropout.

#### Introducción

El estrés académico es la reacción de activación fisiológica, emocional, cognitiva y conductual, ante estímulos y eventos académicos (García & Zea, 2011). Se considera que el 69% de los estudiantes son vulnerables al estrés (Palestina & Godínez, 2014). Los estudiantes universitarios se afrontan a situaciones académicas complejas; ellos perciben que las demandas sobrepasan los recursos de los que disponen (Arias & Vizoso, 2016). Mostrando que la relación cantidad de trabajo/tiempo es la que se percibe como muy estresante (Celis et al., 2001). El estrés posee un efecto negativo en el aprendizaje del estudiante (Martín, 2007). Según (Cabanach *et al.*, 2017) uno de los principales factores generadores de estrés en los estudiantes es el incumplimiento de sus metas académicas.

En México, la educación cambió drásticamente estos últimos meses derivados de la pandemia del COVID-19. Los alumnos de todos los niveles han migrado en su mayoría a la educación virtual, siendo apoyados por diversas estrategias de manera que alcancen el desarrollo de las competencias de cada asignatura, de manera tal que no se trunque su formación profesional; todos los estudiantes están en estos momentos realizando actividades de conocimiento general, de base técnica y especializada. Ahora bien, todos los estudiantes necesitan de un acompañamiento durante su formación; sin embargo, el conocimiento especializado por su naturaleza requiere de un seguimiento más puntual debido a la complejidad de los conocimientos que se transfieren, siendo este el caso de la educación superior.

Durante la pandemia del COVID-19, los estudiantes de nivel superior dan seguimiento a sus asignaturas empleando diversas plataformas, *e.g.*, Teams de Microsoft, Moodle, Google Classroom; en donde asisten a clases virtuales, reciben

<sup>1</sup> La M.I.I. Nayeli Montalvo Romero es Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Guanajuato-México, Gto. C.P. 36413, nayeli.mr@purisima.tecnm.mx (**Autor corresponsal**).

<sup>2</sup> El M.I.I. Aarón Montiel Rosales es Profesor de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Guanajuato-México, Gto. C.P. 36413, aaron.mr@purisima.tecnm.mx.



información y, envían trabajos, prácticas, exposiciones virtuales, aplican exámenes. Debido a la falta de seguimiento de las clases virtuales por parte del estudiante, la complejidad de los temas y la carga académica; los estudiantes universitarios han desarrollado diversos padecimientos que han mermado de una u otra manera su calidad física y/o mental.

El medir el nivel de estrés de los estudiantes apoyará al proceso de toma de decisiones en determinar las acciones que permitan disminuir el índice de deserción, a causa de la pandemia del COVID-19. En (Suárez & Díaz, 2015; Alba *et al.*, 2013; Velez, 2016; Castrillón *et al.*, 2013; Mary, 2015; Fernández, 2019; Navarrete *et al.*, 2012; Benavente *et al.*, 2010), se plantean estrategias como asesorías académicas, programas de orientación y tutorías, comunidades de aprendizaje y talleres de risoterapia.

**Material y Métodos**

El presente trabajo de investigación emplea el estudio transversal, descriptivo, comparativo y correlacional, con diseño no experimental; aplicado a estudiantes de nivel superior. El estudio emplea el *test* de estrés laboral proporcionado por el IMSS (véase Figura 1); el *test* consta de 12 preguntas las cuales se responden eligiendo un rango de acuerdo a su situación actual (nunca, casi nunca, pocas veces, algunas veces, relativamente frecuente y muy frecuente).

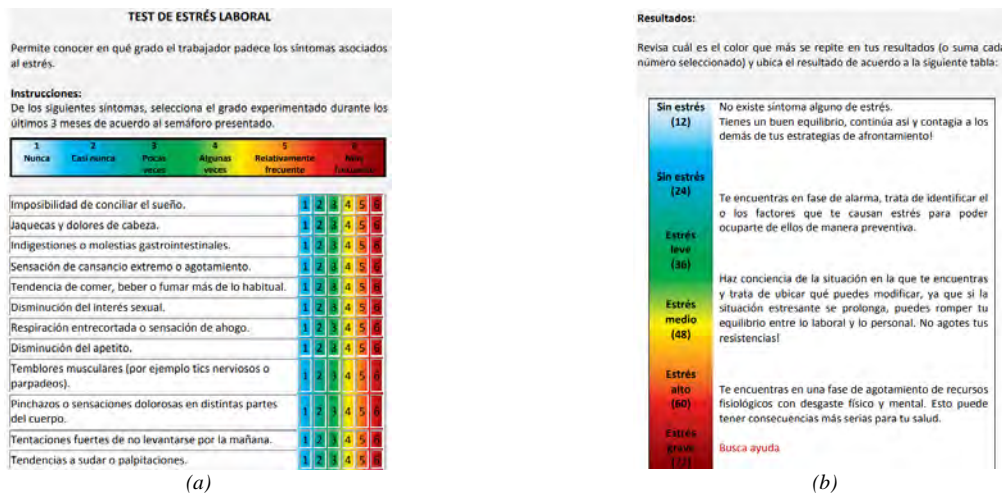


Figura 1. (a) Test de Estrés Laboral y (b) Resultados (<http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/estreslaboral/Test-Estres-Laboral.pdf>).

El instrumento para recabar la información se desarrolló en Microsoft Forms; y se aplicó a una muestra estadísticamente representativa de estudiantes de nivel superior, antes y durante la pandemia del COVID-19; los resultados al instrumento aplicado se detallan a continuación.

1. Imposibilidad de conciliar el sueño; en la Figura 2, se aprecia que existe incremento significativamente en la categoría de “relativamente frecuente”, de parte de los estudiantes al pasar del 12% al 51%.

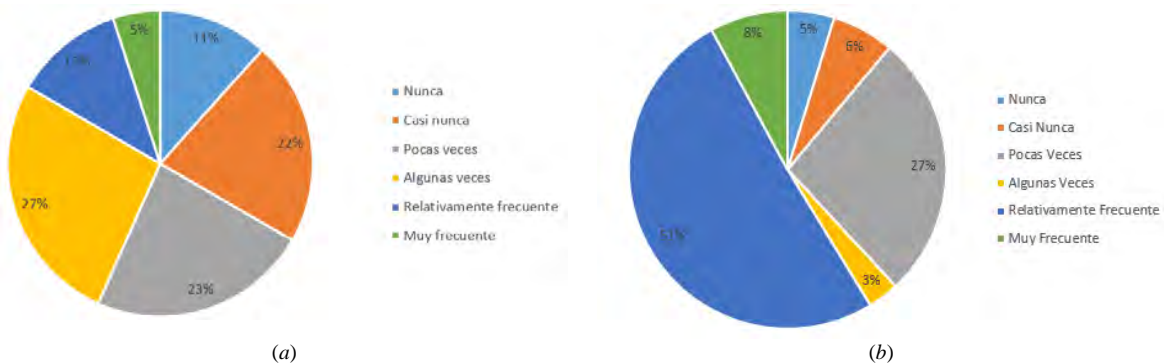


Figura 2. Imposibilidad de Conciliar el Sueño: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

2. Jaquecas y dolores de cabeza; de la Figura 3, se desprende que existe un incremento de 8% en la categoría “muy frecuente”, con respecto a un síntoma físico.

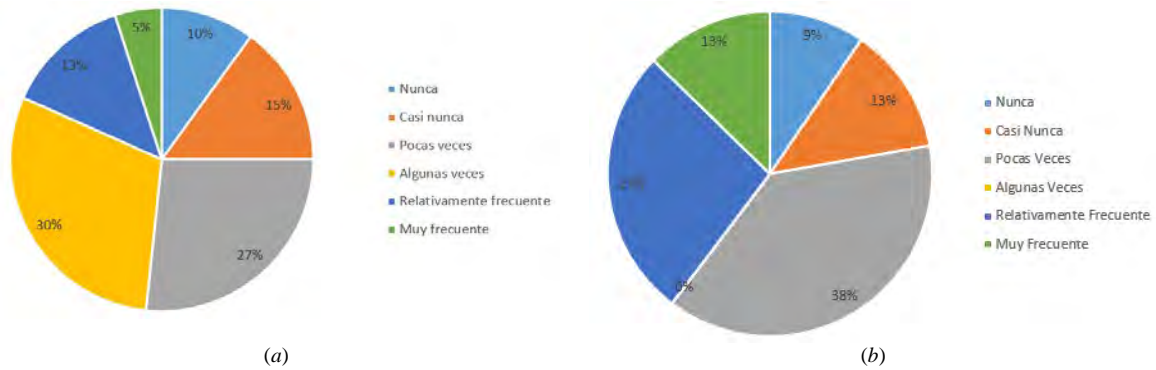


Figura 3. Jaquecas y Dolores de Cabeza: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

3. Indigestiones o molestias gastrointestinales; la Figura 4 presenta que se incrementó el sistema gastrointestinal al pasar de 8% a 16% con relación a la tipificación de “relativamente frecuente”.

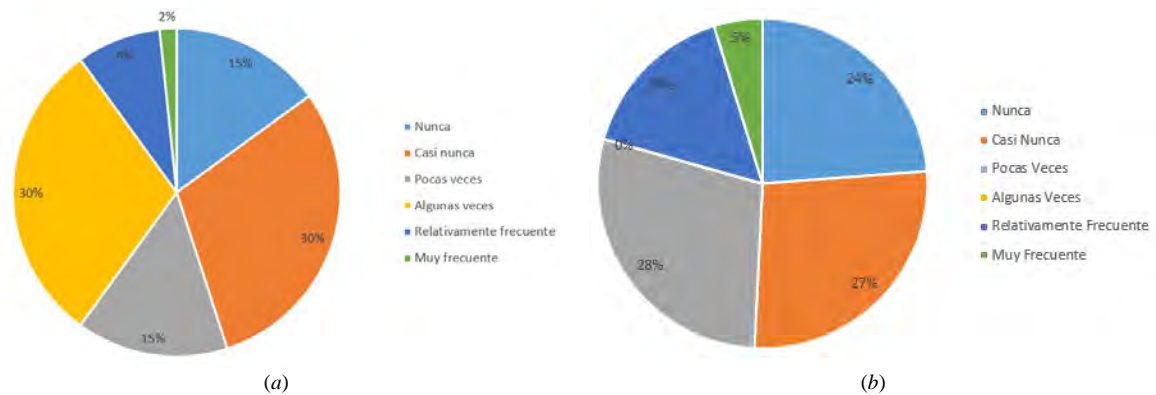


Figura 4. Indigestiones o Molestias Gastrointestinales: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

4. Sensación de cansancio extremo o agotamiento; la sensación de este síntoma se duplicó durante la pandemia del COVID-19 (véase Figura 5).

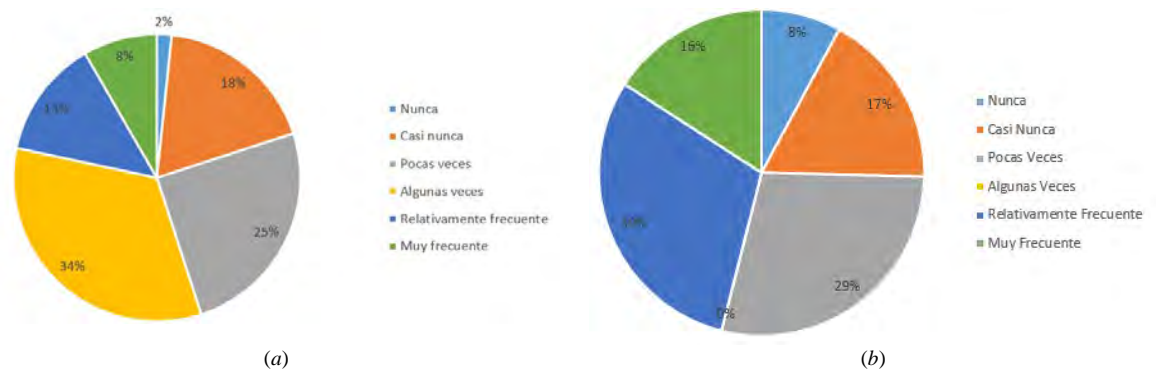


Figura 5. Sensación de Cansancio Extremo o Agotamiento: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

5. Tendencia de comer, beber o fumar más de lo habitual; esta ansiedad se incrementó al 650%, en la categoría de “muy frecuente”, al pasar del 2 al 13% (ver Figura 6), este fenómeno se debe principalmente a que durante el encierro existe una desesperación derivado del mismo encierro.

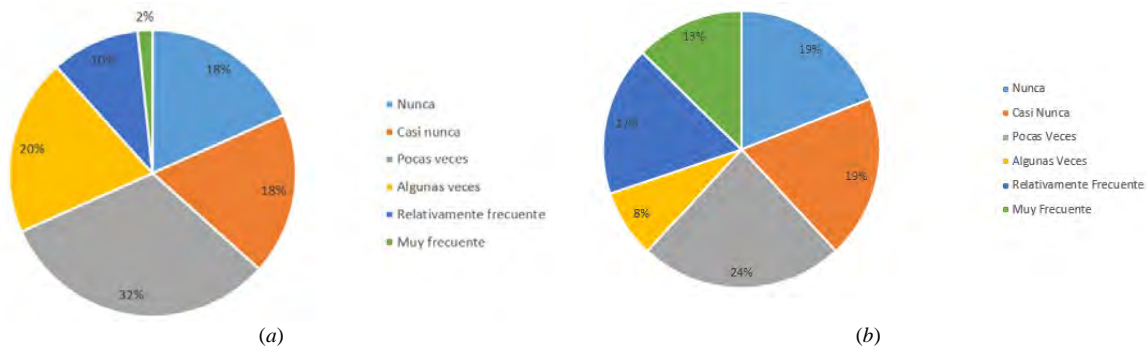


Figura 6. Tendencia de Comer, Beber o Fumar más de lo Habitual: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

6. Disminución del interés sexual; disminuyó significativamente, en la categoría “muy frecuente” (ver Figura 7).

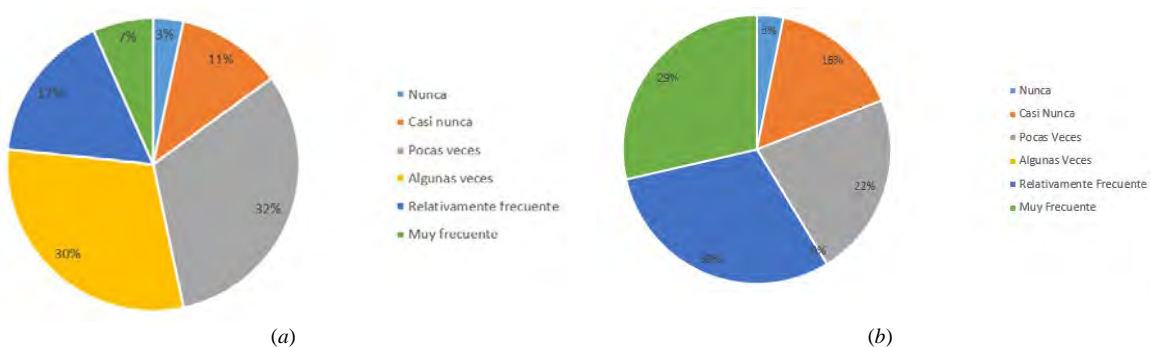


Figura 7. Dificultad para Concentrarse o Sensación de Preocupación: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

7. Respiración entrecortada o sensación de ahogo; no se presentó un cambio significativo (véase Figura 8).

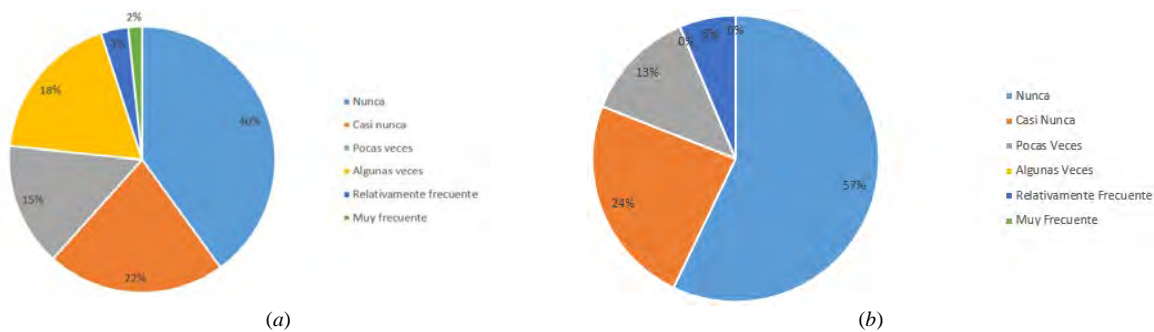


Figura 8. Respiración Entrecortada o Sensación de Ahogo: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

8. Disminución del apetito; la Figura 9, presenta el incremento ligero de éste fenómeno.

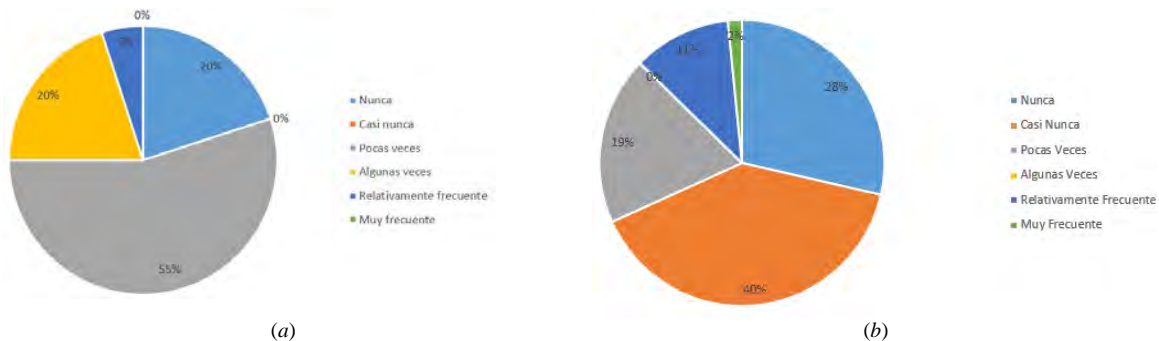


Figura 9. Disminución del Apetito: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

9. Temblores musculares (por ejemplo tics nerviosos o parpadeo); la Figura 10, muestra el comportamiento.



Figura 10. Temblores Musculares: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

10. Pinchazos o sensaciones dolorosas en distintas partes del cuerpo; existe incremento significativo (ver Figura 11).

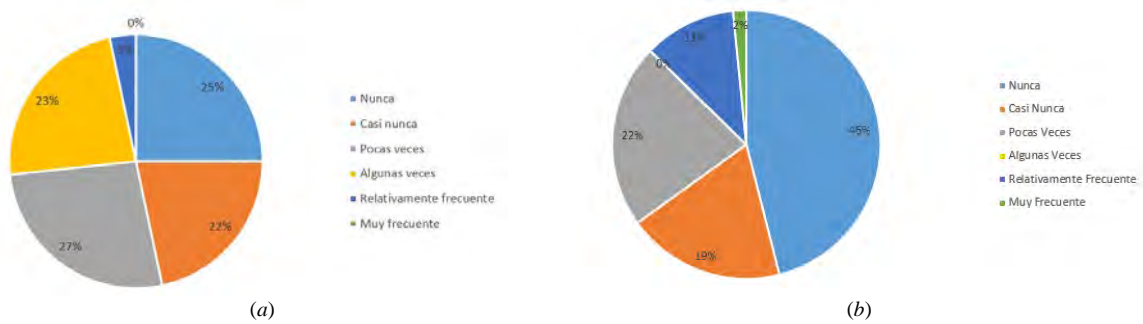


Figura 11. Pinchazos o Sensaciones Dolorosas en Distintas Partes del Cuerpo: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

11. Tentaciones fuertes de no levantarse por la mañana; no se ha presentado cambio significativo (véase Figura 12).



Figura 12. Tentaciones Fuertes de no Levantarse por la Mañana: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

12. Tendencias a sudar o palpitaciones; existe un incremento significativo, tal y como se muestra en la Figura 13.

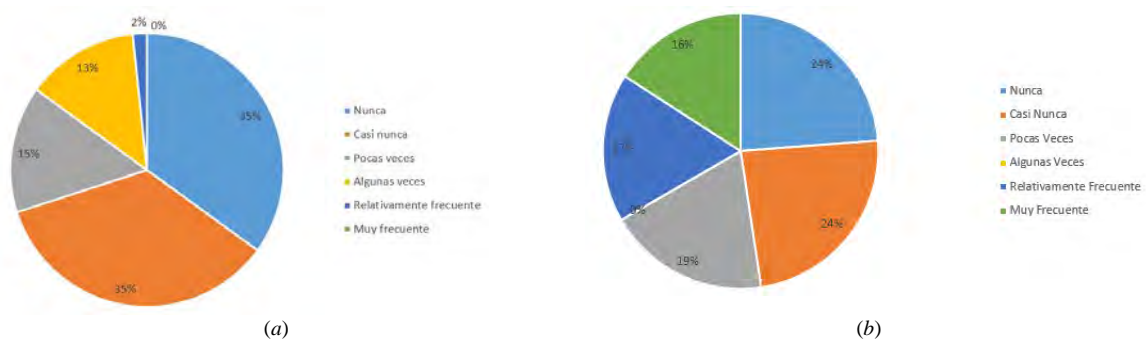


Figura 13. Tendencias a Sudar o Palpitaciones: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

**Resultados y Discusión**

En la Figura 14, se presentan las proporciones de los resultados de la categoría del *test*, *i.e.*, el nivel de estrés de los individuos bajo estudio. De esta se desprende que hubo un incremento de nivel de estrés, esto se pasó de estrés medio a estrés alto. Con lo que es posible conjeturar que el confinamiento voluntario, así como las clases virtuales, han incrementado el estrés de la comunidad estudiantil universitaria.

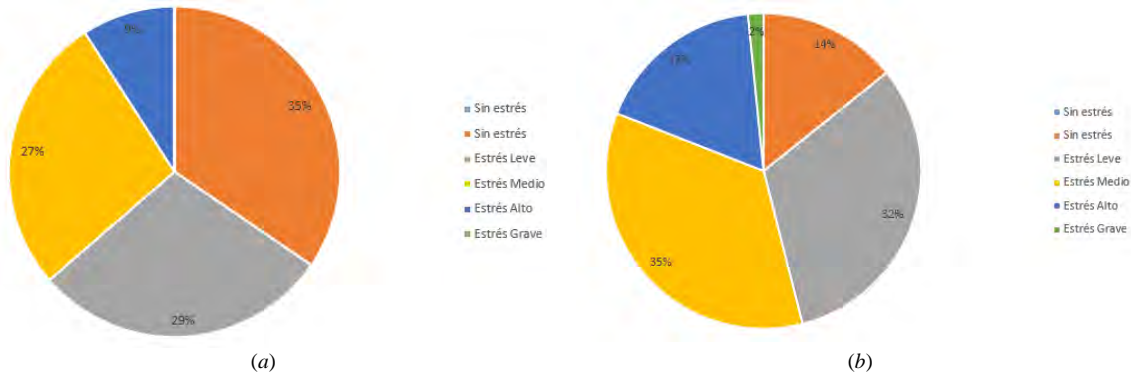


Figura 14. Proporciones del nivel de Estrés: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

Ahora bien, en la Figura 15 se muestra que de los puntajes obtenidos se desprende que el estrés normal se asocia principalmente a: “tentaciones fuertes de no levantarse por la mañana”, “disminución del interés sexual” y “sensación de cansancio extremo o agotamiento”; mientras que durante la pandemia del COVID-19, los principales efectos derivados son: “disminución del interés sexual”, “imposibilidad de conciliar el sueño” y “sensación de cansancio extremo o agotamiento”.

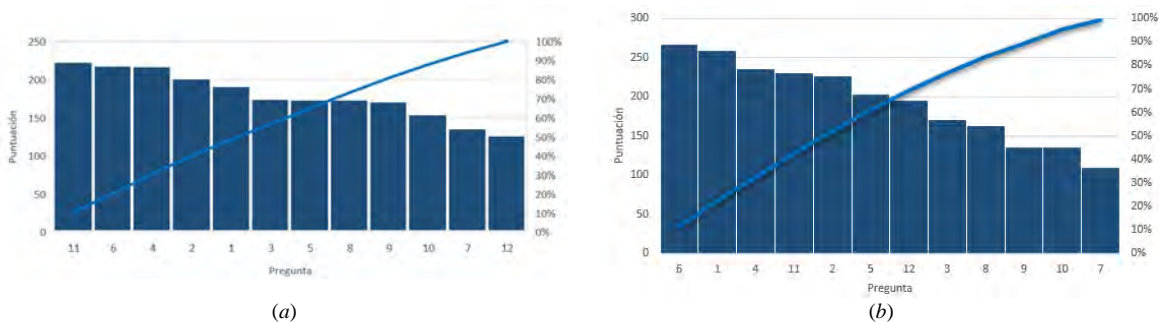


Figura 15. Factores de Impacto del Estrés: (a) antes del COVID-19, (b) durante el COVID-19.

**Conclusiones**

Sí bien es cierto que existe estrés escolar en situaciones académicas normales, este puede ser identificado y canalizado de parte del docente o tutor a la mejor dependencia para recibir apoyo, *e.g.* servicios escolares, apoyo psicológico, talleres de nivelación académica, pláticas motivacionales, servicios financieros. Sin embargo, algunos efectos derivados de la pandemia del COVID-19, tales como la sana distancia, el aislamiento voluntario, entre otros; ha ocasionado que se migre de la educación presencial a la educación de manera virtual de forma temporal. Durante este cambio el estudiante ha mostrado un incremento de estrés emanado de: (a) la cantidad de carga académica, puesto que consideran que se les exige más de lo que se les solicita de manera presencial, (b) la complejidad de dar seguimiento a las clases virtuales, ya que existen estudiantes que viven en comunidades marginadas en donde difícilmente existe conexión a internet, (c) los recursos se han limitado, emanado de que existen padres de familia que han dejado de trabajar y ahora el alumno con el afán de apoyar a los gastos domésticos se ve en la necesidad de incorporarse al sector económicamente activo, (d) el estudiante universitario apoya en gran medida a las actividades de los padres, esto al apoyar a sus hermanos menores en su cuidado y al desarrollo de sus deberes, al mismo tiempo que apoyan a los padres mientras estos realizan *home office* y, finalmente (e) el mismo confinamiento voluntario recomendado por la Secretaría de Salud, visto como un “encierro”. A partir de la información obtenida del trabajo de investigación, es posible conjeturar que, sin lugar a dudas el estrés en los alumnos universitarios se ha incrementado significativamente debido a un factor externo incontrolable, el COVID-19. El reto ahora surge para los docentes, tutores y administrativos, quienes impulsados por que el estudiante continúe con su proyecto de vida se han visto en la necesidad de emplear

todos los medios posibles para localizarlos; *e.g.*, correos electrónicos, llamadas telefónicas, redes sociales, e incluso ir a buscarlos a su propia casa; para brindarles apoyo moral, psicológico y académico, y con ello garantizar que los estudiantes continúen con su formación profesional; los estudiantes no son indicadores, sino personas.

#### Referencias Bibliográficas

- Alba, D., Arenas, A. M., Botero, F. E., Cañón, S. C., Cardona, H. A., Castaño, J. J., ... & Ramírez, D. (2013). Estrés, estrategias de afrontamiento, estilos de aprendizaje, y comunicación asertiva, en una muestra de estudiantes del Programa de Medicina de la Universidad de Manizales, y diseño de un proceso de mejora. *In Archivos de Medicina (Manizales)*, 13(2), pp. 187-201, doi: 10.30554/archmed.13.2.110.2013.
- Arias, O., & Vizoso, C. M. (2016). Causas de estrés académico en estudiantes universitarios. *In Psicología y Educación: Presente y Futuro*. ACIPE- Asociación Científica de Psicología y Educación, pp. 2833-2840, <http://hdl.handle.net/10045/64547> [01.06.2020].
- Benavente, B. T., Quispe, G. P., & Callata, G. L. (2010). Nivel de estrés y estrategias de afrontamiento en estudiantes de la facultad de enfermería-UNSA Arequipa. 2006. *In Enfermería global*, 9(2), pp. 1-18, <https://revistas.um.es/eglobal/article/view/107181> [23.05.2020].
- Cabanach, R. G., Taboada, V. F., Souto-Gestal, A., & Doniz, L. G. (2017). ¿Media la orientación de las metas académicas el estrés en estudiantes universitarios? *In Revista de Investigación en Educación*, 15(2), pp. 109-121, <http://reined.webs.uvigo.es/index.php/reined/article/view/192> [28.05.2020].
- Castrillón, J. J. C., Ospina, D. A., Dávila, A. M. A., Ramírez, F. E. B., Buitrago, S. C. C., Grisales, H. A. C., ... & Gutiérrez, D. R. (2013). Estrés, estrategias de afrontamiento, estilos de aprendizaje, y comunicación asertiva, en una muestra de estudiantes del programa de medicina de la universidad de manizales, y diseño de un proceso de mejora. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 13(2), pp. 187-201, doi: doi.org/10.30554/archmed.13.2.110.2013.
- Celis, J., Bustamante, M., Cabrera, D., Cabrera, M., Alarcón, W., & Monge, E. (2001). Ansiedad y estrés académico en estudiantes de medicina humana del primer y sexto año. *In Anales de la Facultad de Medicina*, 1(62), 25-30. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=379/37962105> [20.05.2020].
- Fernández, A. M. (2019). Aplicación de un programa de técnicas de dominio emocional y estrés en estudiantes del V Ciclo del Instituto Superior Pedagógico Nuestra Señora de la Asunción-Otuzco, <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11809> [01.06.2020].
- García, N. B. & Zea, R. M. (2011). Estrés académico. *In Revista de psicología Universidad de Antioquia*, 3(2), 65-82, <https://revistas.udea.edu.co/index.php/psicologia/article/view/11369/10646> [26.05.2020].
- Martín, I. (2007). Estrés académico en estudiantes universitarios. *In Apuntes de Psicología*, 25(1), 87-99, <http://www.apuntesdepsicologia.es/index.php/revista/article/view/117> [03.06.2020].
- Mary, M. Y. (2015). Efectividad de la risoterapia para el manejo del estrés en estudiantes de la Facultad de Enfermería de la UNA Puno-2014, <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2272> [02.06.2020].
- Navarrete, B., Saldías, I., Muñoz, M., & Vera, V. (2012). Relación entre rendimiento académico, estrategias de aprendizaje, motivación y estrés en estudiantes de enfermería de la Universidad del Bío-Bío, <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/782> [28.06.2020].
- Palestina, C., & Godínez, M. D. L. Á. (2014). Factores que provocan estrés en estudiantes de enfermería. *In Revista CuidArte*, 3(5), pp. 16-25, doi: 10.22201/fesi.23958979e.2014.3.5.69090.
- Suárez, N., & Díaz, L. B. (2015). Estrés académico, deserción y estrategias de retención de estudiantes en la educación superior. *In Revista de salud pública*, 17, 300-313, doi: 10.15446/rsap.v17n2.52891.
- Velez, E. S. (2016). Efectividad de un programa de relajación “primero es mi paz interior” en la disminución de los niveles de estrés en estudiantes de enfermería de una Universidad Pública de Lima 2015, <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4717> [02.06.2020].

## **PERCEPCIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN SONORA EN PUNTOS CRÍTICOS, CIUDAD DE PUNO PERÚ**

Julio Cesar Quispe Mamani<sup>1</sup>, Hugo Rubén Marca Maquera<sup>2</sup>  
Marcial Guevara Mamani<sup>3</sup>, Cesar Elías Roque Guizada<sup>4</sup>

### ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Recibido: 30/04/2020      Aceptado: 31/07/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** La investigación tiene como objetivo analizar la percepción de la población sobre los niveles de contaminación sonora causados por el congestionamiento de vehículos, personas y el desarrollo comerciales diurnas y nocturnas que se da en los puntos críticos de Puno. Se aplicó la metodología descriptiva, causal – analítica, realizando una toma de muestras del nivel de ruido en decibeles (dB) generado por estas aplicando el Sound Meter (Sonómetro). Los resultados son que, la contaminación sonora es generada por los malos hábitos y la falta de conciencia de la población en el desarrollo de las actividades, por la existencia del uso excesivo de vehículos, mayor concentración de personas en dichos puntos y el comercio que se desarrolla en ella. Las variables que más influyen en la contaminación sonora son las de cantidad de vehículos observados con un coeficiente de 0.4152 y la clasificación como zona comercial con un coeficiente de 0.5016; en ambos casos influyen directamente sobre la percepción de la intensidad de ruido generado.

**Palabras clave:** Congestionamiento, contaminación sonora, decibel, límites permisibles.

## **PERCEPTION ON SOUND POLLUTION IN CRITICAL POINTS, PUNO CITY – PERU**

**Abstract.-** The objective of the research is to analyze the perception of the population about the levels of noise pollution caused by the congestion of vehicles, people and the commercial development of day and night that occurs in the critical points of Puno. The descriptive, causal-analytical methodology was applied, taking a sample of the noise level in decibels (dB) generated by them applying the Sound Meter (Sound level meter). The results are that noise pollution is generated by bad habits and the lack of awareness of the population in the development of activities, by the existence of excessive use of vehicles, a greater concentration of people in these points and the trade that develops in it. The variables that most influence noise pollution are the number of vehicles observed with a coefficient of 0.4152 and the classification as a commercial area with a coefficient of 0.5016; in both cases, they directly influence the perception of the noise intensity generated.

**Keyword:** Congestion, noise pollution, decibel, allowable limits.

### Introducción

La contaminación sonora generada por los malos hábitos y falta de conciencia en las actividades que realiza la población urbana, en las ciudades que se encuentran en un crecimiento no solo demográfico sino también económico (Berglund, Lindvall, & Schwela, 1999), como es el caso de la ciudad de Puno, es el resultado de las actividades propias de la población, ya que, cualquiera de éstas casi siempre conlleva un nivel sonoro más o menos elevado, entre las que se encuentran principalmente el transporte y el comercio (Orozco & González, 2015); es decir la gran afluencia de personas y vehículos (Morillas & otros, 2002). Los elevados niveles de contaminación sonora generados a causa del congestionamiento de personas, vehículos y actividades comerciales diurnas y nocturnas causan alteraciones en la salud de las personas (Hidalgo, 2017); la misma que, se da en forma temporal y/o permanente (Arakaki, 2012), afecta en la audición del hombre, potencia el estrés, produce alteraciones al sistema nervioso, disminuye su actividad cerebral y afecta a las defensas de la persona frente a diversas enfermedades.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Económica. Av. Floral 1153 Campus Universitario, Teléfono (051) 36505, Puno – Perú, [jcesarqm@yahoo.es](mailto:jcesarqm@yahoo.es). (**Autor corresponsal**).

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Moquegua, Escuela Profesional de Gestión Pública y Desarrollo Social, Prolongación. Calle Ancash s/n – Moquegua, Teléfono (053) 463514, Moquegua – Perú.

<sup>3</sup> Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Económica. Av. Floral 1153 Campus Universitario, Teléfono (051) 36505, Puno – Perú, [guevaraunap@gmail.com](mailto:guevaraunap@gmail.com).

<sup>4</sup> Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ecoturismo. AV. Jorge Chávez N°1160, Puerto Maldonado – Perú, [cerroguis@hotmail.com](mailto:cerroguis@hotmail.com)

El problema de los elevados niveles de contaminación sonora en la ciudad de Puno trae como consecuencia la generación de un inadecuado ambiente urbano, contribuyendo hacia una mayor degradación de la misma; generando efectos negativos en la población como problemas auditivos, estrés, alteración al sistema nervioso, incrementando en la salud de las personas (Romero, Ramos, Romero & Sedov, 2019). Todo lo antes mencionado ocasionará mayores gastos en salud, y afectado en la calidad de vida de la población (Sanchís y otros, 2000 y Santos De La Cruz, 2007). Este trabajo tiene por objetivo es analizar la percepción de la población sobre los niveles de contaminación sonora a causa del congestionamiento de personas, vehículos y actividades comerciales diurnas y nocturnas, en los puntos críticos de la ciudad de Puno.

Al analizar la percepción de la población sobre los niveles de contaminación sonora a causa del congestionamiento de personas, vehículos y actividades comerciales diurnas y nocturnas, en los puntos críticos de la ciudad de Puno, contribuirá en proponer soluciones para la reducción de los niveles de contaminación sonora, lo que generara un adecuado ambiente urbano, así como la mejora del mismo (Mendoza, Laurencio & Apaza, 2019); provocando efectos positivos en las personas, disminuyendo los niveles de enfermedades, contribuyendo hacia la disminución de los problemas de salud, para finalmente generar efectos positivos en la calidad de vida de la población (Sanchís y otros, 2000).

#### Revisión de la literatura

A continuación, se realiza el análisis de los temas teóricos que requieren tomando en cuenta para aclarar la problemática planteada.

#### Contaminación sonora y su importancia en la salud humana

La contaminación sonora describe al ruido, ruidos que circulan a nivel aéreo por las calles de una población, y como en las ciudades existen gran cantidad de elementos generadores de ruido (como son el tránsito e industrias) producen un alto nivel de contaminación sonora en conjunto; hecho que puede llegar a perjudicar la integridad física y psíquica de los habitantes (Romero, Ramos, Romero & Sedov, 2019).

Para medir un sonido o ruido se debe considerar tres dimensiones importantes: la intensidad (Serna, 2019), es decir, el «nivel» que está asociado a la cantidad de energía empleada para generarlo, que se mide en decibeles (db), la «frecuencia» de exposición del ruido y la «duración» del mismo (Mendoza, Laurencio & Apaza, 2019). El nivel de presión sonora puede detectarse a través de instrumentos de medición sonora, sin embargo, el oído humano es capaz de percibir niveles de presión sonora amplios (Muñoz, & Plata, 2019).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 55 decibeles es el nivel de ruido máximo que puede tolerar sin alterar su salud y dependiendo del tiempo de exposición, ruidos mayores a los 60 decibeles pueden causar malestares físicos, y a más de 85 decibeles puede incluso correr riesgos cardiovasculares (Romero, Ramos, Romero & Sedov, 2019). La siguiente tabla muestra los efectos que se pueden producir, según la Organización Mundial de la Salud (González Sánchez, & Fernández, 2014):

Tabla 1. Efectos de la Contaminación Sonora

Entorno	LAeq (dB)	Tiempo (Horas)	Efectos
Interior de viviendas	35	16	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer.
Aulas académicas	35	Durante la clase	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje.
Zonas industriales comerciales y de tráfico	70	24	Daños al oído
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	100	4	Daños al oído - Asistentes habituales: < 5 veces/año
Música en auriculares	85	1	Daños al oído
Sonidos impulsivos de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego	-	-	Daños al oído (adultos) Daños al oído (niños)

Fuente: Organización Mundial de la Salud



### Niveles de deterioro auditivo por la contaminación sonora

El nivel de deterioro auditivo se produce de acuerdo al entorno-comunidad y al tiempo de exposición en la zona. También, si la persona se expone durante más de 8 horas a niveles sonoros por encima de 85 dB es potencialmente peligrosa, este nivel se focaliza más en lugares con mucho tráfico (Petermann, Troncoso, Martínez, Leiva, Ulloa & Celis, 2019). Con niveles sonoros por encima de los 85 dB el daño está relacionado con la presión sonora medida en decibeles (dB) y el tiempo de exposición (Abramonte, & Francisco, 2019), como puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 2. Relación de la Contaminación Sonora con el tiempo de exposición

Nivel Sonoro	Duración de la exposición	Efecto
< 70 dB	Independiente	No hay daño Auditivo
> 85 dB	Más de 8 horas diarias	Daños auditivos

Fuente: Coines and Hagler\* Noise Pollution: A Modern Plague

Según la Comisión Europea, la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) y la OMS la correlación entre el nivel de ruido y la salud se evidencia originando efectos en el sistema nervioso (estrés, irritabilidad o agresividad), efectos cardiovasculares (incremento de la presión sanguínea) y alteraciones de la capacidad cognitiva (altera la observación y los procesos mentales de análisis y concentración) (Santos De La Cruz, 2007). Sin embargo, el estrés es uno de los efectos que más destaca del ruido pues repercute negativamente en la salud, provocando trastornos gastrointestinales y el aumento de la presión arterial. Entonces, el ruido ambiental está relacionado como una fuente importante de estrés (Ferrandis, Ferrandis & Gómez, 2010).

### La contaminación sonora y el nivel de rendimiento laboral

Por lo que respecta al rendimiento laboral, los efectos del ruido sobre el rendimiento en el trabajo dependen tanto de las características físicas del ruido como de la tarea que se realiza (García, & Garrido, 2003). En este sentido, se ha demostrado que el ruido en el trabajo aumenta el número de accidentes laborales.

Un estudio realizado por la Universidad de Sussex (Reino Unido), señala que la frecuencia de accidentes laborales en lugares muy ruidosos aumenta entre tres y cuatro veces; por el contrario, en ambientes silenciosos, se percibe una tendencia a la disminución de estos siniestros (Orozco, & González, 2015). Los efectos de la contaminación sonora pueden darse tanto en el plano psicológico como en el físico de las personas; el ruido entorpece en los ciclos normales del sueño y, por tanto, impiden el adecuado descanso y la recuperación de la energía en el organismo. Asimismo, en el sistema nervioso comienzan a originarse problemas físicos (Miyara, & Sanguineti, 1996).

Cuando la intensidad del sonido alcanza 70 u 80 decibeles se presentan las afectaciones psicológicas e incluso daños físicos en el aparato auditivo. El daño puede no ser percibido de manera inmediata por la persona, pues el oído humano comienza a adaptarse y aumenta su tolerancia al ruido; sin embargo, en el largo plazo surgirán síntomas como la pérdida de la capacidad auditiva o problemas de tipo neurológico (Maqueda, Ordaz, Cortés, Gamo, Bermejo, Silva & Asunsolo, 2010).

Por otro lado, la frecuencia del ruido es otro determinante para la magnitud del daño, ya que, aunque el ruido sea muy leve la exposición a éste durante ocho o más horas, afectará. Y peor aún, si una persona alcanza y rebasa el umbral de los 180 decibeles de ruido (como estar ubicado cerca de un avión despegando), la pérdida total del oído es un hecho (Maqueda, Ordaz, Cortés, Gamo, Bermejo, Silva & Asunsolo, 2010).

### Materiales y métodos

La metodología utilizada en la presente investigación es descriptivo, causal-analítico y correlacional (Hernández, Fernández & Baptista, 2003), donde se utilizará el método de estimación de regresión lineal MCO (Pindyck, 2001).

Modelo de Regresión Simple (MCO: Mínimos cuadrados ordinarios), es un método para encontrar los parámetros poblacionales en un modelo de regresión lineal. Este método minimiza la suma de las distancias verticales entre las respuestas observadas en la muestra y las respuestas del modelo. El parámetro resultante puede expresarse a través de una fórmula sencilla, especialmente en el caso de un único regresionador (Gujarati, 2010).

El método MCO, siempre y cuando se cumplan los supuestos clave, será consistente cuando los regresionadores sean exógenos y no haya perfecta multicolinealidad, este será óptimo en la clase de parámetros lineales cuando los errores sean homocedásticos y además no haya autocorrelación (Gujarati, 2010).

Esta proporciona un estimador insesgado de varianza mínima siempre que los errores tengan varianzas finitas. Bajo la suposición adicional de que los errores se distribuyen normalmente, el estimador MCO es el de máxima verosimilitud (Muñoz & Plata, 2019). El modelo de la investigación es el siguiente:

Tabla 3. Variables del modelo

Variable Dependientes	Variables Independientes		Notación	Valores
Nivel de Contaminación Sonora NIVCONTS	Transporte	Número de Vehículos /minuto	NVE	1= 1 a 15 vehículos 2= 16 a 30 3= 31 a más
		Tipo de transporte predominante	TRANS	1= Bicicletas 2= Motocicletas 3= Automóviles 4= Buces 5= Camiones 6= Tren
	Hábitos Sociales	Número de personas/ minuto	NPER	1= 1 a 30 2= 30 a 60 3= 60 a más
		Actividades comerciales	¿Es una zona Comercial?	COMERC

El modelo de regresión se representa de la siguiente manera:

$$NIVCONTS = \beta_0 + \beta_1 NVE + \beta_2 TRANS + \beta_3 NPER + \beta_4 COMER + \mu_i$$

**Herramientas para la obtención de datos**

Se utilizó encuesta, la misma que se aplicaron a la muestra del lugar de estudio. Además, se consideró como información las muestras de niveles de decibeles (DB), que fueron tomados en los puntos de análisis, donde se utilizó el aplicativo sonómetro, para iPhone y Android (Miyara & Sanguinetti, 1996).

**Procesamiento de los datos**

Se utilizaron softwares para el procesamiento de las encuestas y codificación de las mismas como el IBM SPSS, para estimar el modelo de la investigación se utilizó el STATA 15.

**Población**

La unidad de análisis de investigación esta conforma por cinco puntos críticos que son, intersección de la Avenida Floral con la Avenida Sesquicentenario y Jirón Jorge Basadre (UNA PUNO), intersección entre Avenida Floral con Avenida el Sol, el Parque Ramón Castilla, Mercado Central y el Mercado Laykakota.

**Muestra**

La población de estudio está conformada por las personas que se encontraron de forma temporal o permanente en los puntos de análisis (García & Garrido, 2003), así como el número de vehículos que transitaban por dichas zonas en un tiempo determinado de quince minutos, distribuidos en bicicletas, motocicletas, automóviles, buses, camiones y tren.

La cantidad a aplicar en los puntos focales es de 50 personas en los 5 puntos focales con gran afluencia personas; para lo cual la muestra se tomó en base a la lógica que tiene el investigador para seleccionar la muestra "por ejemplo si se tiene una población de 100 individuos habrá que tomar por lo menos el 30% para no tener menos de 30 casos, que es lo mínimo recomendado para no caer en la categoría de muestra pequeña. Pero si la población fuere 50.000 individuos una muestra del 30 % representará 15.000; 10% serán 5.000 y el 1% dará una muestra de 500. En este caso es evidente que una muestra de 1% o menos será la adecuada para cualquier tipo de análisis que se debe realizar" (Pineda et al, 1994:112). Por lo tanto, la muestra representativa fue de 50 personas. Para la medición del nivel de ruido en decibeles,

se tomó los puntos estratégicos de las zonas críticas, de acuerdo al momento de mayor congestión tanto de personas como vehículos (Horas punta), en los tiempos de 7:00 a 8:00 a.m., de 1:00 a 12:00 p.m. y de 6:00 a 7:00 p.m. (Serna, 2019). Complementariamente se debe considerar que dicha medición se aplicó durante días laborables.

**Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos se muestran mediante tablas y gráficos elaborados en el programa SPSS, en las mismas que se detalla cada variable y su análisis.

**Análisis descriptivo de las variables determinantes**

Analizando la percepción del nivel de ruido, del total de encuestados, el 22% de las mismas indicaron que perciben el nivel de ruido como poco intenso, el 40% perciben algo intenso, el 32% perciben un ruido intenso y el 6% considera que perciben un ruido muy intenso (Tabla 4).

Tabla 4. Percepción del nivel de Ruido

<b>Caso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Poco intenso	11	22,0
Algo intenso	20	40,0
Intenso	16	32,0
Muy intenso	3	6,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>

Al analizar el tipo de vehículo que causa mayor ruido, del total de encuestados, el 4% de los encuestados consideran que las que causan mayor ruido son las Motocicletas, el 48% consideran que las que causan mayor ruido son la moto taxi, el 44% consideran a los automóviles las que causan mayor ruido y el 4% consideran los buses (Tabla 5).

Tabla 5. Tipo de vehículos que causan mayor ruido

<b>Caso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Motocicletas	2	4,0
Moto taxi	24	48,0
Automóviles	22	44,0
Buses	2	4,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>

Respecto al conocimiento de los efectos que causa el tipo de contaminación sonora, se determina que el 52% de los encuestados no conocen los efectos que pueden causar el tipo de contaminación y el 48% de los encuestados si conocen de alguna manera los efectos que genera la contaminación sonora (Tabla 6).

Tabla 6. Conocimientos de los efectos que causa el tipo de contaminación

<b>Caso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	24	48,0
No	26	52,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>

De acuerdo a la percepción de las personas sobre las medidas aplicadas para disminuir los ruidos ya sea por la autoridad del barrio o la autoridad municipal/policial; de esta se evidencia que el 38% del total de encuestados consideran que se deben aplicar multas a las personas y vehículos que generen ruidos molestos. Sin embargo, la mayoría de encuestados coinciden en realizar campañas de concientización acerca de la contaminación sonora, en donde se expliquen sus causas y efectos de la contaminación del ruido y las medidas que se deben implementar para mitigar los impactos negativos generados (Tabla 7). Analizando de manera más detallada, muchos indicaron que la contaminación del ruido afecta directamente a la salud de las personas.

Tabla 7. Medidas aplicadas para disminuir los ruidos molestos en su barrio

<b>Caso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
-------------	-------------------	-------------------

Multas (personas, vehículos)	19	38,0
Campañas de concientización	31	62,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>

En el caso de la presencia de problemas de salud en el encuestado o en un familiar por la contaminación del sonora, la Tabla 8 muestra que los efectos de la contaminación sonora en las familias, donde el 42% de los encuestados consideran que no presencian problemas de salud, ya sea auditivas o asociadas a la misma, ni tampoco tienen un familiar con enfermedades a causa de la contaminación sonora. Mientras que el 58% de los encuestados indicaron que si presentan y/o presencian problemas de salud a causa de la contaminación sonora; la misma que se evidencia en aquellas personas que diariamente se exponen a niveles de ruido altos en zonas de comercio y construcción.

Tabla 8. Presencia Problemas de Salud (Encuestado o familiar)

Caso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	21	42,0	42,0	42,0
Si	29	58,0	58,0	100,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Con respecto a la intensidad de problemas de salud a causa del ruido, del total de encuestados, el 42% considera que las enfermedades son poco graves, el 30% que son graves y el 28% que son muy graves. La mayoría de los encuestados consideran a las enfermedades causadas por la contaminación sonora como poco graves, por tanto, no son conscientes de la gravedad de la situación a largo plazo (Tabla 9).

Tabla 9. Intensidad de problemas de salud a causa del ruido

Caso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco grave	21	42,0	42,0	42,0
Grave	15	30,0	30,0	72,0
Muy grave	14	28,0	28,0	100,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

De acuerdo al conocimiento de regulaciones sobre la emisión ruidos por parte de la población, del 100% de encuestados, el 92% desconoce la existencia de regulaciones acerca de la emisión de ruidos y solo el 8%, es decir, de 50 observaciones solo 4 personas, conocen tales normas (Tabla 10).

Tabla 10. Conocimiento de regulaciones sobre la emisión de ruidos

Caso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	46	92,0	92,0	92,0
Si	4	8,0	8,0	100,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

En este sentido, las regulaciones deben muy estrictas solo para el 20% del total, para el 38% deben ser estrictas y para la mayoría, con un porcentaje de 42% las regulaciones deben ser moderadas. Los encuestados consideran que el nivel de ruido puede ser controlado mediante multas o campañas (Tabla 11).

Tabla 11. Como deberían ser las regulaciones

Caso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Moderadas	21	42,0	42,0	42,0
Estrictas	19	38,0	38,0	80,0
Muy estrictas	10	20,0	20,0	100,0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Con respecto a la percepción del ruido en los diferentes grupos críticos, en la Tabla 12 muestra la percepción de ruidos de los 50 encuestados en los diferentes puntos de encuesta, de las 20 personas que califican al ruido como algo intenso, 5 calificaron al mercado bellavista y 5 al parque Ramón Castilla. Sin embargo, solo 3 personas califican a mercado bellavista, mercado central y mercado laykakota como muy intenso.

Tabla 12. Percepción de ruido en los diferentes puntos críticos

<b>Caso</b>	<b>Poco Intenso</b>	<b>Algo intenso</b>	<b>Intenso</b>	<b>Muy intenso</b>	<b>Total</b>
Avenida Floral con la Avenida Sesquicentenario y Jirón Jorge Basadre	5	4	1	0	10
Mercado Bellavista	0	5	4	1	10
Mercado Central	0	2	6	1	9
Parque Ramón Castilla	5	5	1	0	11
Mercado Laykakota	1	4	4	1	10
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>50</b>

Sobre la percepción de ruido en los puntos críticos con los motivos de tránsito por el lugar, en la Tabla 13 muestra la percepción de ruidos de los 50 encuestados en los diferentes puntos de encuesta, de las 20 personas que califican al ruido como algo intenso 9 están por motivos de trabajo, 6 por motivos de visita y 4 por motivos de estudio. Sin embargo 16 personas califican al ruido como intenso de las cuales 9 están por motivos de trabajo, 6 por motivos de vista y 1 por motivos de estudio.

Tabla 13. Percepción de ruido en los diferentes puntos críticos

<b>Casos</b>	<b>Poco intenso</b>	<b>Algo intenso</b>	<b>Intenso</b>	<b>Muy intenso</b>	<b>Total</b>
Por motivos de trabajo	4	7	9	2	22
Por motivos de visita	4	9	6	1	20
Por motivos de estudio	3	4	1	0	8
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>50</b>

En la tabla 9 se muestra la percepción de ruidos de los 50 encuestados en los diferentes puntos de encuesta, calificando el problema del ruido como grave 15 personas, muy grave 14 y 21 consideran como poco grave al problema del ruido (Cattaneo, Vecchio, López, Navilli & Scrocchi, 2008). Además, sobre la intensidad según el tipo de vehículo, en la Tabla 14 muestra la intensidad del ruido con respecto al tipo de vehículo, se puede apreciar que 10 personas consideran al vehículo moto taxi como algo intenso seguidamente 10 personas consideraron intenso a los automóviles.

Tabla 14. Intensidad según el tipo de vehículo

<b>Caso</b>	<b>Tipo de vehículo</b>				<b>Total</b>
	<b>Motocicletas</b>	<b>Moto taxi</b>	<b>Automóviles</b>	<b>Buses</b>	
Poco intenso	1	7	3	0	11
Algo intenso	1	10	7	2	20
Intenso	0	6	10	0	16
Muy intenso	0	1	2	0	3
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>50</b>

En el caso de la percepción del ruido generado en una estación de Tren:

En la Avenida Floral, con la Avenida Sesquicentenario y Jirón Jorge Basadre, 7 encuestados consideran nada intenso el ruido de la estación de tren; 2 que es poco intenso y 1 algo intenso.

En el Mercado Bellavista, 6 encuestados consideran nada intenso el ruido de la estación de tren; 4 que es poco intenso y 1 persona considera algo intenso el ruido.

En el Mercado Central, 5 encuestados consideran nada intenso el ruido de la estación de tren; 3 que es poco intenso y ninguna persona consideran algo intenso el ruido.

En el Parque Ramón Castilla, del total de personas encuestadas, 5 consideran nada intenso; 5 poco intenso y 1 persona considera algo intenso el ruido del tren.

En el Mercado Laycakota, 9 encuestados consideran nada intenso el ruido de la estación de tren; 1 que es poco intenso y ninguna persona considera algo intenso el ruido.

Tabla15. Percepción del ruido generado en una estación de Tren

Caso	Ruido de las obras de construcción			Total
	Nada intenso	Poco intenso	Algo intenso	
Avenida Floral con la Avenida Sesquicentenario y Jiron Jorge Basadre	7	2	1	10
<b>lugar</b> Mercado Bellavista	6	4	0	10
Mercado Central	5	3	1	9
Parque Ramón Castilla	5	5	1	11
Mercado Laycakota	9	1	0	10
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>50</b>

Respecto a la percepción del ruido de las obras de construcción según el lugar, se tiene que (Tabla 16):

En la Avenida Floral, con la Avenida Sesquicentenario y Jirón Jorge Basadre, 1 encuestado consideran nada intenso; 6 que es poco intenso, 2 algo intenso y una persona considera muy intenso el ruido de las obras de construcción.

En el Mercado Bellavista, 6 encuestados consideran que el ruido de las obras de construcción es poco intenso, 3 algo intenso y una persona muy intensa el ruido de las obras de construcción.

En el Mercado Central, 6 encuestados consideran que el ruido de las obras de construcción es poco intenso; 1 persona considera que el ruido es algo intenso; 1, intenso; 1, muy intenso.

En el Parque Ramón Castilla, 7 encuestados consideran el ruido de la estación de 2 personas algo intenso, 1 persona, intenso y 1 persona considera muy intenso el ruido.

En el Mercado Laycakota, 6 encuestados consideran poco intenso el ruido de la estación de tren; 3 que es algo intenso y 1 persona considera muy intenso el ruido de las obras de construcción.

Tabla 15. Percepción del ruido de las obras de construcción según el lugar

Caso	Ruido de las obras de construcción					Total
	nada intenso	poco intenso	algo intenso	intenso	muy intenso	
Avenida Floral con la Avenida Sesquicentenario y Jiron Jorge Basadre	1	6	2	1	0	10
<b>Lugar</b> Mercado Bellavista	0	6	3	1	0	10
Mercado Central	0	6	1	1	1	9
Parque Ramón Castilla	0	7	2	1	1	11
Mercado Laycakota	0	6	3	0	1	10
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>50</b>

Sobre la percepción del ruido de las actividades sociales según el lugar, como se observa en la tabla siguiente, según el lugar donde se desarrolló la encuesta tenemos que:

En la Av. Floral con la Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre, del total de encuestados, 4 encuestados consideran poco intenso el ruido de las actividades sociales; 5 consideran algo intenso, y 1 persona considera intenso el nivel de ruido.

En el Mercado Bellavista, del total de encuestados, 3 encuestados consideran poco intenso el ruido de las actividades sociales; 5 consideran algo intenso, y 2 personas considera intenso el nivel de ruido.

En el Mercado Central, del total de personas a las que se realizó 1 encuestado consideran poco intenso el ruido de las actividades sociales; 5 consideran algo intenso, y 3 personas considera intenso el nivel de ruido.

En el Parque Ramón, del total de personas a las que se realizó la encuesta 3 encuestados consideran poco intenso el ruido de las actividades sociales; 5 consideran algo intenso, y 3 personas considera intenso el nivel de ruido. En el Mercado Laykakota, del total de encuestas en donde 2 encuestados consideran poco intenso el ruido de las actividades sociales; 6 consideran algo intenso y 2 personas considera intenso el nivel de ruido.

Tabla 16. Percepción del ruido de las actividades sociales según el lugar

Caso	Ruido de las actividades sociales			Total
	poco intenso	algo intenso	intenso	
	Av. Floral / Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre	4	5	
Mercado Bellavista	3	5	2	10
Mercado Central	1	5	3	9
Parque Ramón Castilla	3	5	3	11
Mercado Laykakota	2	6	2	10
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>50</b>

En la tabla siguiente, se muestra los resultados obtenidos de la encuesta tomada en el lugar de estudio se tiene los siguientes resultados:

Tabla 18. Percepción del ruido del tránsito vehicular según el lugar

Caso	Ruido del Tránsito vehicular				Total
	poco intenso	algo intenso	intenso	Muy intenso	
Avenida Floral con la Avenida Sesquicentenario y Jirón Jorge Basadre	2	3	3	2	10
Lugar Mercado Bellavista	1	5	4	0	10
Mercado Central	1	6	1	1	9
Parque Ramón Castilla	1	6	3	1	11
Mercado Laykakota	2	5	3	0	10
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>50</b>

En la Avenida Floral con la Avenida Sesquicentenario y Jirón Jorge Basadre, 2 encuestados consideran poco intenso el ruido del tránsito vehicular; 3 consideran algo intenso, 3 personas consideran intenso y 2 muy intenso el nivel de ruido.

En el Mercado Bellavista, 1 encuestado consideran poco intenso el ruido del tránsito vehicular; 2 consideran algo intenso y 4 personas consideran intenso el nivel de ruido.

En el Mercado Central, 1 encuestado consideran poco intenso el ruido del tránsito vehicular; 6 consideran algo intenso y 1 persona consideran muy intenso el nivel de ruido.

En el Parque Ramón Basadre, 1 encuestado consideran poco intenso el ruido del tránsito vehicular; 6 consideran algo intenso, 3 personas consideran intenso y 1 persona considera muy intenso el nivel de ruido.

En el Mercado Laykakota, 2 encuestados consideran poco intenso el ruido del tránsito vehicular; 5 consideran algo intenso y 3 persona consideran intenso el nivel de ruido.

Evaluación de los estadísticos obtenidos a partir de las pruebas realizadas al modelo

Los valores y respectivos signos de los parámetros resultantes de la regresión se pueden ver en la tabla 19, donde todos los signos son positivos por lo cual se atribuyen efectos directos proporcionales sobre la variable explicada que es la percepción que tiene la población acerca de la intensidad del ruido que tiene en su entorno (Ferrandis, Ferrandis & Gómez, 2010). Por lo cual podremos decir que la intensidad aumenta en relación al aumento de estas variables.

Tabla 19. Resultados de la Base de Datos

Source	SS	df	MS	Number of obs = 50		
Model	13.7388754	4	3.43471886	F( 4, 45) =	10.32	
Residual	14.9811246	45	.33291388	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4784	
				Adj R-squared =	0.4320	
Total	28.72	49	.586122449	Root MSE =	.57699	

nivconts	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
nve	.4151599	.1432355	2.90	0.006	.1266688	.7036511
trans	.093483	.1490425	0.63	0.534	-.206704	.39367
nper	.1033181	.1702471	0.61	0.547	-.2395771	.4462133
comer	.5015895	.2166225	2.32	0.025	.0652895	.9378895
_cons	1.271409	.747453	1.70	0.096	-.2340388	2.776856

El intercepto tiene un valor de 1.2714 lo cual indica que en la escala que se midió en sentido del nivel de contaminación sonora en un rango del 1 al 5 donde el máximo valor es el de 5, esto indica que el nivel de ruido asignado al más cercano es decir a 1 (percepción de intensidad de ruido muy bajo o ninguno) es el valor natural, sin intervención alguna de las variables, también indica que los valores estimados no pueden ser menores a 1.2714 o 1 (González & Fernández, 2014).

Con respecto a los coeficientes podemos ver que las variables que más influyen son las de cantidad de vehículos observados en el lugar donde se realizó la encuesta con un coeficiente de 0.4152 y el de clasificación acerca de que si el lugar es considerado como comercial o no con un coeficiente de 0.5016 ambos resultados indican el nivel de influencia directa sobre el valor estimado de la percepción de la intensidad de ruido (Tabla 19).

Por otro lado, las variables que tiene un valor menor relativo son las de la clasificación de transporte según su peso el cual indica que a más pesado mayor será la percepción de intensidad de ruido, y el número de personas, que indica que la cantidad de peatones sin tiene que ver con la percepción de ruido del encuestado, a mayor cantidad de peatones mayor será la intensidad de ruido percibido por el encuestado (Tabla 17) (Petermann, Troncoso, Martínez, Leiva, Ulloa & Celis, 2019).

**Pruebas de significancia estadística**

Las pruebas de significancia individual revelan que 2 variables son significativas al 99% y 95%, por parte de las de número de vehículos observados y la de clasificación de zona comercial respectivamente, por otro lado, podremos apreciar que estas variables tienen los más altos coeficientes relativos a las otras dos, por lo cual determinamos estas variables como cruciales para el análisis.

Por la parte contraria se observa que el valor de las variables de tipo de transporte y de número de personas (peatones y otros) tienen una significancia estadística muy baja lo cual indica que para el análisis no son relevantes y su influencia sobre los niveles y variaciones de la variable explicada (nivel de contaminación sonora en términos de percepción de la intensidad de ruido) es muy baja (Tabla 19).

Contrastando ambas y generando el estadístico de significancia conjunta encontramos que el valor de probabilidad de cometer un error tipo uno es muy bajo y cercano a cero por lo cual se concluye que por lo menos existe una variable que sea significativa de forma conjunta en el modelo.

**La bondad de ajuste del modelo**

El modelo tiene un nivel regular de bondad de ajuste (Adj R – Scuares=43.20%) que indica: que la variable tomada en cuenta en el modelo explica el 43.20% de las variaciones en la variable dependiente que es el nivel de percepción de intensidad de ruido o de contaminación sonora (Tabla 19).

**Resultados obtenidos por el sonómetro**

De los resultados, obtenidos por el sonómetro, podemos deducir de manera general que de los cinco puntos críticos en el horario en donde se presenta mayor ruido es en el nocturno desde las 18:00 hasta las 20:00, en este intervalo se



percibe un mayor nivel de ruido (Tabla 18), y según estándares de la salud estos niveles pueden llegar a ser muy perjudiciales si las personas se encuentran mucho tiempo expuesto a este nivel de ruido, lo que afecta directamente al bienestar de las personas de cualquier edad (Platzer, Iñiguez, Cevo & Ayala, 2007).

Además de los cinco puntos críticos, se puede evidenciar que el punto crítico con mayor intensidad en el ruido es el Mercado Central, esto en horas punta ya sea en la mañana, al medio día y en horas de la noche (Ver tabla 18); esto probablemente sea a causa de la presencia de las tres variables: la existencia de una gran afluencia de vehículos menores, pero en mayor cantidad; una gran afluencia de personas de diversas edades (Maqueda, Ordaz, Cortés, Gamo, Bermejo, Silva & Asunsolo, 2010) y por ser una zona con características de desarrollo comercial y de servicios, por donde transitan en forma permanente y cotidiano, lo que lo convierte en un lugar de conexión principal para todo tipo de actividad de servicio o de bien de la ciudad (Platzer, Iñiguez, Cevo & Ayala, 2007).

Por lo que es necesario el planteamiento de políticas que permitan disminuir la contaminación sonora, a fin de no seguir contribuyendo hacia la afectación directa de la salud de la población (Abramonte & Francisco, 2019), ya que, desde el ámbito institucional del gobierno local, regional y nacional, sería necesario imponer estrategias para efectuar controles al transporte público (ómnibus, micros, taxis) y de servicio privado (Squisilí, 2015).

Tabla 20. Resultados de niveles de contaminación sonora con sonómetro

		Viernes 7			Lunes 10				
		Hora				Hora			
Mercado Central	7:00	41	73	87	7:00	32	50	64	
	1:00	19	57	78	13:00	28	53	69	
	18:00	64	75	87	18:00	30	59	80	
		Lunes 10			Viernes 14				
		Hora				Hora			
Bellavista	7:00	29	57	70	7:00	27	52	68	
	13:00	19	57	68	13:00	20	49	63	
	18:00	61	72	86	18:00	22	72	86	
		Miércoles 12			Viernes 13				
		Hora				Hora			
Una- Puno	7:00	19	55	67	7:00	15	39	58	
	13:00	21	45	66	13:00	14	40	60	
	19:00	53	69	80	19:00	45	50	65	
		Mínimo		Promedio		Máximo			

		Lunes 03			Viernes 07				
		Hora				HORA			
Ramón Castilla	7:00	23	40	52	7:00	21	38	51	
	1:00	29	57	71	13:00	31	63	79	
	18:00	35	70	88	18:00	24	69	83	
		Martes 04			Miércoles 05				
		Hora				Hora			
Laycakota	7:00	29	57	70	7:00	27	52	68	
	13:00	37	61	82	13:00	31	49	63	
	18:00	30	59	80	18:00	29	61	81	
		Mínimo		Promedio		Máximo			

**Conclusiones**

La investigación sobre contaminación sonora constituye una importante contribución para el mejoramiento de la calidad de vida urbana.

La percepción de la población sobre los niveles de contaminación sonora a causa del congestionamiento de personas, vehículos y actividades comerciales diurnas y nocturnas, en los puntos críticos de la ciudad de Puno, es generada por los malos hábitos y falta de conciencia en las actividades que realiza la población urbana de la ciudad de Puno, es el resultado de las actividades propias de la población, ya que, cualquiera de éstas casi siempre conlleva un nivel sonoro más o menos elevado.

Luego de la aplicación de las pruebas estadísticas al modelo, se resalta los valores y sus respectivos signos de los parámetros resultantes de la regresión, del cual se concluye que los efectos son directos y proporcionales sobre la variable explicada (la percepción que tiene la población acerca de la intensidad del ruido) que tiene en su entorno; por lo cual podremos decir que la intensidad aumenta en relación al aumento de estas variables.

Además, las variables de mayor preocupación son la cantidad de vehículos y personas que transitan por la zona; además del comercio que se realiza el hombre en el tema de contaminación sonora de la ciudad de Puno.

Las personas perciben que existe un nivel de ruido intenso o algo intenso; pero en su mayoría las personas encuestadas no consideran que no haya ningún tipo de ruido se de en estos puntos críticos; es decir que consideran que existe ruido por lo menos de poca intensidad.

Finalmente, muchas personas manifiestan que a causa de los ruidos existentes se ha tenido problemas con la salud de las personas que ahí viven o pasan expuestos mucho tiempo a niveles altos de ruido.

#### Referencias

- Abramonte, H., & Francisco, L. (2019). Influencia de la contaminación sonora producida por vehículos que circulan entre las Avenidas Grau y Gullman en la ciudad de Piura a fin de proponer medidas de solución, año 2017. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31518/Herrera\\_ALF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31518/Herrera_ALF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arakaki, S. (2012). Disminución de la contaminación sonora para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos limeños en la Avenida Abancay. Disponible en [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/123456789/81/4/2012\\_Zoo%20\\_Arakaki\\_Disminuci%C3%B3n%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20sonora%20para%20mejorar%20la%20calidad%20de%20vida%20de%20los%20ciudadanos%20lime%C3%B1os%20en%20la%20Avenida%20Abancay.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/123456789/81/4/2012_Zoo%20_Arakaki_Disminuci%C3%B3n%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20sonora%20para%20mejorar%20la%20calidad%20de%20vida%20de%20los%20ciudadanos%20lime%C3%B1os%20en%20la%20Avenida%20Abancay.pdf)
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). Guías para el ruido urbano. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS*, 18-22. Disponible en [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39702748/guia\\_oms\\_ruido\\_1\\_bergurl\\_ruido\\_ambiental.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1557865654&Signature=5qngPNDngEtMsBxWxXaa%2FB%2FxmJI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dguia\\_oms\\_ruido\\_ruido\\_ambiental.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39702748/guia_oms_ruido_1_bergurl_ruido_ambiental.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1557865654&Signature=5qngPNDngEtMsBxWxXaa%2FB%2FxmJI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dguia_oms_ruido_ruido_ambiental.pdf)
- Cattaneo, M., Vecchio, R., López, M., Navilli, L., & Scrocchi, F. (2008). Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires. *Recuperado el, 10*. Disponible en [https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo\\_COINI\\_Cattaneo1.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo_COINI_Cattaneo1.pdf)
- Ferrandis, X. G., Ferrandis, I. G., & Gómez, J. G. (2010). Los efectos de la contaminación acústica en la salud: conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria de Valencia. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. Disponible en <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2395>
- García, B., & Garrido, F. (2003). La contaminación acústica en nuestras ciudades. *Colección estudios sociales, 12*. Disponible en [http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/portal\\_social/archives/flacai00/01.dir/flacai0001.pdf](http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/portal_social/archives/flacai00/01.dir/flacai0001.pdf)
- González Sánchez, Y., & Fernández Díaz, Y. (2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. *Revista cubana de Higiene y Epidemiología, 52*(3), 402-410. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000300012&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000300012&script=sci_arttext&tlng=en)
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (quinta edición). México: Editorial Mc. Graw Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). México: McGraw-Hill. Disponible en <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38911499/Sampieri.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1557865971&Signature=apCSznF%2Fq84pSQjksknsxkp16s4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSampieri.pdf>
- Hidalgo Sánchez, R. F. (2017). *Contaminación sonora por tráfico vehicular en la avenida Juan Tanca Marengo-Guayaquil* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil). Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17453>
- Maqueda Blasco, J., Ordaz Castillo, E., Cortés Barragán, R. A., Gamó González, M., Bermejo García, E., Silva Mato, A., & Asunsolo del Barco, Á. (2010). Efectos extra-auditivos del ruido, salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud. Disponible en <http://repisalud.isciii.es/handle/20.500.12105/5308>
- Mendoza, É. C., Laurencio, J. L. L., & Apaza, R. M. C. (2019). Determinación del nivel de presión sonora generada por el parque automotor en Ilo, Perú. *Producción+ Limpia, 13*(3). Disponible en <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/1898>
- Miyara, F., & Sanguinetti, J. A. (1996). La contaminación acústica en los medios de transporte urbano de Rosario. *UNR Ambiental, 1996*(2). Disponible en <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/rui-bus.pdf>
- Morillas, J. M. B., Gómez, R. V., Escobar, V. G., Sierra, J. A. M., Vidal, C. T., Bueno, L. A., & Martínez, J. M. V. (2002). Presentación de una encuesta para la realización de estudios sociales sobre el impacto del ruido

- urbano. *Revista de acústica*, 33(1), 27-33. Disponible en [http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/revista\\_VOL33-12\\_04\\_02.pdf](http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/revista_VOL33-12_04_02.pdf)
- Muñoz, J. C. S., & PLATA, C. E. G. R. (2019). Impactos ambientales y fuentes de contaminación ambiental de la provincia de Andahuaylas de la región Apurímac. 2013–2014. *In Crescendo*, 9(4), 771-782. Disponible en <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/2105>
- Orozco Medina, M. G., & González, A. E. (2015). La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades. *Ingeniería*, 19(2). Disponible en <https://www.redalyc.org/html/467/46750925006/>
- Petermann, F., Troncoso-Pantoja, C., Martínez, M. A., Leiva, A. M., Ulloa, N., & Celis-Morales, C. (2019). Los problemas auditivos aumentan el riesgo de deterioro cognitivo en adultos mayores chilenos. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 79(1), 9-17. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-48162019000100009&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-48162019000100009&script=sci_arttext&tlng=en)
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2001). *Econometría*. McGraw-Hill Interamericana. Disponible en <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/4269/1/3725.pdf>
- Platzer, U., Iñiguez, R., Cevo, J., & Ayala, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 67(2), 122-128. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-48162007000200005&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-48162007000200005&script=sci_arttext)
- Romero-Lázaro, E. M., Ramos-Pérez, D., Romero, F. M., & Sedov, S. (2019). Indicadores indirectos de contaminación residual en suelos y sedimentos de la cuenca del río Sonora, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), 371-386. Disponible en <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2019.35.02.09>
- Sanchís Francés, R., Segura García, J., Navarro Camba, E. A., García Rodríguez, A., & i Ones, G. D. E. (2000). Estudio de ruido ambiental y sus efectos en una pequeña ciudad: Banyeres de Mariola. *Revista de Acústica*, 31(1), 26-31.
- Serna Mallqui, L. G. (2019). Contaminación sonora en el área del mercado modelo de la ciudad de Huánuco, Región Huánuco-2018. Disponible en <http://distancia.udh.edu.pe/handle/123456789/1637>
- Santos De La Cruz, E. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. *Industrial Data*, 10(1). Disponible en <https://www.redalyc.org/html/816/81610103/>
- Saquisilí Guartamber, S. C. (2015). *Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues* (Bachelor's thesis). Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/21945>

## ENVEJECIMIENTO DEMOGRÁFICO DE MÉXICO Y TABASCO Y SUS PRINCIPALES FACTORES E IMPLICACIONES

María Antonieta Ramírez Espín<sup>1</sup>, Tomasa Rodríguez Reyes<sup>2</sup>  
José Juan Ulín Ricárdez<sup>3</sup>, José Carmen Morales Sala<sup>4</sup>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 10/06/2020 Aceptado: 12/08/2020 Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El envejecimiento humano se caracteriza por ser irreversible; inicia con la concepción, se desarrolla durante el curso de la vida y termina con la muerte. Es un proceso donde las personas experimentan cambios biológicos y psicológicos en interacción continua con la vida social, económica, cultural y ecológica de las comunidades, durante el transcurso del tiempo. Las transformaciones que la población mundial ha experimentado se ven reflejadas por un aumento del número de personas que sobreviven hasta llegar a la edad reproductiva. El crecimiento por grupos específicos de edad ha estado determinado por factores como la disminución en las tasas de mortalidad y de fecundidad. Lo primero, implica que un mayor número de personas alcanzan edades avanzadas, mientras que el segundo factor se traduce en que la población que aumenta más rápido es aquella proveniente de las generaciones nacidas en periodos en los que se registraron altas tasas de crecimiento demográfico.

**Palabras clave:** Envejecimiento, tasas de mortalidad, fecundidad, esperanza de vida.

### DEMOGRAPHIC AGING OF MEXICO AND TABASCO AND ITS MAIN FACTORS AND IMPLICATIONS

**Abstract.-** Human aging is characterized by being irreversible; it begins with conception, develops during the course of life, and ends with death. It is a process where people experience biological and psychological changes in continuous interaction with the social, economic, cultural and ecological life of the communities, over the course of time. The transformations that the world population has undergone are reflected by an increase in the number of people who survive until reaching reproductive age. Growth by specific age groups has been determined by the decrease in mortality and fertility rates. The first implies that a greater number of people reach advanced ages, while the second factor translates into the fact that the population that increases the fastest is the one that comes from the generations that were born in periods in which high rates of demographic growth were recorded.

**Keywords:** Ageing, mortality rates, fertility, life expectancy.

#### Introducción

Actualmente se estima que el planeta está habitado por casi 8 000 millones de personas. La población mundial ha mostrado un alto crecimiento; en 1950, se estimaba que ésta era de 2 600 millones de personas. Se alcanzaron 5 000 millones en 1987 y, en 1990, 5 300 millones. En 2015, se estimaba que la población mundial era de 7 300 millones de personas. Para 2020 la estimación registró 7 794 millones. Esto refleja que en 70 años la población mundial se multiplicó por tres. También se observa que el alto crecimiento de la población no ha sido homogéneo entre las grandes regiones del mundo, así lo refieren los registros que dan seguimiento a estos acontecimientos señalando que los países en desarrollo presentan una tendencia de alto crecimiento demográfico. En los países industrializados la población crece a una tasa inferior al 1% anual, mientras que en los países en desarrollo la población crece al 1.9% en promedio

La importancia de esta investigación en México y Tabasco, radica en reflexionar sobre el crecimiento de la población en los últimos 70 años y hacer de manera paralela un análisis acucioso de la población de 65 años y más que permita mostrar el cambio demográfico registrado a nivel nacional y local. La justificación de la investigación radica en observar los efectos del alto crecimiento poblacional del pasado, de modo que el comportamiento de la tasa de

<sup>1</sup> M.C María Antonieta Ramírez Espín, es Profesora investigadora de Ingeniería en Gestión Empresarial, Licenciatura en Administración e Ingenierías Química, Bioquímica y Ambiental del Instituto Tecnológico de Villahermosa [espin55@hotmail.com](mailto:espin55@hotmail.com) (**Autor correspondiente**).

<sup>2</sup> Dra. Tomasa Rodríguez Reyes, es Profesora investigadora de Ingeniería en Gestión Empresarial, Licenciatura en Administración e Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Villahermosa [tomasa.rr@villahermosa.tecnm.mx](mailto:tomasa.rr@villahermosa.tecnm.mx)

<sup>3</sup> El LI. José Juan Ulín Ricárdez, es Profesor investigador de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Villahermosa [ulinjr@gmail.com](mailto:ulinjr@gmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. José Carmen Morales Sala, es Profesor investigador de Ingeniería en Gestión Empresarial y Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Villahermosa, [jose.ms@villahermosa.tecnm.mx](mailto:jose.ms@villahermosa.tecnm.mx)

natalidad registrada, posibiliten observar de una manera más transparente la desaceleración de la tasa de natalidad actual, pero los efectos del alto crecimiento poblacional del pasado ratifiquen los desafíos que el país enfrenta ante el envejecimiento demográfico de su población. Naciones Unidas en sus proyecciones demográficas compartidas en el sitio <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> para 2020, ubica a México en el décimo país más poblado del mundo por la cantidad de la población; debajo de China, India, Estados Unidos e Indonesia, entre otros.

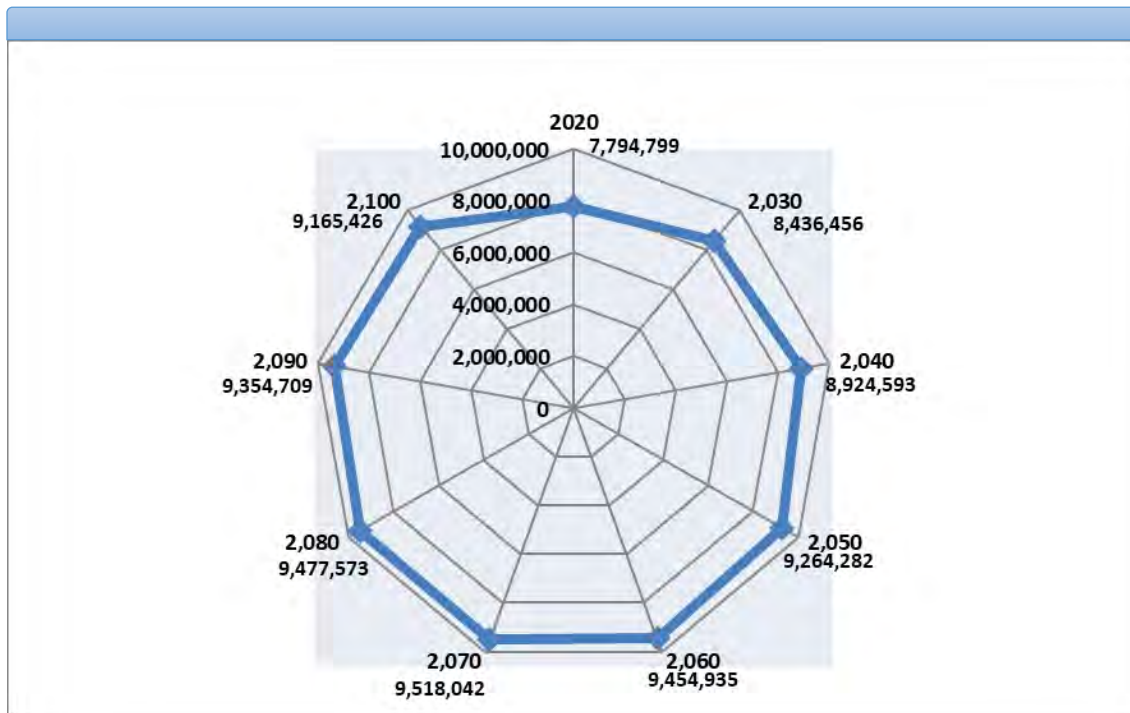
**Materiales y métodos**

Se llevó a cabo una revisión y análisis de datos estadísticos publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de Naciones Unidas (ONU), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO) entre otros organismos. El propósito de la revisión y análisis de la información que estos organismos han publicado al respecto de la investigación que se presenta, es contar con argumentos sólidos que permitan soportar los principales planteamientos señalados en la investigación, de manera que el análisis estadístico que se aporte en las variables analizadas proporcione detalles suficientes para su validación. Se iniciará, con la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas difundidos en Agosto de 2019 en el sitio: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

**Población Mundial**

En 2020 se estima que el planeta está habitado por 7 794 millones de personas. De estas estimaciones, los diez países más poblados son: En primer lugar, China con 1 400 millones de habitantes; en segundo lugar, India, con 1300 millones de habitantes; en tercer lugar, Estados Unidos, con 324 millones de habitantes; en cuarto lugar, Indonesia, con 264 millones de habitantes; en quinto lugar, Brasil, con 209 millones de habitantes; en sexto lugar, Pakistán, con 197 millones de habitantes; en séptimo lugar, Nigeria, con 191 millones de habitantes; en octavo lugar, Bangladesh; con 165 millones de habitantes; en noveno lugar, Rusia, con 144 millones de habitantes; y en décimo lugar, México, con 129 millones de habitantes.

Gráfico 1. Proyección de la población mundial 2020-2100



Fuente: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population>

**Crecimiento demográfico mundial**

En los últimos 2000 años, la población aumentó lenta y constantemente. El ritmo de este crecimiento ha sido más acelerado en los últimos años; así se tiene que hace sólo 350 años había tan sólo 500 millones de personas en la Tierra. Sin embargo, la "Revolución Industrial" de finales del siglo XVIII marcó el comienzo de un aumento inigualable de la población. Numerosos avances técnicos y químicos, como la medicina o los fertilizantes entre otros, han reducido drásticamente la tasa de mortalidad y modificado de manera radical la vida cotidiana de la gente. Al mismo tiempo, amplios sectores de la población cuentan con un mejor suministro de alimentos, lo que también garantiza el futuro de las nuevas generaciones y, por lo tanto, conduce a un aumento de la tasa de natalidad. De acuerdo con la proyección mundial de las Naciones Unidas, México ocupa este año el lugar número diez en el mundo por la cantidad de población. En el Cuadro 1 se presentan los datos absolutos que contempla la proyección de la Organización de las Naciones Unidas para el periodo 2020-2100, información utilizada en el Gráfico 1.

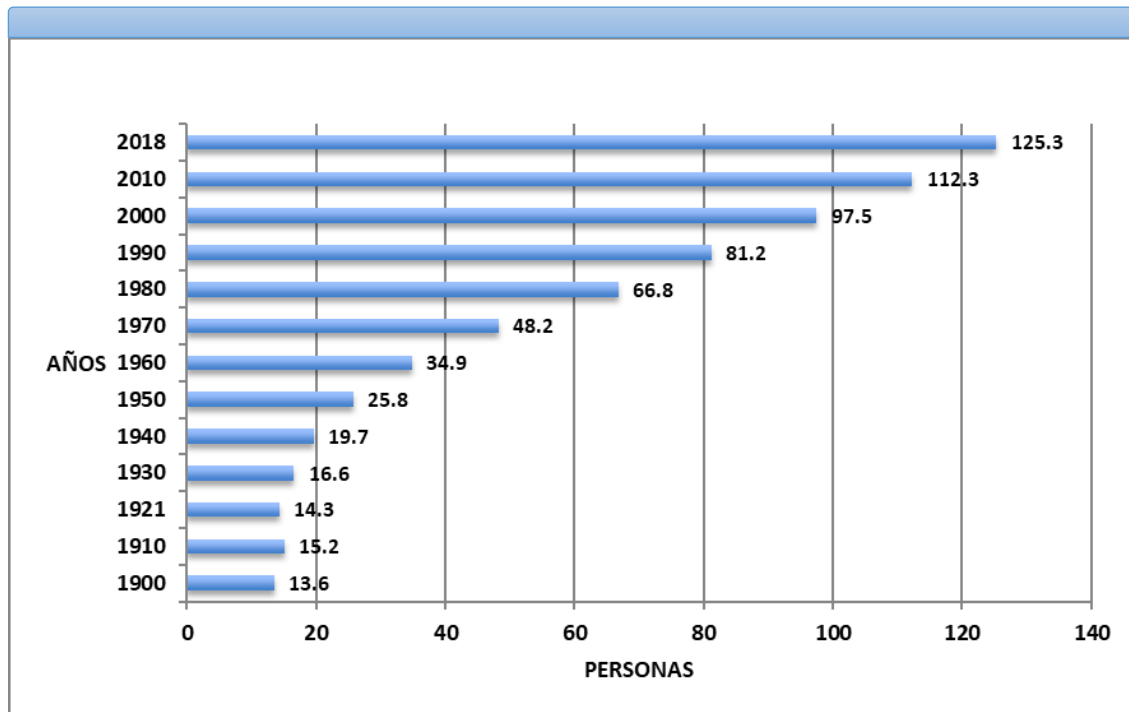
**Cuadro 1. Proyección de la población mundial, 2020-2100**

AÑO	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
<b>POBLACION TOTAL</b>	<b>7,794,799</b>	<b>8,436,456</b>	<b>8,924,593</b>	<b>9,264,282</b>	<b>9,454,935</b>	<b>9,518,042</b>	<b>9,477,573</b>	<b>9,354,709</b>	<b>9,165,426</b>

Fuente: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

**Población en México**

**Gráfico 2. Población nacional (millones) 1900-2018**



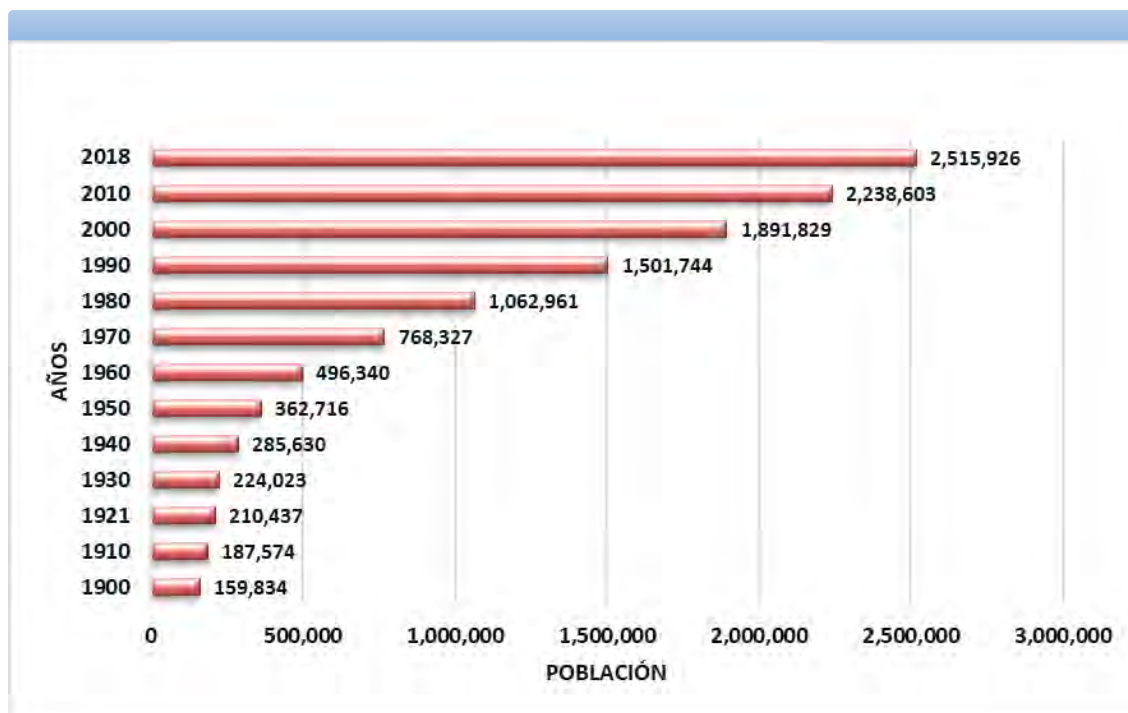
Fuente: INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Censos de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Tabulados básicos. En [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (26 de julio de 2018)

Los registros de los Censos de Población y Vivienda en el país permiten observar el comportamiento que México ha tenido en lo que se refiere a su población. En el gráfico 2, se observa que en 118 años (que va de 1900 a 2018) la población del país se multiplicó 9.21 veces.

Población en Tabasco.

Entre 1900 y 2018 la población del estado de Tabasco se incrementó 15.74 veces, pasando de 159,834 habitantes en 1900 a 2 515,926 habitantes en 2018. Cabe señalar que la comparación del crecimiento de la población a nivel nacional y Tabasco arroja un crecimiento para Tabasco de 6.53 veces más grande que el registrado a nivel nacional.

Gráfico 3. Población de Tabasco, 1900-2018



Fuente: INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Censos de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Tabulados básicos. En [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (26 de julio de 2018)

El Cuadro 2. registra la población en Tabasco en el periodo 1900-2018, esta información fue utilizada para elaborar el Gráfico 3.

Cuadro 2. Población en Tabasco, 1900-2018

	1900	1910	1921	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2018
POBLACION	159,834	187,574	210,437	224,023	285,630	362,716	496,340	768,327	1,062,961	1,501,744	1,891,829	2,238,603	2,515,926

Fuente: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI Censos General de Población y Vivienda

Tasas de crecimiento medio anual

Entre 1940 y 1960 la población de Tabasco mantuvo un crecimiento similar al nacional según los registros consultados pero éstos no se muestran en el Cuadro 3, sin embargo, a partir de la década siguiente como se percibe en el Cuadro 3, hay un incremento en la tasa media de crecimiento de Tabasco por encima de la nacional.

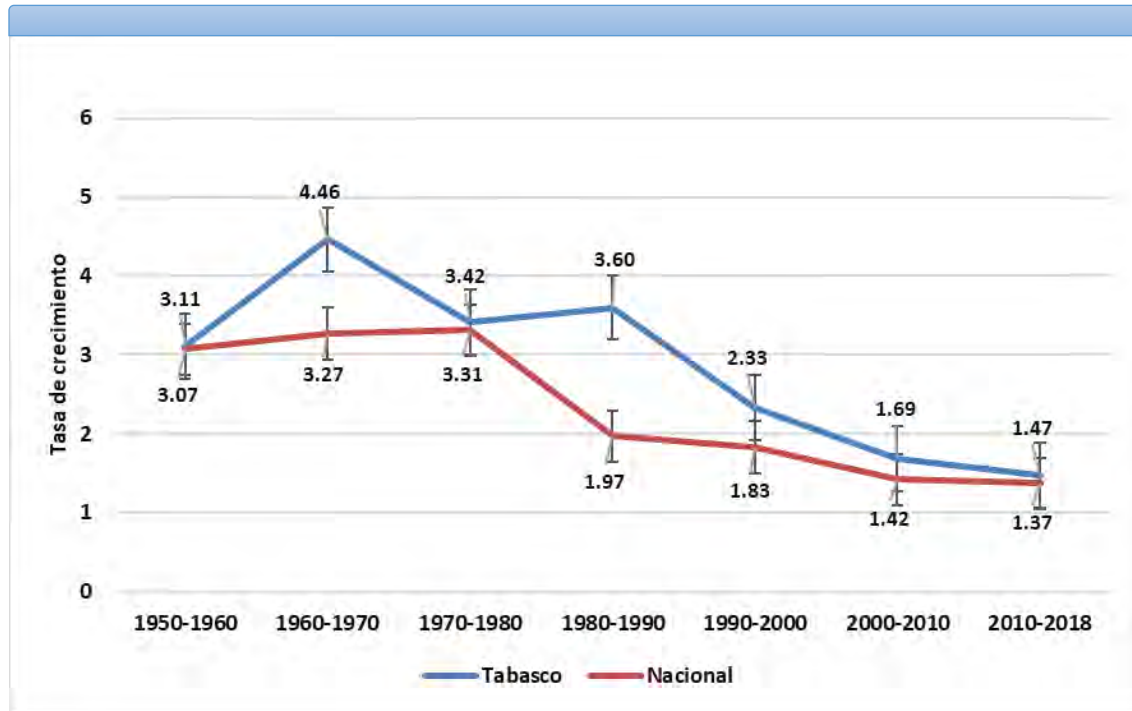
Cuadro 3. Tasa de crecimiento medio anual del país y Tabasco, 1950-2018

	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2018
Estados Unidos Mexicanos	3.07	3.27	3.31	1.97	1.83	1.42	1.37
Tabasco	3.11	4.46	3.42	3.60	2.33	1.69	1.47

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda (1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010), Dirección General de Estadística. México Para 2015: INEGI. Encuesta Intercensal 2015. Tabulados predefinidos. En: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (26 de julio de 2018)

Crecimiento demográfico nacional y de Tabasco

Gráfico 4. Tasa de crecimiento medio anual nacional y Tabasco, 1950-2018



Fuente: INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Censos de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Tabulados básicos. En [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (26 de julio de 2018)

Envejecimiento de la población mundial

Cuadro 4. Estructura porcentual de proyecciones de la población mundial, 2020-2100 por rango de edad

AÑO	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2085	2090	2095	2100
0-14	25.45	24.23	22.82	21.47	20.69	20.15	19.67	19.19	18.71	18.27	17.86	17.49	17.17	16.85	16.54	16.19	15.84
15-64	65.22	65.35	65.50	65.50	65.52	65.14	64.81	64.30	63.53	63.11	62.84	62.13	61.53	60.90	60.53	60.28	60.03
65 y más	9.33	10.42	11.68	13.01	14.17	15.04	16.03	17.28	18.17	18.89	19.57	20.38	21.30	22.25	22.94	23.53	24.12

Fuente: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

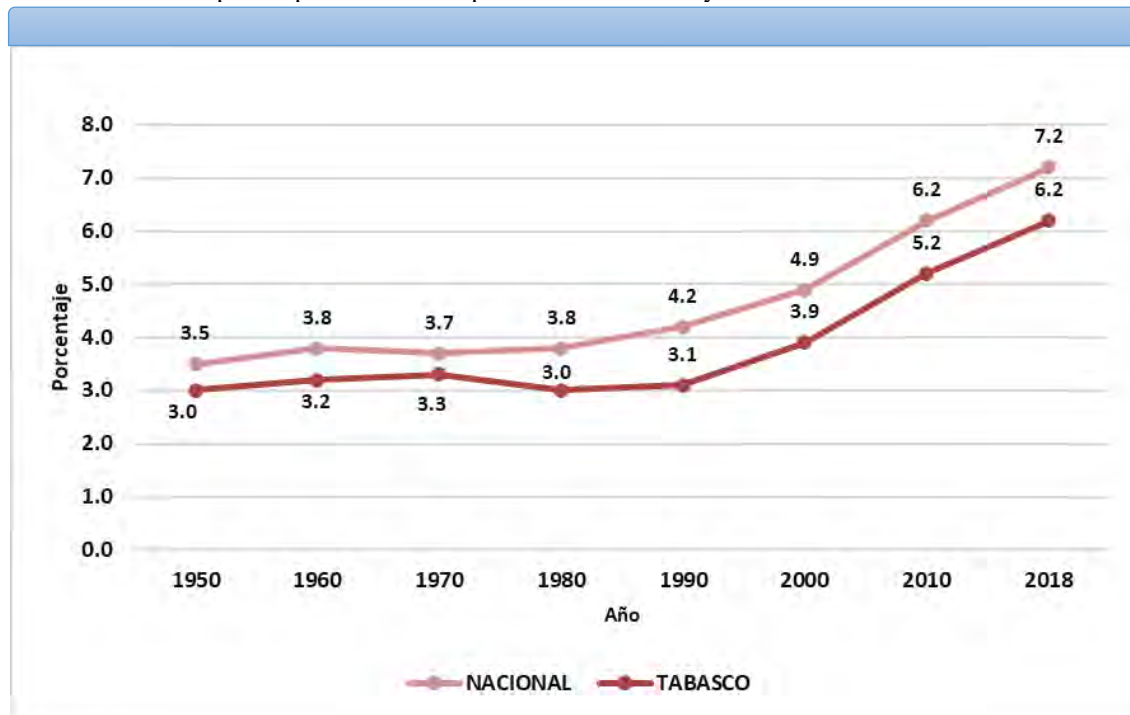
En el Cuadro 4, se presenta la proyección de la población mundial para el periodo 2020 a 2100. A efecto de tener la dimensión del comportamiento de la población se optó por presentar las tres categorías relevantes en la conformación de la población: la primera, para el rango de edad de 0 a 14; este rango de edad que para el año 2020 representa el 25.45% de la población, a lo largo de 80 años va disminuyendo hasta llegar al año 2100 representando el 15.84% del total de la población, habiendo disminuido en 80 años 9.61%. La segunda categoría, que abarca el



rango de edad de 15 a 64 años se advierte que para el año 2020 representó el 65.22% de la población y para el año 2100 representará un valor de 60.03% del total de su población, esto manifiesta una diferencia de 5.19% que comparada con el primer rango (0-14) es menor pero finalmente es una disminución. La tercera categoría, esto es la población de 65 años y Más prueba como esta categoría se incrementa a lo largo del periodo que se está proyectando, así se tiene que para 1920 este rango de edad representó un 9.33% de la población total y para el año 2100 representará 24.12%. Se concluye que de los 3 rangos el de la población de 65 años y Más es el que crece y lo hace a un ritmo que en 80 años representará un aumento 14.79%, mientras que las otras dos categorías descienden lentamente lo que conduce a observar el envejecimiento sensible de la población mundial.

#### Envejecimiento de la población nacional y de Tabasco

Gráfico 5. Participación porcentual de la población de 65 años y más de 1950 a 2018



Fuente: INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Censos de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Tabulados básicos. En [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) (26 de julio de 2018)

En el Gráfico 5, se presenta la población del rango de edad de 65 y Más para el periodo 1950 - 2018 tanto nacional como de Tabasco; se aprecia que en todo el periodo, la población nacional de este rango de edad es siempre superior a la registrada en Tabasco, en 1950 la diferencia fue de 0.5 superior entre la población nacional y la de Tabasco; en 1990 la población nacional respecto a la población de Tabasco también registra una diferencia superior de 1.1 y para los años 2000, 2010 y 2018 se manifiesta un punto de diferencia superior en cada uno de estos años entre la población nacional y la de Tabasco, esto conduce a verificar que el rango de edad de 65 y Más tanto nacional como de Tabasco siempre fue ascendente y que en la entidad tabasqueña la población total es un poco más joven que la nacional por el porcentaje de participación de esta categoría. También el Gráfico 5, revela como en el año 1950 que es el año de inicio, la diferencia entre el porcentaje nacional y de Tabasco es de 0.5; al final de esta muestra, esto es en el año 2018 la diferencia entre el porcentaje de participación nacional y de Tabasco es de 1 punto, porcentaje siempre mayor a nivel nacional.

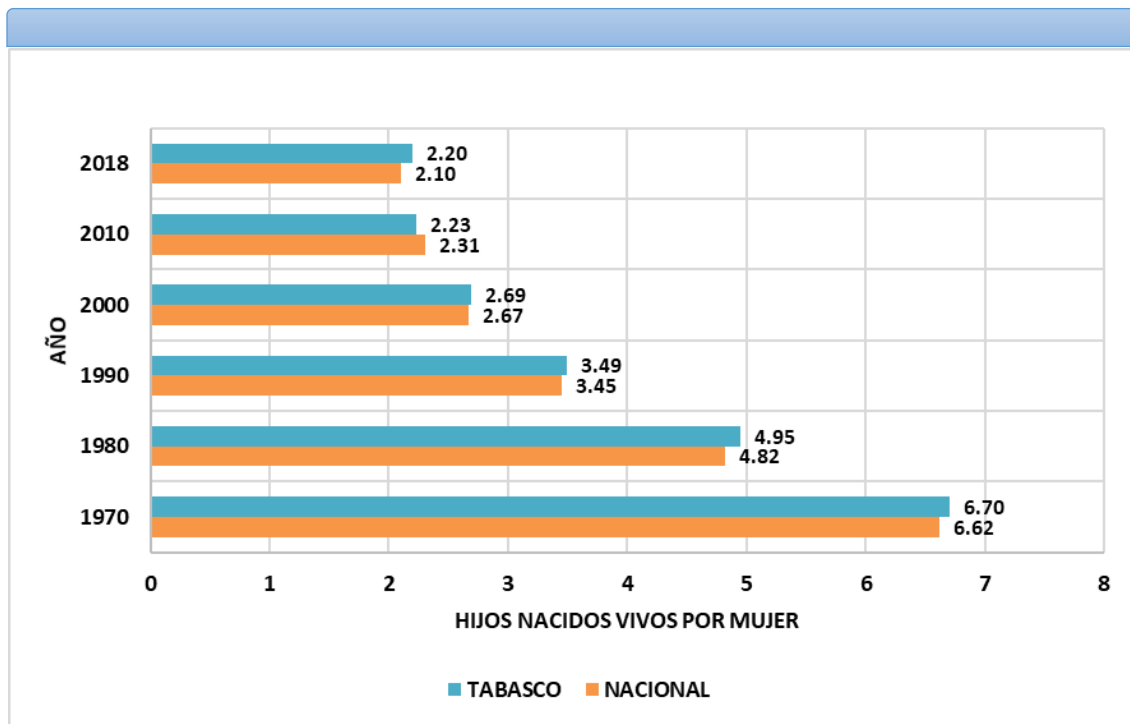
#### Tasas de fecundidad mundial

De acuerdo con los datos del estudio “World Population Prospects (2015 Revisión)”, (Perspectivas demográficas mundiales de la ONU, revisión 2019 (<https://population.un.org/wpp/>)) se espera que el nivel mundial de fecundidad pase de 2.5 niños por mujer en 2019 a 2.2 en 2050.

### Tasas de fecundidad nacional y de Tabasco

La fecundidad en México inició su descenso a finales de los años setenta, principalmente por las acciones en materia de planificación familiar. Para ello, el Gráfico 6 que ilustra la fecundidad tanto a nivel nacional como de Tabasco, su conformación manifiesta producto de los datos obtenidos, revela varios comportamientos de esta variable. Los primeros veinte años (entre 1970 y 1990) se produce una acelerada reducción del número de hijos vivos por mujer a nivel nacional y Tabasco al haber registrado de 6.62 y 6.7 respectivamente y veinte años después los registros señalan en (1990) 3.45 y 3.49 para el caso nacional y Tabasco respectivamente, esto conduce a una disminución de 3.17 para el nacional y 3.21 para Tabasco y muestra que en 20 años el número de hijos nacidos vivos por mujer disminuyeron en más de 3, (3.17); para Tabasco la disminución en el mismo periodo descendió en más de 3, (3.21). Así, en 1990, el número de hijos que tuvieron las mujeres fue la mitad de los que tenían en 1970, así mismo, el descenso fue continuo pero a un ritmo menos acelerado, es decir, tuvieron que pasar veinte años (1990 a 2010) para reducir la tasa de fecundidad en alrededor de un hijo. Se espera que en la década 2030 se logre alcanzar una tasa de 2.1 hijos por mujer a nivel nacional y semejante registro se alcance en Tabasco.

Gráfico 6. Tasa global de fecundidad nacional y Tabasco, 1970-2018



Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

### Esperanza de vida mundial

La esperanza de vida mundial se ubica entre 70-72 años, dándose marcadas diferencias entre las distintas zonas del planeta. En un Artículo principal: Países por esperanza de vida, se proporcionan los siguientes registros “Años de vida” para el 2015: EUA y Canadá:79; Europa:78; Oceanía:77; Asia: 72; América Latina y el Caribe:72; África 58.

### Esperanza de vida nacional y Tabasco

El Cuadro 5, registra lo acontecido tanto a nivel nacional como de Tabasco. A nivel nacional en el año 1970 al año 2018, la esperanza de vida al nacimiento para el total de la población pasó de 59.85 a 75.00 lo que constituye un avance de más de 15 años (15.15) de vida para la población en un lapso de 48 años.

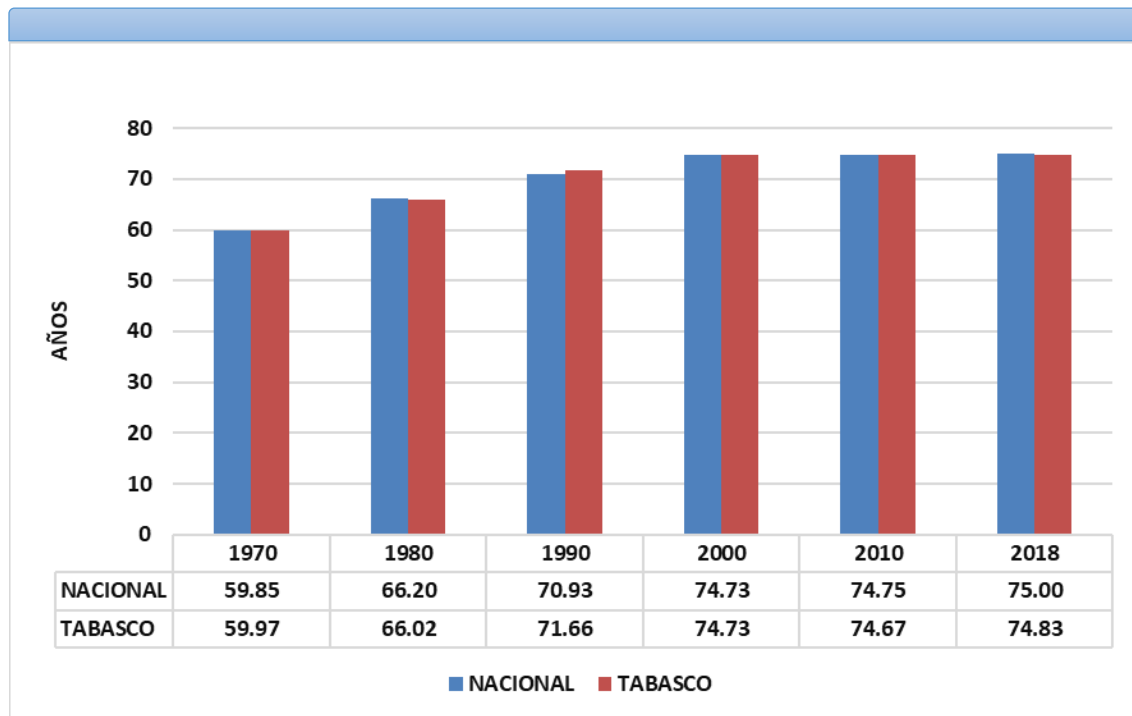
Cuadro 5. Esperanza de vida nacional y Tabasco, 1970-2018

	1970	1980	1990	2000	2010	2018
<b>NACIONAL</b>	<b>59.85</b>	<b>66.20</b>	<b>70.93</b>	<b>74.73</b>	<b>74.75</b>	<b>75.00</b>
<b>TABASCO</b>	<b>59.97</b>	<b>66.02</b>	<b>71.66</b>	<b>74.73</b>	<b>74.67</b>	<b>74.83</b>

Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

Para Tabasco y analizando igualmente el mismo periodo 1970 al año 2018, la esperanza de vida al nacimiento pasó de 59.97 a 74.83 resultando un avance de más de 14 años (14.86) de vida para la población tabasqueña en un lapso de 48 años. Como se aprecia al comparar la esperanza de vida nacional y de Tabasco, la nacional resulta mayor 0.29 años en el mismo periodo de tiempo lo que confirma con lo señalado a nivel mundial donde se registran años diferentes para las distintas zonas del planeta y ocurre si se incluye la esperanza de vida por sexo donde esta variable es un poco mayor para las mujeres. En el Gráfico 7, se ilustra de una manera más detallada lo referente a la esperanza de vida tanto nacional como en Tabasco, para el periodo 1970-2018.

Gráfico 7. Esperanza de vida nacional y Tabasco, 1970-2018



Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

#### Tasa de mortalidad mundial

Las tasas de defunción a nivel mundial también son diferentes para las distintas regiones del mundo, los datos de proyecciones que proporciona la Organización Mundial de la Salud para el año 2020 son: EUA: 8.7; Canadá:7.7; Europa:11; Oceanía:6.8; Asia: 6.9; América Latina y el Caribe: 6.3; África: 8.2

#### Tasa de mortalidad nacional y Tabasco

En el Cuadro 6 se visualiza la tasa de mortalidad nacional y de Tabasco para el periodo 1950-2018. Se registra un marcado descenso de esta variable tanto a nivel nacional como en Tabasco. Por lo que se refiere a la nacional, en el año 1950 la tasa se ubicó en 18.06 y para el 2018 la lectura corresponde con 5.95, esto representa una disminución de más de 12 puntos (12.11) esta disminución se logró en 48 años.

Cuadro 6. Tasa de mortalidad nacional y Tabasco, 1950-2018

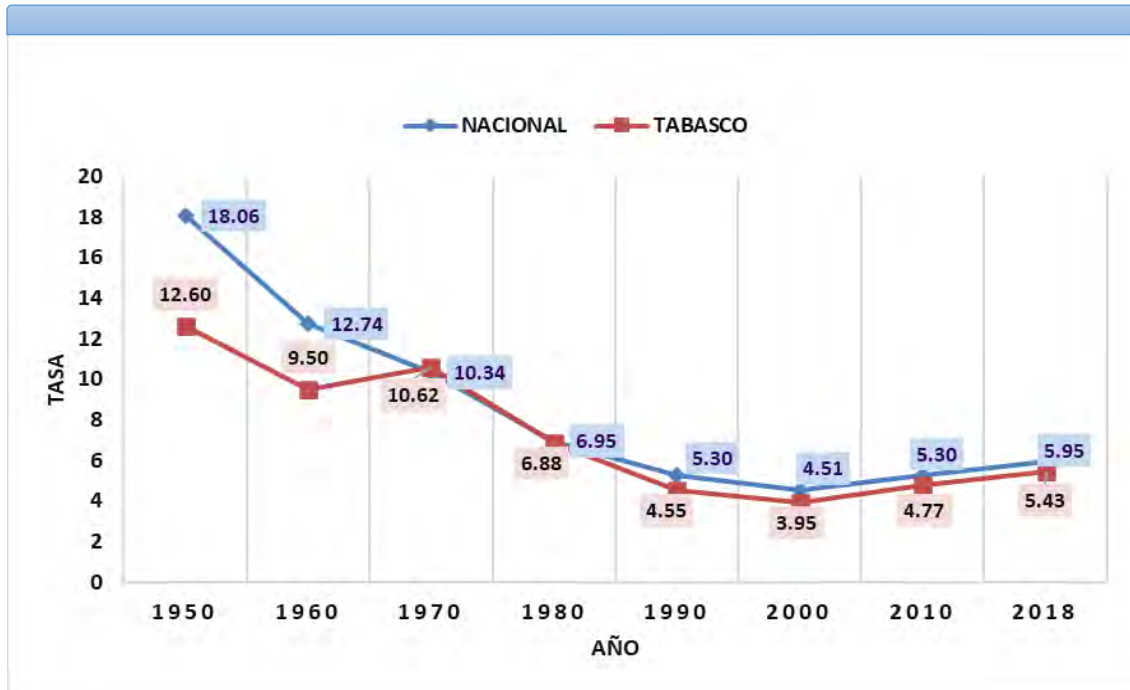
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2018
<b>NACIONAL</b>	18.06	12.74	10.34	6.95	5.30	4.51	5.30	5.95
<b>TABASCO</b>	12.60	9.50	10.62	6.88	4.55	3.95	4.77	5.43

Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

Para el caso de Tabasco en el año 1950 la tasa de mortalidad cuantificó 12.60, y para 2018 la cifra alcanzó 5.43, la diferencia entre estas dos lecturas es de 7.17 esta disminución es más pequeña que la registrada a nivel nacional, sin embargo, debe observarse que para 1950 Tabasco registraba una tasa inferior a la nacional en más de 5 puntos (5.46).

En el Gráfico 8, se aprecia con mayor detalle el comportamiento obtenido tanto a nivel nacional como de Tabasco

Gráfico 8. Tasa de mortalidad nacional y Tabasco, 1950-2018



Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

Memoria del seminario sobre la población y el desarrollo regional y urbano. Conferencia internacional de población, México 1984

### Resultados

Los resultados recabados y presentados en un resumen en el Cuadro 7, revelan importantes hallazgos acerca de la población mundial, nacional y de Tabasco.

Primeramente, se corrobora que si bien el crecimiento de la población ha sido acelerado, éste no ha sido así a lo largo de la historia, sin embargo, para situarnos en un tiempo no muy lejano apenas 70 años atrás, donde corría el año de 1950 allí se estimaba que la población mundial era de 2 600 millones de habitantes, y ubicados ahora en el 2020, se encuentra que la población mundial que registra 7 794 millones de habitantes, casi se ha multiplicado por tres (2.99). Utilizando las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre las perspectivas de la Población Mundial 2019, para el periodo 2020-2100 la población crecerá 1 370 millones de habitantes en 80 años de 2020 a 2100. Otro dato revelador, es cómo se irá dando el crecimiento.

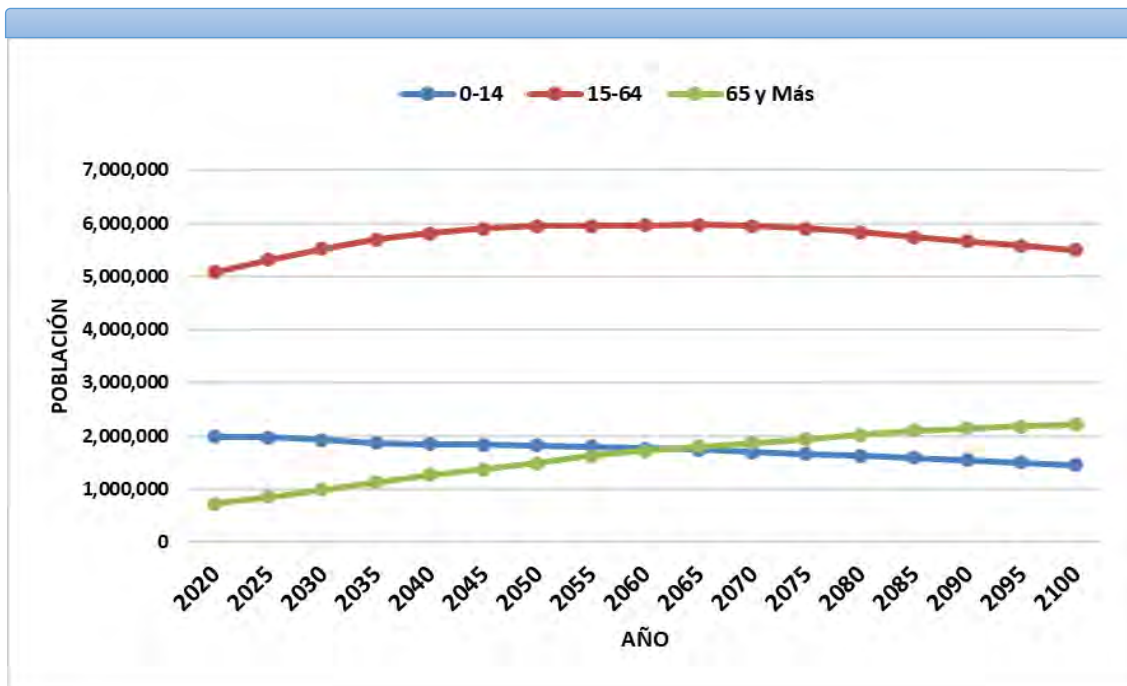
Cuadro 7. Principales variables demográficas nivel mundial, nacional y de Tabasco

VARIABLES	MUNDIAL		NACIONAL Y TABASCO		
	PERIODO CONTEMPLADO	REGISTRO DE INCREMENTO O DECREMENTO EN LA VARIABLE ANALIZADA	PERIODO CONTEMPLADO	REGISTRO DE INCREMENTO O DECREMENTO EN LA VARIABLE ANALIZADA	
	AÑOS	MUNDIAL	AÑOS	NACIONAL	TABASCO
POBLACIÓN	2020-2100	>1,370,627	1900-2018	>111,620,538	>2,356,092
TASAS DE CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO	2020-2100	0.20	2010-2018	1.37	1.47
TASA DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL	2020-2030	0.79	1950-2018	1.70	1.64
TASA DE POBLACION DE 65 y Más	2020-2100	1.39	1950-2018	3.44	3.98
PARTICIPACION PORCENTUAL DE LA POBLACION DE 65 AÑOS Y MÁS	2020-2100	>14.79	1950-2018	>3.70	>3.20
TASA DE FECUNDIDAD	2019-2050	<0.30	1970-2018	<4.52	<4.50
ESPERANZA DE VIDA TOTAL	2020-2100	>8.54	1970-2018	>15.15	>14.86
TASA DE MORTALIDAD	2020-2100	>3.50	1950-2018	<12.11	<7.17

Fuente: Perspectivas de la población mundial 2019, ONU.  
Instituto de Estadística y Geografía, INEGI

En el Gráfico 9, se presenta cómo será el comportamiento para la proyección mundial de la población tomando en cuenta los rangos de edad: 1: (0 a 14 años); 2: (15 a 64 años); 3: (65 y Más años). Puede observarse como el rango 1 y 2 a lo largo de 80 años representan un porcentaje muy significativo de la población, pero; se visualiza que ambos decrecen para el año 2100, el rango 1 muestra a lo largo de los ochenta años una disminución. El comportamiento del rango 2 crece hasta prácticamente 2070 y a partir de ese año, desciende lentamente para llegar al 2100 con una participación muy semejante al que mostró en el año 2025. Por lo que corresponde al rango 3, se tiene que para el año 2020 conformaba el rango más pequeño de la población, y se aprecia que durante los 80 años de proyección siempre crece hasta llegar al año 2100, logrando igualar al rango 1 en el periodo 2060-2065 y a partir de 2070, su contribución es mayor a la alcanzada por el rango 1.

Gráfico 9. Proyección de la población mundial por rango de edad, 2020-2100



Fuente: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population>

El futuro crecimiento de la población depende en gran medida de la tendencia que vayan presentando las tasas de fecundidad.

Para la población mundial en el periodo 2019-2050, se espera que la fecundidad pase de 2.5 hijos por mujer en 2019 a 2.2 en 2050 logrando una disminución de 0.30 hijos por mujer. La misma variable, analizada ahora a nivel nacional en el periodo 1970-2018 redujo el número de hijos por mujer 4.52; para Tabasco, utilizando el mismo periodo hubo una disminución igualmente significativa de 4.50 hijos por mujer.

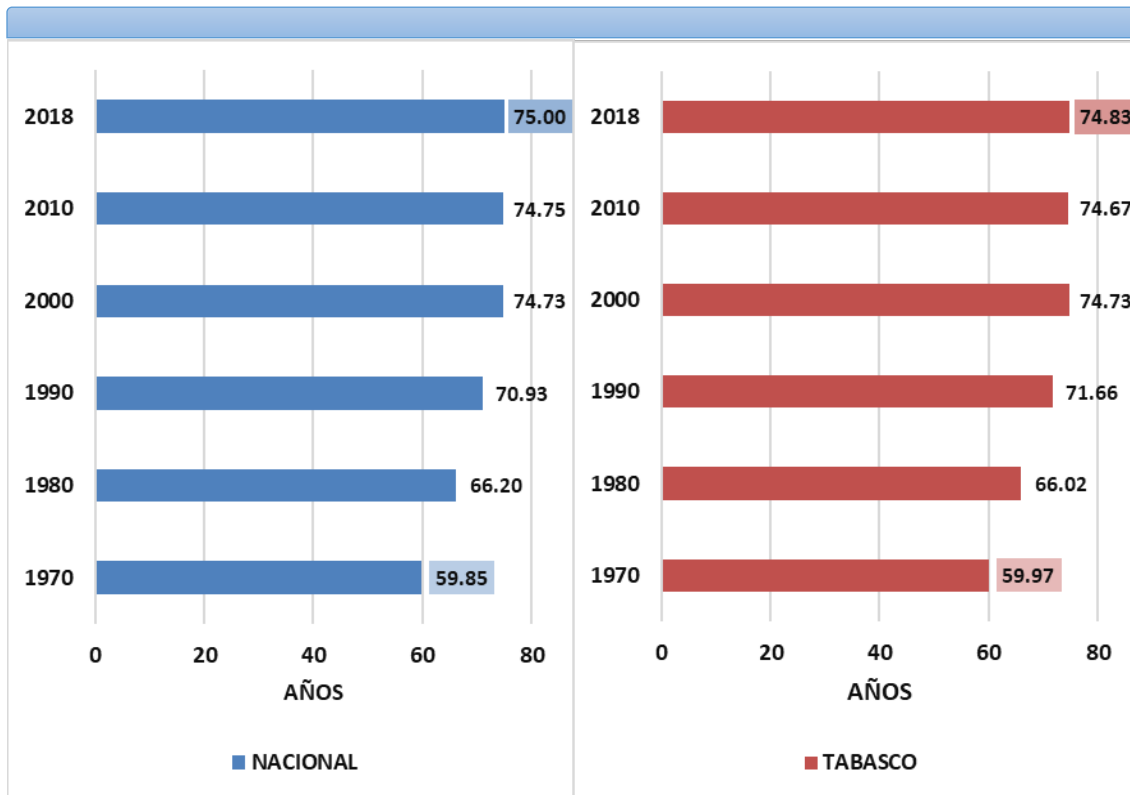
Cuadro 8. Tasa global de fecundidad nacional y Tabasco, 1970-2018

	1970	1980	1990	2000	2010	2018
<b>NACIONAL</b>	<b>6.62</b>	<b>4.82</b>	<b>3.45</b>	<b>2.67</b>	<b>2.31</b>	<b>2.10</b>
<b>TABASCO</b>	<b>6.70</b>	<b>4.95</b>	<b>3.49</b>	<b>2.69</b>	<b>2.23</b>	<b>2.20</b>

Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

Por lo que corresponde a la esperanza de vida a nivel mundial utilizando las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para el periodo 2020–2100, se contempla que haya un incremento de 8.54 años. Para el ámbito nacional y de Tabasco el comportamiento de la esperanza de vida total puede apreciarse en el Gráfico 10, donde en el periodo de 1970-2018 se registró un crecimiento de 15.15 y 14.86 respectivamente durante el periodo señalado.

Gráfico 10. Esperanza de vida total nacional y Tabasco, 1970-2018



Fuente: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index\\_2.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html)

### Discusión

El propósito de incluir algunas sugerencias para tomar en cuenta respecto a los datos utilizados, es principalmente para advertir lo siguiente. Los datos a nivel mundial son proyecciones realizadas del año 2020 a 2100 por la ONU, éstas proyecciones están elaboradas tomando en cuenta el comportamiento que se ha registrado en los distintos

países de la Tierra. Las proyecciones contemplan 80 años, de (1920 a 2100). Para el caso nacional y de Tabasco, los datos utilizados no son proyecciones sino registros de los Censos de Población y Vivienda, el rango tomado para presentar esta investigación es en la mayoría de las veces de 68 años, en algunos cálculos se utilizó un periodo más pequeño, siempre se exhibe el rango, el motivo de estas diferencias es por no contar con información al respecto. Los cálculos de las tasas de crecimiento demográfico, las tasas de crecimiento medio anual, las tasas de mortalidad, así como la tasa específica de participación, en la mayoría de las veces se realizaron cálculos propios cuando los Censos de Población y Vivienda no aportaban estos elementos.

### Conclusiones

El alto crecimiento demográfico tanto a nivel mundial, nacional y en Tabasco, es sin duda un motivo de preocupación para las poblaciones más vulnerables, entre las cuales se encuentra el creciente número de adultos mayores en el rango de 65 y Más. Claramente, esta situación se presenta en la proyección de la población mundial, por ello, la pretensión de esta investigación es alertar y sensibilizar a los gobernantes y a la población en general para tomar acciones en el país, puesto que cada vez este problema cobra relevancia en México aún más cuando se considera que no existe un Sistema Nacional de Seguridad Social o un seguro de salud universal que cubra a la totalidad de la población antes mencionada. Se transita de una población joven a una más envejecida, sin embargo, la distribución geográfica de la población adulta mayor no es homogénea en el territorio mundial y en el nacional. La importancia relativa de este sector de la población tiende a ser mayor en las entidades más avanzadas en la transición demográfica. Se reconoce la disminución de la tasa de crecimiento de la población cuyos principales logros fueron en la década de 1960. Con ello, igualmente al disminuir el número de hijos por familia, bajó la tasa de crecimiento de la población. De manera paralela, se pudo apreciar el enorme beneficio de la población al incrementar la esperanza de vida de los habitantes tanto a nivel mundial como en México y Tabasco.

### Referencias bibliográficas

- Banco Mundial. (2019). *Población, total*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL> (consultado: 17/05/2020)
- CONAPO. (2013). La situación demográfica de México. *Consejo Nacional de Población*, 194.
- CONAPO. (18 de septiembre de 2018). *Indicadores demográficos de México de 1950 a 2050 y de las entidades federativas de 1970 a 2050*. Obtenido de [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa\\_Ind\\_Dem18/index.html](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index.html) (consultado: 21/05/2020)
- INEGI. (15 de mayo de 2020). *Publicaciones*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/> (consultado: 15/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de Censo General de la República Mexicana 1900: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1900/default.html#Tabulados> (consultado: 19/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda 2010: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html#Documentacion> (consultado: 22/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de Séptimo Censo General de Población 1950: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1950/default.html#Tabulados> (consultado: 19/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de IX Censo General de Población 1970: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1970/> (consultado: 22/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de X Censo General de Población y Vivienda 1980: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1980/> (consultado: 22/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda 2010: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/> (consultado: 22/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Viviendas*. Obtenido de XII Censo General de Población y Vivienda 2000: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/> (consultado: 22/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de VII Censo General de Población 1960: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1960/default.html#Tabulados> (consultado: 19/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Encuesta en Hogares*. Obtenido de Encuesta Intercensal 2015: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/> (consultado: 18/05/2020)
- INEGI. (s.f.). *Publicaciones*. Obtenido de Anuario de estadísticas por entidad federativa 2004: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825158651> (consultado: 18/05/2020)
- Nations, U. (2019). *Department of Economic and Social Affairs*. Obtenido de Probabilistic Projections: <https://population.un.org/wpp/Download/Probabilistic/Population/> (consultado: 21/05/2020)

- Nations, U. (2019). *Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics*. Obtenido de World Population Prospects 2019: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population> (consultado: 21/05/2020)
- ONU. (17 de junio de 2019). *Noticias ONU "La población mundial sigue en aumento, aunque sea cada vez más vieja"*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457891> (consultado: 17/04/2020)
- ONU. (2019). *Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano*. Obtenido de Población: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html> (consultado: 20/04/2020)
- Organización Mundial de la Salud. (19 de mayo de 2016). *La esperanza de vida ha aumentado en 5 años desde el año 2000, pero persiste en las desigualdades sanitarias*. Ginebra. (consultado: 18/05/2020)
- Organización Mundial de la Salud. (mayo de 2017). *10 datos sobre el envejecimiento y la salud*. Obtenido de <https://www.who.int/features/factfiles/ageing/es/> (consultado: 18/05/2020)
- Puig, A., Pagán, J. A., & Soldo, B. J. (24 de enero de 2018). *PMC "Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU.* Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5783560/> (consultado: 30/04/2020)
- Wikipedia. (13 de mayo de 2020). *Esperanza de vida*. Estados Unidos.



## FACTOR COSTO-DISTANCIA EN EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN: UNA REVISIÓN LITERARIA

Aarón Montiel Rosales<sup>1</sup>, Nayeli Montalvo Romero<sup>2</sup>  
Maricela Ramírez Guerrero<sup>3</sup>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 10/06/2020      Aceptado: 07/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** Eficientizar los eslabones de la cadena logística es una adversidad al que se enfrentan las empresas que buscan incorporarse, mantenerse y/o crecer; derivado de la gran oferta de productos, las demandas específicas del cliente, la globalización, entre otras variables. En miras de éste contexto, se debe optimizar la cadena logística; representando en las interconexiones, los flujos de abastecimiento y distribución; a través del desarrollo y aplicación de enfoques que permitan una sincronización adecuada. El presente trabajo de investigación revisa el enfoque de diversas estrategias de diseño de redes de distribución, que abordan el factor costo-distancia como medida de desempeño en el ruteo vehicular. Los hallazgos de la presente investigación documental muestran que el factor costo-distancia como función objetivo, permite optimizar el ruteo vehicular en la entrega de mercancías; éste estudio sustenta futuras investigaciones que empleen este factor como parámetro en el diseño de redes de distribución.

**Palabras Clave:** eficiencia, cadena logística, diseño de redes de distribución, costo-distancia.

### COST-DISTANCE FACTOR IN DISTRIBUTION NETWORK DESIGN: A LITERARY REVIEW

**Abstract.-** To make the links of the logistics chain an adversity faced by companies seeking to join, maintain and/or grow; derived from the great supply of products, the specific demands of the customer, globalization, among other variables. In the context of this context, the logistics chain should be optimized; representing interconnections, supply and distribution flows; through the development and implementation of approaches that allow for proper synchronization. This research paper reviews the approach of various distribution network design strategies, which address the cost-distance factor as a measure of performance in vehicle routing. The findings of this documentary research show that the cost-distance factor as an objective function, allows to optimize vehicle routing in the delivery of goods; this study underpins future research that uses this factor as a parameter in the design of distribution networks.

**Keywords:** efficiency, logistics chain, distribution network design, cost-distance.

#### Introducción

Actualmente, las empresas buscan ser competitivas a través de la implementación de diversas estrategias que les permitan ofertar un producto de calidad a un bajo precio. Para satisfacer la demanda del cliente, maximizar su rentabilidad y ganar la competencia en la economía cada vez más globalizada, las empresas primero analizan el mercado y comprenden las necesidades del cliente, y luego, comienza a planificar su proceso de producción y organizar su cadena de suministro (Ma & Suo, 2006). Los esfuerzos han trascendido de ser individuales o sectoriales a un esfuerzo único e integral, en el que el objetivo se centra en la sincronización de la *Supply Chain* (SC) desde la adquisición de la materia prima hasta la entrega al cliente final. Según (Kritchanchai & Wasusri, 2007), el *lead-time* se puede ver afectado en un 50% por la desincronización de la SC. Dicha sincronización implica que los flujos de material y de información directa e inversa, entre los eslabones de la SC (proveedor-producción-cliente) sean eficiente a través de sus interconexiones, flujos de abastecimiento y flujos de distribución. Los flujos de abastecimiento, permiten que la materia prima llegue del proveedor a la empresa manufacturera para ser transformados en un bien; mientras que los flujos de distribución, permiten que dicho bien con valor agregado llegue de la empresa al cliente. Una SC desincronizada afecta las cantidades entre oferta y demanda (Anderson *et al.*, 2007), derivados de una

<sup>1</sup> El M.I.I. Aarón Montiel Rosales es Profesor de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Guanajuato-México, Gto. C.P. 36413, aaron.mr@purisima.tecnm.mx (**Autor corresponsal**).

<sup>2</sup> La M.I.I. Nayeli Montalvo Romero es Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Guanajuato-México, Gto. C.P. 36413, nayeli.mr@purisima.tecnm.mx.

<sup>3</sup> Maricela Ramírez Guerrero es alumna de la carrera en Ingeniería en Gestión Empresarial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Guanajuato-México, Gto. C.P. 36413, lrs15110097@purisima.tecnm.mx.

planeación inadecuada (Nyman, 2013; Slotte *et al.*, 1997; Sholihah *et al.*, 2018), lo que origina sobre inventario y clientes insatisfechos por no recibir el producto en el tiempo establecido (Thapa & Silvestrov, 2015), al mismo tiempo en que se generan retrasos y respuestas no sincronizadas (Scherbakov & Silkina, 2019); influyéndose así en los costos y tiempos de entrega asociados a lo largo de toda la cadena logística (Scholz *et al.*, 2011). La desincronización de la SC se asocia principalmente a la falta de comunicación entre los eslabones (Yunus & Kurniawan, 2015; Gabrielyan *et al.*, 2012; Hoberg & Thonemann, 2014); esto es, las configuraciones logísticas ineficientes se atribuyen principalmente a la desincronización de las entregas (Holmgren, 2019). Por lo que, es necesaria la transformación de decisiones no funcionales y no sincronizadas (Kadadevaramath *et al.*, 2012) en decisiones asertivas de políticas logísticas (*e.g.*, el nivel de inventario, el sistema de producción, la elección del medio y modo de transporte, el tipo de envase, empaque y embalaje) que permitan la sincronización de la SC (D'este, 2017; Creazza *et al.*, 2010).

La sincronización adecuada de los eslabones de la SC se alcanza con una buena comunicación y, con conexiones eficientes de los eslabones por medio del *Supply Network Design* (SND) y *Distribution Network Design* (DND). Por lo que es útil comprender y caracterizar la red logística, en la planificación y diseño de infraestructuras (Craighead *et al.*, 2007). Una buena planificación acompañado de un buen diseño logístico, permitirá garantizar un sistema sincronizado de entrega de mercancías. Según (Bourlakis & Bourlakis, 2005; Fu *et al.*, 2014), se considera que el factor económico es trascendental en el diseño de redes logísticas; además, la distancia juega un papel importante en las conexiones entre nodos; es por ello que, en el DND, se considera el costo y la distancia. En las últimas décadas, el DND ha atraído una intensa atención de investigadores y profesionales (D'este, 2017).

El presente trabajo de investigación documental muestra algunas herramientas empleadas para diseñar redes logísticas, en específico se centran los esfuerzos en los enfoques empleados en la sincronización de la SC. El DND, tiene como objetivo dar forma a la estructura de la red de distribución, determinando el número de escalones y por cada escalón, el tipo, tamaño, número y ubicación de las instalaciones donde el producto se almacena temporalmente en su camino hacia los clientes finales. Para dicho diseño, existe una infinidad de factores involucrados, *e.g.*, el tipo de producto, las características de la demanda; estos factores tienen un fuerte impacto en el rendimiento de la cadena de suministro en términos de los costos logísticos y el nivel de servicio al cliente. A través de un DND eficiente los costos de inventario, transporte e instalaciones pueden reducirse significativamente mientras se aumenta —o al menos mantiene— el nivel de servicio.

En el DND, debe considerarse en el flujo de la empresa hacia el cliente: la entrega del producto y la evaluación del nivel de satisfacción; mientras que en el flujo del cliente hacia la empresa deben considerarse: las devoluciones por incumplimiento de la función principal del producto y las quejas del funcionamiento del producto. Aunado a esto, el DND no sólo aplica en el diseño de redes físicas, sino también en el diseño de redes no físicas; siendo este caso, el comercio electrónico, el cual también requiere una relación eficiente entre las empresas y los clientes. A medida que se establecen más y más tiendas minoristas en Internet, la competencia se ha vuelto extremadamente intensa y esto presiona aún más las operaciones de *Inverse Logistic* (IL) (XiaoYan *et al.*, 2012). Existen empresas como Dell, GM y HP, así como proveedores de servicio de transporte como FedEx, que reconocen la importancia de las actividades de IL (John *et al.*, 2017). Las preocupaciones por reducir los costos logísticos y mejorar la eficiencia, ha encausado a las empresas a preferir subcontratar proveedores de servicios de IL (XiaoYan *et al.*, 2012). Esto permite a las empresas concentrarse en su negocio principal, y proporcionar así a los clientes un mejor servicio a un menor costo. De acuerdo con John *et al.*, (2017) en los últimos años, el concepto de IL ha ganado atención en la teoría y en la práctica; debido a una variedad de razones, especialmente, por aquellas relacionadas con el cuidado al medio ambiente; otro motivo, es el potencial económico asociado con el uso de productos y las opciones comerciales resultantes.

Un estudio integral, bien puede ser el presentado en (Lim *et al.*, 2018), en donde se revisa el modelo de *Last Mile Logistic* (LML); los autores, consideran diversas conexiones en la logística de la ciudad, entrega a domicilio y distribución de empresa a consumidor, así mismo consideran los desarrollos recientes dentro del contexto de la cadena de suministro digital y del comercio electrónico. Ahora bien, con la intención de modelar un sistema logístico es necesario considerar la incertidumbre como la aleatoriedad y la difusividad, red de logística de emergencia (Huang *et al.*, 2013).

Algunos problemas complejos de DND, implican determinar el número y la ubicación de las instalaciones de distribución, el almacenamiento, el transporte, las decisiones de inventario y precio (Ambrosino & Scutellà, 2005; Ahmadi-Javid & Hoseinpour, 2015; Miranda & Garrido, 2009; Segura *et al.*, 2017; Robinson & Swink, 1994).

El presente estudio de investigación documental analiza algunos enfoques empleados en el DND, con la intención de identificar la variable de desempeño empleada y que permite optimizar el modelo propuesto.

**Material y Métodos**

El enfoque metodológico empleado en la presente investigación documental es una revisión sistemática descriptiva que aborda el análisis de costos, inventario y transporte, obtenidas de fuentes secundarias que influyen en el DND, a partir de un estudio observacional de los últimos 15 años.

Fu *et al.*, (2017), proponen un modelo evolutivo de la red logística impulsada por costo y distancia; los autores presentan que la red de logística se puede describir como un conjunto de vértices y bordes con pesos, donde los nodos representan parques logísticos o centros de distribución, y los bordes representan canales logísticos como las carreteras de la ciudad, mientras que los pesos representan volúmenes logísticos; los autores concluyen que la búsqueda de intereses económicos es una fuerza impulsora esencial para la evolución de la red de logística.

El análisis económico considera dos aspectos, por un lado, (a) la economía de escala en nodos logísticos y de transporte induce continuamente a nuevos nodos a unirse a la red, lo que lleva a una rápida expansión del tamaño de la red; por otro lado, (b) cuando el volumen excede los límites de capacidad de los nodos o bordes, surge el costo de congestión, lo que resulta en la contracción de la expansión de la escala de la red. Según (Mangiaracina, 2015), durante el DND, es necesario realizar una revisión sistemática de tres etapas: conocer, planificar y realizar el diseño de la red logística (véase Figura 1).

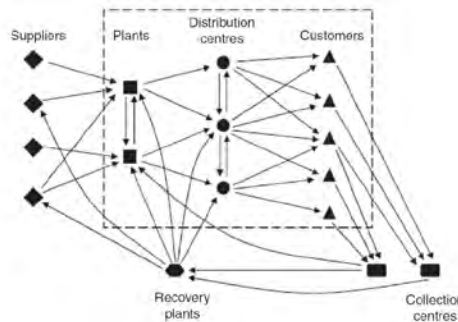


Figura 1. Diseño de Red Logística (Mangiaracina, 2015).

Ma y Suo (2006), proponen un modelo para diseñar redes logísticas de múltiples productos como proceso iterativo en el diseño de redes logísticas; primero, se usa un modelo *Mixed Integer Programming* (MIP) para determinar la configuración de la red; luego, a partir de la salida del modelo MIP, se desarrolla un modelo de planificación de inventario de múltiples productos para decidir el tamaño del lote y la frecuencia de pedido de cada producto en cada nodo de la red logística, posteriormente se utiliza un modelo de ruteo vehicular para encontrar la ruta más corta de entrega de productos de mayoristas a minoristas; después de eso, los parámetros relacionados con la operación se recalculan y actualizan, y la configuración de la red logística se vuelve a optimizar; tal proceso continúa hasta que converge. Mediante este proceso iterativo, los parámetros relacionados con la operación se pueden determinar con mayor precisión. El modelo MIP se compone de dos partes: función objetivo y restricciones. La función objetivo se plantea como la minimización de los costos totales (ver Figura 2).

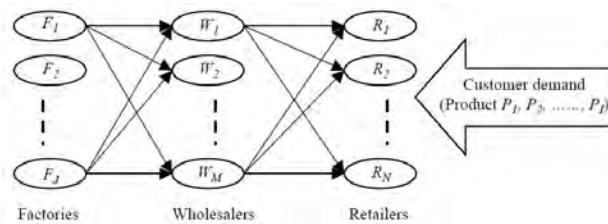


Figura 2. Modelo MIP (Ma & Suo, 2006).

Aunado a estos diseños de redes físicas, en el diseño de redes no físicas existen diversos modelos y métodos para el DND, que consideran la incertidumbre de las demandas y los retornos en donde es necesario analizar las políticas de

retorno, mediante las cuales el precio del producto y el costo del retorno se determinan en el mercado. En (XiaoYan *et al.*, 2012), los autores proponen un modelo matemático basado en *Mixed Integer Linear Programming* (0-1 MILP) para redes de IL en negocios electrónicos, y se discute un modelo matemático adicional en relación con la determinación de demandas y devoluciones del mercado; además, se desarrolla y describe un caso de estudio con la intención de ilustrar el valor del modelo y la red (véase Figura 3). Mientras que en (Lim *et al.*, (2018), se proporciona un modelo LML en el contexto moderno del comercio electrónico como factor diferenciador en el mercado al momento de la entrega del producto, para satisfacer así las necesidades del cliente por medio de los transportistas a costos bajos considerando las variables más significativas (ver Figura 4).

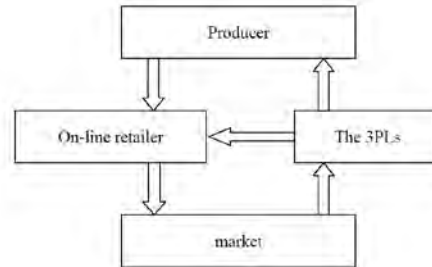


Figura 3. Modelo de las 3PL y el mecanismo de Recolección (XiaoYan *et al.*, 2012).

Contingency variable	Structural variable				
	Manufacturer	Distributor	Retailer	Locally based	Centrally based
Consumer geographical density	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Consumer physical convenience	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Consumer time convenience	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Demand volume	Low	Medium	High/low <sup>a</sup>	High/low <sup>a</sup>	Low
Order response time	n/a	n/a	n/a	Short	Long
Order visibility	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Product availability	High	Medium	Low	n/a	n/a
Product variety	High	Medium	Low	n/a	n/a
Product customisability	High	Medium	Low	n/a	n/a
Product freshness	n/a	n/a	n/a	High	Low
Product margin	High	Medium	Low/high <sup>a</sup>	Low/high <sup>a</sup>	High
Product returnability	n/a	n/a	n/a	High	Low
Service capacity	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Contingency variable	Structural variable				
	Self-delivery	Consumer-pickup	3PL delivery	Two-node	Multiple-node
Consumer geographical density	High	n/a	Low	n/a	n/a
Consumer physical convenience	High	Low	High	n/a	n/a
Consumer time convenience	High	Low	High	n/a	n/a
Demand volume	n/a	n/a	-	n/a	n/a
Order response time	n/a	n/a	-	Short	Long
Order visibility	Low	High	Low	High	Low
Product availability	n/a	n/a	-	n/a	n/a
Product variety	Low	n/a	High	n/a	n/a
Product customisability	n/a	n/a	-	n/a	n/a
Product freshness	n/a	n/a	-	High	Low
Product margin	Low	High	Low	n/a	n/a
Product returnability	High	High	Low	n/a	n/a
Service capacity	Full	n/a	Fluctuated	n/a	n/a
Consumer time convenience	High	Low	High	n/a	n/a

Figura 4. Marco de Diseño (Lim *et al.*, 2018).

En (Creazza *et al.*, 2010) se evalúan diversas configuraciones de redes logísticas para una cadena de suministro global (véase Figura 5); a partir de una descripción general de la investigación previa sobre el abastecimiento global y el diseño de la red de logística global, seguida de una serie de entrevistas con los transportistas internacionales y con los proveedores; en el estudio se identifican cinco configuraciones principales de red logística; los autores, proponen un marco para evaluar su rentabilidad, derivado del costo logístico global mediante simulación.

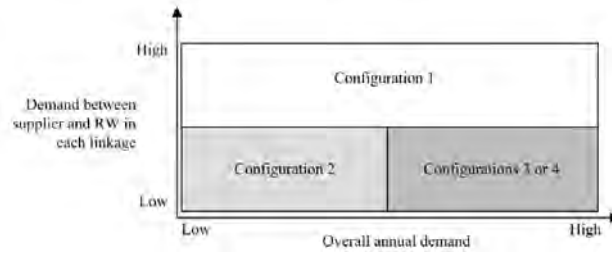


Figura 5. Taxonomía para Seleccionar las Configuraciones de la Red Logística (Creazza *et al.*, 2010).

Generalmente, las dimensiones del DND están estrechamente relacionadas con la estrategia de compra de la compañía en términos de gestión de la base de suministro global, *i.e.*, cuanto mayor es la relevancia de una determinada área geográfica en un entorno empresarial, mayor es la demanda anual que se deriva de ella. Huang *et al.*, (2013) proponen índices de evaluación de confiabilidad de conexión de la red logística de emergencia, para construir un sistema de de red compleja, y describen estos índices cuantitativamente para evaluar la confiabilidad de conexión de la red (ver Figura 6); además, el modelo topológico de red y los métodos de simulación de medición de confiabilidad cuando la red está bajo acometida están presentes; finalmente, los autores evalúan tres redes clásicas de logística de emergencia, y a través de simulación obtienen la situación de cambio de confiabilidad de conexión bajo ataques aleatorios.

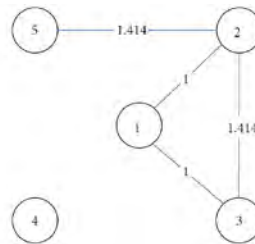


Figura 6. Modelo Topológico de la Red Logística de Emergencia (Huang *et al.*, 2013).

**Resultados y Discusión**

En aras de percibir las características de la evolución de redes de logísticas; Fu *et al.*, (2017) realizaron simulaciones numéricas de redes. En primer lugar, mostraron simulaciones numéricas de las propiedades estadísticas de fuerza y grado, así como la correlación entre ellas (véase Figura 7). De las gráficas presentadas, se desprende que las características muestran que los nodos con conectividad pequeña o alta, *i.e.*, distribuciones o parques logísticos, tienen más probabilidades de agregarse como grupos en la red logística.

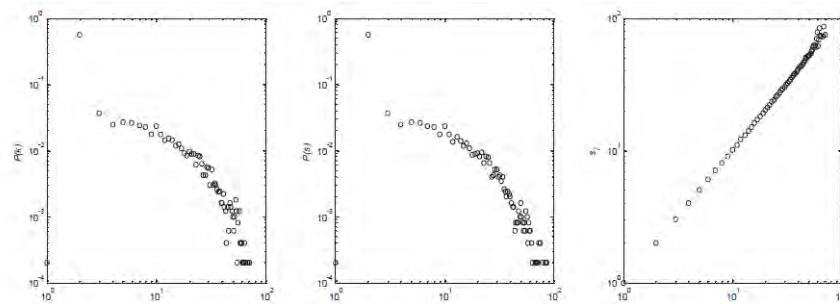


Figura 7. (a) Distribuciones de Grado y (b) Fuerza, y (c) la Correlación entre los Dos (Fu *et al.*, 2017).

La globalización de las actividades económicas y los rápidos desarrollos en las tecnologías de la información; conducen a ciclos de vida cortos, derivados de las diferentes opciones de configuración de redes logísticas (Mangiaracina, 2015).

Para mejorar la calidad en el DND, se han integrado diversos enfoques de optimización para formar un modelo. Según (Ma & Suo, 2006), el proceso de diseño implica: (1), en función del valor inicial dado por los parámetros (incluidos los relacionados con la operación), la configuración de una red logística se determina mediante un modelo MIP; (2) según el resultado del modelo MIP, se desarrolla un modelo de planificación de inventario para decidir el tamaño del lote y la frecuencia de pedido de cada producto en cada nodo de la red logística, y se utiliza un modelo de ruteo vehicular para determinar las rutas más cortas de entrega de productos; (3) después se recalculan y actualizan los

costos, haciendo así un proceso iterativo que minimiza el costo al tiempo que ajusta los inventarios; tal proceso continúa hasta que no exista una diferencia significativamente entre diseños sucesivos.

Por otra parte, para poder contribuir con los objetivos del comercio electrónico en la minimización del costo logístico del sistema (costos de fabricación, los 3PL y  $k$  tiendas en línea), se propone un modelo de red logística que da solución a la problemática de devolución de mercancías (ver Figura 8 y Figura 9). Los productos devueltos directamente a los minoristas representan el 80 %, mientras que el 20 % restante se envían directamente al productor (John *et al.*, 2017). Según (XiaoYan *et al.*, 2012), cuando los productos no tienen problemas es más probable que los 3PL, los envíen a los minoristas en línea para que se vuelvan a vender en el mercado, ya que en esta situación se pueden ahorrar costos de transporte y otros costos (*e.g.*, inventario, manejo o tiempo). Para contribuir en el diseño de redes logísticas, Lim *et al.*, (2018) presentan una reformulación al modelo LML basado en conocimiento (ver Figura 10).

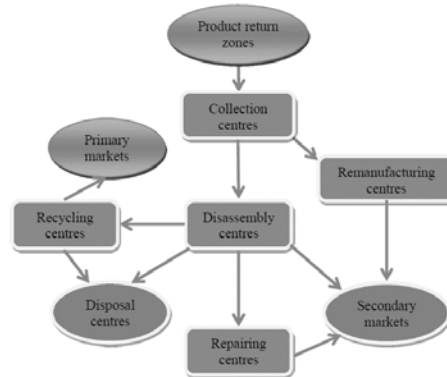


Figura 8. Cadena de Suministro Inversa (John *et al.*, 2017).

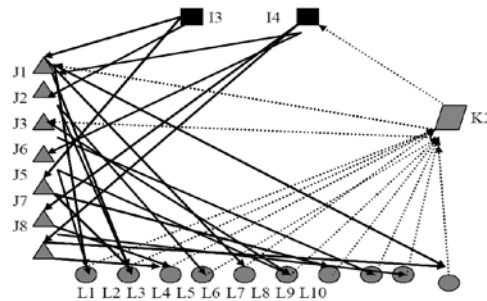


Figura 9. Red de IL (XiaoYan *et al.*, 2012).

Mode of knowledge and formula Structural variable	Science-mode knowledge: <i>if x, then y</i>		Design mode knowledge: <i>to achieve O, do A</i>	
	General formula	Example	General formula	Example
Product source	If (a particular conceptual variable) delivered by an LML network is (a particular contingency variation), then the product of the LML network should be sourced from (a particular structural variation)	If (product customizability) delivered by an LML network is (high), then the product of the LML network should be sourced from (manufacturer)	To achieve (a particular variation of a conceptual variable), the product should be sourced from (a particular variation of the structural variable)	For an LML network to achieve (high product customizability), the product should be sourced from (manufacturer)
Geographical scope	If (a particular contingency variable) delivered by an LML network is (a particular contingency variation), then the geographical scope of the LML network should be (a particular structural variation)	If (order response time) delivered by an LML network is (short), then the geographical scope of the LML network should be (localised)	For an LML network to achieve (a particular contingency variation), the geographical scope should be (a particular structural variation)	For an LML network to achieve (short order response time), the geographical scope should be (localised)
Mode of distribution	If (a particular conceptual variable) delivered by an LML network is (a particular variation of the contingency variable), then the mode of distribution should be (a particular variation of the structural variable)	If (product variety) delivered by an LML network is (high), then the mode of distribution should be (3PL delivery)	To achieve (a particular variation of a conceptual variable), the mode of distribution should be (a particular variation of the structural variable)	To achieve (high product variety), the mode of distribution should be (3PL delivery)
Number of nodes	If (a particular conceptual variable) delivered by an LML network is (a particular contingency variation), then the number of nodes should be (a particular structural variation)	If (order response time) delivered by an LML network is (short), then the number of nodes present in the LML network should be (two)	To achieve (a particular conceptual variation), the number of nodes present in the LML network should be (a particular structural variation)	To achieve (short order response time), the number of nodes present in the LML network should be (two)

Figura 10. Reformulación del Modelo LML (Lim *et al.*, 2018).

En (Creazza *et al.*, 2010) se evalúan diferentes escenarios, los autores desarrollan una taxonomía para seleccionar la configuración de red logística más adecuada, con respecto a algunos factores logísticos clave y estrategias de compra.

Ahora bien, Huang *et al.*, (2013), presentan como resultado del modelo topológico de red y los métodos de simulación de medición de confiabilidad con tres formas típicas, la relación efectiva de nodos de demanda y la curva cambiante del kilometraje de suministro de emergencia de cada forma de la red bajo una selección diferente de nodos de suministro; evidenciándose que la confiabilidad de la red de logística de emergencia se ve afectada (ver Figura 11).

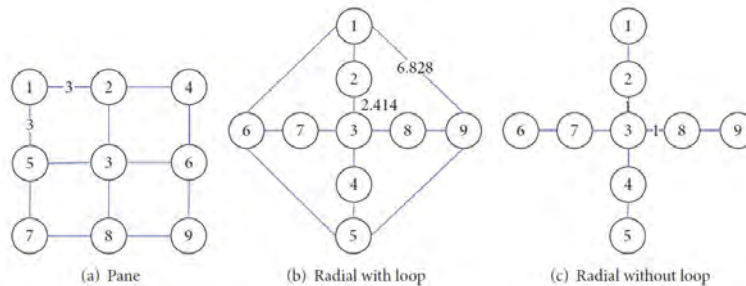


Figura 11. Tres formas de red de logística de emergencia (Huang *et al.*, 2013).

**Conclusiones**

El DND, se evalúa considerando el costo-distancia, este factor contribuyen a: (1) que las empresas evolucionen sus redes logísticas para hacerlas más eficientes considerando la economía y la sociedad para ser competitivas en el mercado; (2) el modelo MPI en el diseño de redes logísticas de diferentes productos contribuye a: (i) especificar los requisitos de capacidad de producción, (ii) especificar el requisito de capacidad de rendimiento en los mayoristas para que los productos entregados no exceda la capacidad de producción y, (iii) obtener el requisito de flujo de material; (3) el modelo diseñado para la IL contribuye a: (i) que todos los productos devueltos entregados a los minoristas en línea se utilicen para satisfacer la demanda del mercado, (ii) que los productos devueltos vendidos por cada minorista en línea no superen los productos devueltos que se entregan desde los 3PL, (iii) que todos los productos devueltos de los mercados se entreguen a fábricas o minoristas en línea, (iv) que los productos proporcionados por las fábricas y los 3PL sean suficientes para satisfacer la demanda del mercado y, (v) finalmente a que los flujos salientes totales sean al menos tan grandes como los flujos entrantes totales; (4) el modelo LML contribuirá a: (i) consolidar el cuerpo de conocimiento sobre modelos LML mientras se mantiene el carácter multidisciplinario esencial, (ii) servirá de base para los esfuerzos de investigación actuales, (iii) estimulará las líneas sugeridas de investigación futura y, (iv) apoye a los profesionales a diseñar modelos LML mejorados en un panorama cambiante de comercio electrónico; (5) la taxonomía para seleccionar las configuraciones de la red logística contribuye: (i) al desarrollo de la configuración de las redes logísticas internacionales, implicando la adopción de envío internacional de contenedores y en el desarrollo de un

marco para apoyar la elección de red logística más adecuada desde el punto de vista de una empresa de fabricación o de un minorista; finalmente, (6) el modelo topológico de una red de emergencia contribuirá a: (i) la orientación de varias empresas en su cadena de suministros para diseñar una red logística de emergencia con alta confiabilidad.

De los casos analizados en el presente trabajo de investigación documental, se desprende que existe relación entre el problema a resolver y el factor de desempeño costo-distancia, asociado al ruteo vehicular. Los autores convergen en qué este factor es preponderante en la función objetivo del modelo matemático, al minimizar los costos y distancias; los resultados reportados por los autores bajo estudio muestran que la optimización de los modelos matemáticos permite disminuir los costos y tiempos de entrega.

Ahora bien, el objetivo principal de las empresas es disminuir los costos derivados del transporte de mercancías; el DND, trae como resultado un impulso positivo en la rentabilidad general de una empresa. Por lo que, el trabajo de investigación documental desarrollado provee a los futuros investigadores que aplican el DND en los proyectos de investigación de alto impacto, las bases suficientes para que consideren el factor presentado en la modelación de diversos escenarios.

#### Referencias Bibliográficas

- Ahmadi-Javid, A. & Hoseinpour, P. (2015). Incorporating Location, Inventory and Price Decisions into a Supply Chain Distribution Network Design Problem. *In Computers & Operations Research*, (56), 110-119, <https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.07.014>.
- Ambrosino, D. & Scutellà, M. G. (2005). Distribution Network Design: New Problems and Related Models. *In European Journal of Operational Research*, 3(165), 610-624, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.04.009>.
- Anderson, D. L., Britt, F. F., & Favre, D. J. (2007). *The 7 principles of supply chain management*. *In Supply Chain Management Review*, 11(3), 41-46.
- Bourlakis, C. & Bourlakis, M. (2005). Information Technology Safeguards, Logistics Asset Specificity and Fourth-Party Logistics Network Creation in the Food Retail Chain, *In Journal of Business & Industrial Marketing*, (20), 88-98. <https://doi.org/10.1108/08858620510583687>.
- Craighead, C., Hanna, J., Gibson, B. & Meredith, J. (2007). Research Approaches in Logistics: Trends and Alternative Future Directions, *In The International Journal of Logistics Management*, (18), 22-40. <https://doi.org/10.1108/09574090710748153>.
- Creazza, A., Dallari, F. & Melacini, M. (2010). Evaluating Logistics Network Configurations for a Global Supply Chain, *In Supply Chain Management-an International Journal - SUPPLY CHAIN MANAG.*, (15), 154-164. <https://doi.org/10.1108/13598541011028750>.
- D'este, (2017). Freight and Logistics Modeling, *In Handbook of Logistics and Supply-Chain Management*, Edited by A.M. Brewer et al., Elsevier Science Ltd, 521-534. <https://doi.org/10.1108/9780080435930-035>.
- Fu, J., Chen, Y. & Chen, G. (2014). Growth Evolving Model of Urban Logistics Network Driven by Cost and Distance, *In ICLEM 2014: System Planning, Supply Chain Management*. <https://doi.org/947-953>. 10.1061/9780784413753.144.
- Gabrielyan, G., Huria, A. & Nazaryan, A. (2012). Putting Trade Logistics Reform “on the Map” in Armenia. *In IFC Smart Lessons Brief*. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/10422> License: CC BY-NC-ND 3.0 IGO [20.06.2020].
- Hoberg, K., & Thonemann, U. W. (2014). Modeling and Analyzing Information Delays in Supply Chains Using Transfer Functions. *In International Journal of Production Economics*, 156, 132-145.
- Holmgren, F. (2019). *Material Flow Analysis—A Case and Simulation Study*. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8973789> [20.06.2020].
- Huang, L., Wang, W. & Wang, M. (2013). Simulation Research of Space-Time Evolution of Emergency Logistics Network Reliability Based on Complex Network Theory. *In Discrete Dynamics in Nature and Society*. <https://doi.org/10.1155/2013/303187>.
- John, S., Sridharan, R. & Kumar, P. N. (2017). Multi-period Reverse Logistics Network Design with Emission Cost, *In The International Journal of Logistics Management*, (28), 127-149. <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2015-0143>.
- Kadadevaramath, R. S., Chen, J. C., Shankar, B. L., & Rameshkumar, K. (2012). Application of Particle Swarm Intelligence Algorithms in Supply Chain Network Architecture Optimization. *In Expert Systems with Applications*, 39(11), 10160-10176.
- Kritchanchai, D., & Wasusri, T. (2007). Implementing Supply Chain Management in Thailand Textile Industry. *In International Journal of Information Systems for Logistics and Management*, 2(2), 107-116.



- Lim, S. F., Jin, X., & Srari, J. (2018). Consumer Driven E-Commerce: A Literature Review, Design Framework, and Research Agenda on Last-Mile Logistics Models, *In International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 48 (3), 308-332. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2017-008>.
- Ma, H. & Suo, C. (2006). A Model for Designing Multiple Products Logistics Networks, *In International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, (36), 127-135, <https://doi.org/10.1108/09600030610656440>.
- Mangiaracina, R. (2015). Distribution Network Design: A Literature Review and a Research Agenda. *In International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 506-531. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2014-0035>.
- Miranda, P. A. & Garrido, R. A. (2009). Inventory service-level Optimization within Distribution Network Design Problem. *In International Journal of Production Economics*, 1(122), 276-285, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.06.010>.
- Nyman, H. (2013, June). Utilizing Real-Time Market Demand Information in the Integration of the Supply Chain in the Food Industry. *In Computer Applications in Production and Engineering: IFIP TC5 International Conference on Computer Applications in Production and Engineering (CAPE'97) 5-7 November 1997*, Detroit, Michigan, USA, 149. Springer.
- Robinson, E. P. & Swink, M. (1994). Reason Based Solutions and the Complexity of Distribution Network Design Problems. *In European Journal of Operational Research*, 3(76), 393-409, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90276-3](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90276-3).
- Scherbakov, V., & Silkina, G. (2019, September). Logistics of Smart Supply Chains. *In International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019)*. Atlantis Press.
- Scholz, B., Novaes, A. G., Makuschewitz, T., & Frazzon, E. M. (2011). Dynamic Scheduling of Production and Inter-Facilities Logistic Systems. *In Dynamics in Logistics*, 443-453. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Segura, E., Carmona, R. B. & Lozano, A. (2017). Implications of the Assumptions on which the p-median Problem are Based when Distribution Network Design. *In Transportation Research Procedia*, (25), 1137-1143, 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.126>.
- Sholihah, S. A., Samadhi, T. A., Cakravastia, A., & Bahagia, N. (2018). Coordination Model in Hinterland Chain of hub-and-spoke Global Logistics. *In Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(4), 776-793.
- Slotte, J., Nyman, H., & Holmström, J. (1997, November). Utilizing Real-Time Market Demand Information in the Integration of the Supply Chain in the Food Industry. *In International Conference on Computer Applications in Production and Engineering*, 149-158. Springer, Boston, MA.
- Thapa, G. B., & Silvestrov, S. (2015). Supply Chain Logistics in Multi-Level just-in-time Production Sequencing Problems. *In Journal of the Institute of Engineering*, 11(1), 91-100.
- XiaoYan, Q., Yong, H., Qinli, D. & Stokes, P. (2012). Reverse Logistics Network Design Model based on E-Commerce, *In International Journal of Organizational Analysis*, 20(2), 251-261. <https://doi.org/10.1108/19348831211227864>.
- Yunus, E. N., & Kurniawan, T. (2015, January). Revealing Unsuccessful Collaboration: A Case of buyer-supplier Relationship in the Pharmaceutical Industry. *In Supply Chain Forum: An International Journal*, 2(16), 14-28. Taylor & Francis.

## COMPARATIVA DEL PROGRAMA EDUCATIVO TSU EN GASTRONOMÍA Y SU PERFIL DE EGRESO

Paola Álvarez Pous<sup>1</sup>, Cid Alejandro Silva Castro<sup>2</sup>  
Florentino Pech Juárez<sup>3</sup>

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Recibido: 10/06/2020      Aceptado: 07/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** En este artículo se presentan los resultados de la coincidencia de lo aprendido en el aula de clase, la aplicación de los conocimientos en el área laboral y los tipos de puesto que han alcanzado los egresados del TSU en Gastronomía. La metodología empleada es inductiva y de carácter mixto al identificar variables en una población determinada que requieren de cierta interpretación subjetiva. Los resultados obtenidos arrojan un diagnóstico representativo de la situación de 1627 egresados desde la primera generación en el año 2005 al año 2019, la última generación egresará en el 2020. Se concluye que la situación de los egresados del Técnico Superior Universitario determina que la Institución ofrece un modelo exitoso gracias a las prácticas de profesionalización que son parte de un programa integral de formación práctica que incluye prácticas de inducción, aproximación y simulación que están formalizadas y son evaluables por un asesor empresarial y uno académico.

**Palabras clave:** Diagnóstico, egresados, relación laboral, profesionalización.

### COMPARISON OF THE TSU EDUCATIONAL PROGRAM IN GASTRONOMY AND ITS GRADUATION PROFILE

**Abstract.-** This paper presents the results of the coincidence of what has been learned in the classroom, the application of knowledge in the workplace and the types of positions that PE graduates have reached. The methodology used is inductive and of a mixed nature when identifying variables in a certain population that require a certain subjective interpretation. The results obtained show a representative diagnosis of the situation of 1627 graduates from the first generation in 2005 to 2019, the last generation will graduate in 2020. It is concluded that the situation of graduates of the Higher Technical University determines that the Institution offers a successful model thanks to the professionalization practices that are part of a comprehensive practical training program that includes induction, approach and simulation practices that are formalized and are evaluable by a business advisor and an academic advisor.

**Keywords:** Diagnosis, graduates, employment relationship, professionalization.

#### Introducción

La vida académica de algunos estudiantes concluye al finalizar el estudio en el nivel Técnico Superior Universitario, como parte del seguimiento a los mismos, (División de Gastronomía, 2018) quedando abierta la posibilidad del que el estudiante pueda continuar con su Licenciatura en Gastronomía logrando su reinscripción al séptimo cuatrimestre y concluir hasta el onceavo cuatrimestre para obtener su Licenciatura, la Institución cuenta con una red social e invita a colaborar a los egresados con el fin de brindar información sobre su seguimiento posterior a esta conclusión de carácter académico, la información recabada forma parte como fuente primaria en el diseño del plan y programas de las asignaturas así como del estudio de la pertinencia, como lo señala (Pedro, 2011). El estudio pretende fomentar la reflexión sobre la práctica y la investigación en el campo curricular y fortalecer las políticas institucionales relacionadas con el diseño curricular de los programas académicos, en procura de mejorar la pertinencia y la calidad del currículo.

Por otra parte, el sector productivo en el área de influencia, al estar situada en la Ciudad de Cancún, ofrece empleo en el área gastronómica, como una de las principales ofertas laborales.

Realizar un diagnóstico de seguimiento a los egresados permite identificar el grado de cumplimiento de las competencias de los educandos como precisa Aranda Barradas, Juan Silvestre, & Salgado Manjarrez (2005) El currículo es el resultado de: a) el análisis y reflexión sobre las características del contexto, del educando y de los recursos para el acercamiento al perfil de egreso que se manifiesta en el plan de estudio y en el modelo educativo, las

---

<sup>1</sup> Paola Álvarez Pous, Profesora de Tiempo Completo. Universidad Tecnológica de Cancún, palvarez@utcancun.edu.mx. (Autor correspondiente).

<sup>2</sup> Cid Alejandro Silva Castro, Profesor de Tiempo Completo. Universidad Tecnológica de Cancún, csilva@utcancun.edu.mx.

<sup>3</sup> Florentino Pech Juárez, Profesor de Tiempo Completo. Universidad Tecnológica de Cancún, fpech@utcancun.edu.mx.

áreas de oportunidad académicas, salarial, tipo de puesto, utilidad de lo aprendido en el aula, coincidencia de los aprendidos con la aplicación de los conocimientos y expectativas de acercamiento entre el egresado y los empleadores del sector productivo. (Forero-Rodríguez, 2020) reconociendo como empleador a aquella persona o personas físicas o inmateriales que otorgan, generan o dan trabajo, aun cuando su denominación arcaica de patrón o patrono ha sufrido modificaciones con el paso del tiempo.

Un programa educativo (Zapata & Alhelí, 2014): se refiere al conjunto de alumnos, profesores, directivos, plan de estudios, recursos, investigación, procesos de difusión y gestión, etc., ofreciendo ventajas competitivas ante las demandas sociales. Un plan de estudios (Pacheco, 2019). Los planes de estudio pueden estar organizados por asignaturas, áreas de conocimiento o módulos, cualquiera de las opciones implícitamente tiene una concepción de hombre, ciencia, conocimiento, práctica, vinculación escuela-sociedad, aprendizaje y enseñanza, práctica profesional, etc. En el plan de estudios de TSU en Gastronomía se realizan análisis curriculares y se dictamina bajo parámetros de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación, 2011), a través del autoestudio del Consejo Nacional Para la Calidad Turística (Consejo Nacional para la Educación de la Promoción Turística, 2019) así como en la malla de contenidos mínimos en turismo y presentado en el 2015 en la Universidad del Claustro de Sor Juana.

#### Objetivo

Fortalecer las líneas de investigación sobre el ramo educativo en el Estado de Quintana Roo a fin de proveer herramientas desde la Academia.

#### Descripción del problema

Este estudio se encuentra en la fase de diagnóstico, el cual se considera realizar de manera constante al estar presentes tanto las nuevas generaciones como modelos educativos, dichos instrumentos permiten contar con información gráfica que permite determinar porcentajes e interpretación de éstos para analizar tendencias al contar con reportes comparativos entre generaciones.

#### Metodología

La investigación se realiza por método inductivo, acompañado de la técnica de aplicación de un cuestionario realizado por redes sociales a los egresados de la División de Gastronomía de la Universidad Tecnológica de Cancún como principales participantes en este estudio (Universidad Tecnológica de Cancún, 2019).

#### Recolección de datos

Para recabar la información, se aplica un instrumento que se hace llegar con el apoyo de redes sociales, y mediante la información que se proporciona por 284 egresados de la División de Gastronomía de la Universidad Tecnológica de Cancún, en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, se obtienen los datos que alimentan el diagnóstico de la relación laboral entre éstos y el sector productivo.

#### Marco Teórico – Conceptual

##### Perfil de egreso

El perfil de egreso del Técnico Superior Universitario (TSU) en Gastronomía adquiere un orden de importancia, ya que el perfil de gastronomía es el segundo con 37% en matrícula después del perfil Gestión Empresarial Turística 38 % de 1224 PE y 120,000 estudiantes (Dirección General de Educación Superior, 2016) comparte que podrá desenvolverse en empresas e instituciones públicas (producción + servicio + operación + Gestión; investigación histórica + gestión + ciencia, registro (Consejo para la Acreditación de la Educación Superior A.C., 2104) SEP, 1224 PE de la educación turística) y privadas dedicadas a la producción y comercialización de bienes y servicios gastronómicos, o bien en su propia empresa proporcionando productos y servicios gastronómicos.

Los puestos a los que puede aspirar un egresado de este nivel educativo son:

- Subgerente de un establecimiento de alimentos y bebidas.
- Coordinador eventos gastronómicos.
- Operador de un área de alimentos y bebidas.
- Sous chef.
- Supervisor de áreas operativas de establecimientos de alimentos y bebidas.

El perfil de egreso (Gobierno de México, 2020) constituye el elemento referencial y guía para la construcción del plan de estudios, se expresa en competencias que describen lo que el egresado será capaz de realizar al término del programa educativo y señala los conocimientos, habilidades, actitudes y valores involucrados en los desempeños propios de su profesión. Comprende las competencias genéricas y las profesionales, así como sus unidades o elementos.

El TSU en Gastronomía debe contar con las competencias profesionales necesarias para su desempeño en el campo laboral, en el ámbito local, regional y nacional, donde pretende desarrollar como competencias profesionales las destrezas y actitudes que permiten al TSU desarrollar actividades en su área profesional, adaptarse a nuevas situaciones, así como transferir, si es necesario, sus conocimientos, habilidades y actitudes a áreas profesionales próximas, Chong Muñoz, Mercedes Arabela y Castañeda Castro Rosalba (2013, pág. 6). La aplicación del enfoque de competencias en la educación puede ser que sea importante realizar un cambio en la manera de aprender del alumno, con otros valores y actitudes que si todos hacen su tarea: el gobierno, empresarios, escuela, docentes y alumnos puede ser que se mejore la calidad académica y que a largo plazo sí se produzca un desarrollo económico y social en el país.

(Medina Palomera, Amado Moreno, & Brito Páez, 2010) las competencias genéricas como aquellas que se pueden aplicar en un amplio campo de ocupaciones, condiciones y situaciones profesionales dado que aportan las herramientas intelectuales y los procedimentales que necesitan los sujetos para analizar los problemas, evaluar las estrategias, aplicar conocimientos a casos distintos y aportar soluciones adecuadas. El proyecto Tuning (Mendoza N. , 2016) cuenta con 27 competencias genéricas donde se encuentran algunas importantes para el área gastronómica tales como el trabajo en equipo, capacidad para tomar decisiones entre otras; Mientras que, el Programa Académico cuenta con las competencias de la capacidad de análisis y síntesis, habilidades para la investigación básica, (Relat, 2010) que se caracteriza por que se origina en un marco teórico y permanece en él, El objetivo es incrementar los conocimientos científicos pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico, las capacidades individuales (Cristina Girardo, 2016) adquiridas en la formación educativa se transforman en colectivas y coadyuvan al desarrollo de los territorios, las destrezas sociales, (Seix, 2015) que son conductas específicas que usa una persona al interactuar con otros permitiéndole ser efectivo en alcanzar sus metas personales, las habilidades gerenciales (Milenio 2020, 2014) que se define como el conjunto de capacidades y conocimientos que una persona posee para realizar las actividades de liderazgo y coordinación en el rol de gerente o líder de un grupo de trabajo u organización y las habilidades para comunicarse en un segundo idioma y por las competencias específicas se encuentran el coordinar la operación del área de alimentos y bebidas a través de la planeación, ejecución y evaluación de la elaboración de productos gastronómicos, considerando los procedimientos, estándares y normatividad, para contribuir a la rentabilidad de la organización y a fortalecer la industria y cultura gastronómica, integrar productos gastronómicos a través de recetas estándar, las bases culinarias y de coctelería, selección de los insumos y la normatividad aplicable, para garantizar la calidad y fortalecer el posicionamiento de la organización, así como dirigir la operación de un área de alimentos y bebidas mediante un plan de trabajo y de evaluación, para contribuir a la optimización de recursos y garantizar el manejo higiénico de los alimentos. También gestionar eventos y servicios gastronómicos, a partir de la planeación logística, técnicas de supervisión y evaluación, para satisfacer los requerimientos del cliente y contribuir al desarrollo económico de la región, organizar eventos y servicios gastronómicos a través del diagnóstico de servicios y la planeación logística, para cumplir la demanda de los clientes y contribuir a la rentabilidad de la organización, dirigir eventos y servicios gastronómicos conforme al plan establecido, las técnicas de preparación de alimentos a gran escala, atención de incidencias, indicadores de evaluación y la normatividad aplicable, para satisfacer consolidar la oferta gastronómica de la organización.

El AST (Hernández, 2016) “Una de las formas más exitosas de generar los planes de estudios para una carrera, es realizar un Análisis Situacional del Trabajo (AST), el cual consiste en llevar a cabo un taller con académicos, empresarios, supervisores y expertos en el área en donde se desempeñará el egresado de la carrera en particular.

El objetivo de reunirse con este grupo multidisciplinario es recabar información confiable acerca de las competencias, habilidades, conocimientos, destrezas y actitudes que debe poseer el profesionista para desempeñarse exitosamente en el campo laboral”.

El AST (Casados & Gámez, 2011): La implementación del AST se lleva a cabo mediante un taller, en el cual se convoca tanto a personal docente de las Instituciones Educativas, así como a profesionistas del Sector Industrial de bienes y servicios, que desempeñan cargos de alto grado de responsabilidad y que pertenezcan a la zona de influencia donde se desea aplicar esta herramienta, con el propósito de garantizar la pertinencia de los programas de estudio en la carrera de interés.

La aplicación de este AST se llevó a cabo en el pasado año 2019 brinda los requerimientos del sector productivo para realizar las adaptaciones necesarias en la versión BIS con el que opera la Universidad desde el año 2018, como estrategia que complementa el modelo educativo basado en competencias para incrementar el dominio de la lengua inglesa en los egresados y contribuye a la calidad educativa y a la competitividad en un entorno global. Esta alternativa de oferta educativa es opcional para las Universidades Tecnológicas. Siendo la competitividad (Mendoza J. M., 2014) compuesta por dos elementos de interés: competitividad y educación. Así, se configura una propuesta teórica analítica que considera los enfoques, definiciones de competitividad y educación. La competitividad de una empresa, una Nación o una región se relaciona con la interacción entre educación universitaria y el estado de la tecnología.

El plan de estudios de gastronomía contempla una salida en el sexto cuatrimestre para el estudiante que decide no continuar sus estudios, para estos casos, en el plan de estudios se señala que cuando el estudiante ha concluido el sexto cuatrimestre, aprobado la estadía profesional y cuenta con la autorización de digitalización de la memoria (producto de la estadía), el estudiante puede concluir sus estudios como TSU en gastronomía y titularse conforme a los requisitos del reglamento académico y del departamento de control escolar. (Universidad Tecnológica de Cancún 2019).

Los sectores productivos (EAE Business School, 2017): son lo mismo que los sectores de actividad económica, y establecen una clasificación de la economía en función del tipo de proceso productivo que lo caracteriza. Los sectores productivos de la economía como México se basan más en las industrias manufactureras y el comercio.

Además, gracias a la globalización los estudiantes y egresados pueden ser reconocidos por sus competencias significativas como se manifiesta en la Convención Mundial sobre el Reconocimiento de las Cualificaciones relativas a la Educación Superior, (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Tecnología)UNESCO (2019) Hoy en día, más de 4 millones de estudiantes cursan estudios fuera de sus países de origen y se estima que de aquí a 2020 unos 8 millones de estudiantes estudiarán en el extranjero.

#### Resultados

Se muestran en la siguiente tabla los resultados relevantes del estudio de seguimiento de egresados registrado en el periodo 2008 - 2019.

Tabla 1. Resultados obtenidos en porcentajes sobre los criterios de la percepción del estudiante.

Criterio	Aspecto	Porcentaje %
Generación a la que pertenece	2016- 2018	36.6%
	2017-2019	23.6%
	2015-2017	7.5%
	Anteriores	32.3%
Edad del encuestado	19 - 21 años	52%
	22 – 24 años	25.1%
	Más de 24 años	22.9%
Se desempeña laboralmente	Sí trabaja	54.1%
	No trabaja	45.9 %
Tipo de establecimiento donde desempeña sus labores	Otro diferente a alimentos y bebidas	40.7%
	Hotel	25.1%
	Restaurante	24.1%
	Negocio propio, catering, otros	10.0%
Área donde desempeña su trabajo	Otras áreas de trabajo	29.3%
	Cocina Caliente	21.2%
	Servicio al cliente	13.6%
	Pastelería	9.6%
	Administrativas, costos	9.1%

	Calidad en el servicio, sommelier, especialidades, cocina fría	17.2%
Puestos de trabajo ocupados en el área	Diversidad de opciones, destacando puestos operativos sobre los de habilidades gerenciales.	99.9%
Considera la utilidad de conocimientos brindados por la UTC	Muy bueno	46%
	Excelente	25.9%
	Bueno	27.3%
Relación que tienen los conocimientos adquiridos en la Universidad con el área laboral donde se desempeña el estudiante	Muy bueno	44.3%
	Excelente	21.4%
	Bueno	31.7%

### Situación de los egresados

De acuerdo a los resultados obtenidos, la mayoría de los estudiantes que accedieron a responder corresponden a la generación del 2016- 2018, y cuentan con una edad que oscila entre los 19 y 21 años de edad, el 54% sí cuentan con un trabajo en el sector productivo, desempeñándose en casi la mitad de los casos en hoteles y restaurantes del área de influencia, como dato interesante, el 40% de egresados dijo trabajar en otras áreas diferentes a lo que se refiere a los alimentos y bebidas.

El 54% de los encuestados sí trabaja, el 49.2% colabora en el área de alimentos y bebidas desempeñándose en hoteles y restaurantes, de los cuales casi el 70% colabora en áreas relacionadas a la producción y servicios de alimentos y bebidas o bien en área de administración y calidad afines. Mientras que el 10% de egresados se desempeñan realizando servicios de catering o atendiendo su negocio propio, el 40% restante se dedica en áreas distintas a alimentos y bebidas.

### Tipo de organización, tiempo que dedican a su actividad

Se considera que los egresados se desempeñan principalmente en las siguientes posiciones donde ejecutan actividades laboralmente en su mayoría en hoteles y restaurantes, clasificados en:

Tabla 2. Áreas profesionales de desempeño en las que desarrollan los egresados del nivel Técnico Superior Universitario en Gastronomía.

Producción	Servicio	Áreas administrativas
Ayudante de cocina	Mesero	Recursos humanos
Cocinero B	Bartender	Asistente administrativa
Cocinero C	Encargado	Supervisor
Barista	Ayudante de bares	Dueño del negocio de A y B
Jefe(a) de cocina	Capitán de meseros	Administrador(a)
Pastelero(a)	Cajero(a)	Chofer
Jefe de partida	Vendedor	Socio
Cocinero de línea	Servidor de buffet	Profesor de Tiempo Completo
Parrillero en planchas	Sommelier de presencia de marca	Gerente de operaciones
Cocinero eventual	Agente de servicio al cliente	Docencia
Pandero	Ventas	Supervisor de pizzería
Mice en place (guarniciones)		Coordinador de A y B
Ayudante de panadería		
Sous chef		
Chef encargado		
Chef ejecutivo		

### Discusión

En este diagnóstico de los egresados en el nivel Técnico Superior Universitario en Gastronomía se aprecia que poco más de la mitad se encuentran en posiciones relacionadas con el área de alimentos y bebidas, siendo que poco menos de la mitad de los estudiantes no laboran en el área.

Resulta interesante identificar los motivos por los cuáles, aproximadamente la mitad de los egresos no desarrollan un área laboral afín a la carrera de gastronomía cursada.

### Conclusiones

Se puede concluir con este estudio, que los egresados del nivel TSU en Gastronomía evalúan con valor de muy bueno a los conocimientos recibidos durante sus estudios en el programa educativo, lo cual les permite desempeñarse en puestos relacionados con el área de alimentos y bebidas en los restaurantes y hoteles del área de influencia.

Se cuenta con distintas alternativas de posiciones en los hoteles y restaurantes de la zona de influencia donde los egresados se pueden desempeñar en labores alusivas al área de alimentos y bebidas, lo que motiva a fortalecer la vinculación del sector laboral y las instituciones educativas para fortalecer el perfil de egreso de los alumnos a fin de contar con elementos capaces de saciar las necesidades del sector productivo, específicamente en la industria gastronómica.

Se recomienda analizar en los aspectos salariales que perciben los egresados, considerándose como un elemento que se podría estudiar como variable adicional al tema de estudio que se puede enlazar a trabajo de investigación en la rama económica y social, para contribuir a los indicadores económicos.

Hacer un estudio sobre las diferentes actividades que llevan a cabo que no están relacionadas con el área de alimentos y bebidas para conocer en qué se desempeñan laboralmente los jóvenes, en la actualidad. Así como se recomienda profundizar sobre las funciones que desempeñan en el sector laboral.

En este estudio sobre las tareas específicas que realizan los egresados en el sector productivo, así como identificar las áreas de oportunidad que se puedan contrarrestar a fin de que la Institución cuente con elementos necesarios con el propósito de fortalecer las áreas académicas que le competen para diseñar estrategias que fortalezcan el desarrollo académico de sus estudiantes a fin de dar una continuidad al trabajo colaborativo entre Instituciones educativas y el impacto que tiene como resultado al sector productivo.

### Referencias

- Casados, J. L., & Gámez, J. C. (2011). *El AST como herramienta en el diseño de programas de estudio*. From Universidad Tecnológica de Altamira: <http://www.utaltamira.edu.mx/wp-content/uploads/2011/11/EL-AST-COMO-HERRAMIENTA-EN-EL-DISEÑO-DE-PROGRAMAS-DE-ESTUDIO.pdf>
- Clasificación Internacional Normalizada de la Educación. (2011). *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación*. From [https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/clasificaciones/cine2011.html#:~:text=Volver,Clasificaci%C3%B3n%20Internacional%20Normalizada%20de%20la,CINE%202011&text=de%20la%20UNE%20SCO%20\(ISCED%20en,educaci%C3%B3n%20y%20campos%20de%2](https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/clasificaciones/cine2011.html#:~:text=Volver,Clasificaci%C3%B3n%20Internacional%20Normalizada%20de%20la,CINE%202011&text=de%20la%20UNE%20SCO%20(ISCED%20en,educaci%C3%B3n%20y%20campos%20de%2)
- Consejo Nacional para la Educación de la Promoción Turística. (2019). *Resultados*. From Foro de Red CONAET UDG Puerto Vallarta: <http://m.conaet.net/congresos-y-foros/iv-foro-red-conaet-udg-pvr-19/>
- Consejo para la Acreditación de la Educación Superior A.C. (2104). *Padrón de Programas Acreditados a Nivel Nacional*. From <https://www.copaes.org/consulta.php>
- Cristina Girardo, S. M. (2016). *Desarrollo de capacidades individuales y colectivas en estudios de posgrado y su incidencia en los territorios*. From Revistas Universidad del Rosario: <http://dx.doi.org/10.12804/territ34.2016.09>
- Dirección General de Educación Superior. (2016). *Informes*. From <http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/InfMA.aspx>
- División de Gastronomía. (2018). *Perfil de Egreso del Estudiante del nivel TSU*. From Universidad Tecnológica de Cancún.
- EAE Business School. (2017, diciembre 21). *Los sectores de producción y sus características*. From Retos en Supply Chain: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/los-sectores-de-produccion-y-sus-caracteristicas/>
- Forero-Rodríguez, R. (2020). *El empleador. Sumario I. Terminología II. Tipología y clasificación de empleadores*. From Capítulo 20 El Empleador: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/139/23.pdf>

- Gobierno de México. (2020). *Perfil de Egreso de la Educación Normal*. From [https://www.dgespe.sep.gob.mx/reforma\\_curricular/planes/lepree/plan\\_de\\_estudios/perfil\\_de\\_egreso#:~:text=El%20perfil%20de%20egreso%20constituye,valores%20involucrados%20en%20los%20desempe%C3%B1os](https://www.dgespe.sep.gob.mx/reforma_curricular/planes/lepree/plan_de_estudios/perfil_de_egreso#:~:text=El%20perfil%20de%20egreso%20constituye,valores%20involucrados%20en%20los%20desempe%C3%B1os)
- Hernández, J. G. (2016). *El Análisis Situacional del Trabajo, una alternativa para el desarrollo de los planes de estudios de la Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira*. From Universidad Tecnológica de Altamira.: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5379264.pdf>.
- Medina Palomera, A., Amado Moreno, M. G., & Brito Páez, R. A. (2010). *competencias Genéricas en la Educación Superior Tecnológica Mexicana: desde las percepciones de docentes y estudiantes*. From Revista Electrónica: Actualidades Investigativas en Educación: <https://www.redalyc.org/pdf/447/44717980008.pdf>
- Mendoza, J. M. (2014). *La competitividad educativa*. From In Vestigium Ire. Vol. 8, PP. 194-204.: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/articledownload/1009/1021/#:~:text=Este%20ensayo%20tiene%20como%20prop%C3%B3sitos,finiciones%20de%20competitividad%20y%20educaci%C3%B3n>.
- Mendoza, N. (2016). *Proyecto Alfa Tuning: un ajuste a la Educación Superior para América Latina, Área Geología*. From Tuning Academy: [http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/06/Mendoza\\_PUBL\\_2011\\_PROYECTO-ALFA-TUNING.pdf](http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/06/Mendoza_PUBL_2011_PROYECTO-ALFA-TUNING.pdf)
- Milenio 2020. (2014). *Importancia de las Habilidades Gerenciales y de su estudio, para el buen desarrollo organizacional*. From <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/ciencia-tecnologia/importancia-habilidades-gerenciales-estudio-desarrollo-organizacional#:~:text=Considerando%20lo%20anterior%2C%20podemos%20definir,grupo%20de%20trabajo%20u%20organizaci%C3%B3n>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Tecnología. (n.d.). *¿De qué trata el Convenio Mundial sobre la Educación Superior?* From Unesco: <https://es.unesco.org/news/que-trata-convenio-mundial-educacion-superior#:~:text=En%20noviembre%20de%202019%2C%20la,Naciones%20Unidas%20sobre%20educaci%C3%B3n%20superior>.
- Pacheco, H. M. (2019). *Curriculum Planes y Programas de Estudio*. From <https://web.oas.org/childhood/ES/Lists/Recursos%20%20Estudios%20e%20Investigaciones/Attachments/34/27.%20Curri,%20plan.pdf>
- Pedro, M. C. (2011). El diseño curricular una responsabilidad compartida. *Colombia Medica* 42(4), 508-571.
- Relat, J. M. (2010). *Introducción a la investigación básica*. From Revisiones temáticas: <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pdf>
- Seix, R. A. (2015). *Destrezas sociales*. From Editorial Síntesis: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490773611.pdf>
- Universidad Tecnológica de Cancún. (2019). *Perfil para estudiar la licenciatura en gastronomía*. From Licenciatura en Gastronomía: <http://utcancun.edu.mx/licenciatura-en-gastronomia/>, 2019.
- Zapata, C., & Alhelí, J. (2014). *Programas Educativos de buena Calidad, valoración de estudiantes vs. expectativa de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en México*. From Actualidades Investigativas en Educación: <https://www.redalyc.org/pdf/447/44732048011.pdf>

## Anexos

### Anexo 1. Índices considerados para el estudio diagnóstico de egresados

1. Generación de estudio de los egresados.
2. Edad de los egresados.
3. Desempeño laboral.
4. Tipo de establecimiento donde se desempeña.
5. Área donde desempeña su trabajo.
6. Puestos de trabajo ocupados en el área.
7. Percepción de la utilidad de conocimientos del estudiante respecto a su programa educativo.
8. Relación de los conocimientos adquiridos con el área laboral donde se desempeña.



## ANÁLISIS RELACIÓN ENTRE PRODUCTIVIDAD DE MYPES Y LA EXTORSIÓN DE AUTORIDADES

Eustacio Díaz Rodríguez<sup>1</sup>, Robert Beltrán López<sup>2</sup>  
Corina Santana Duarte<sup>3</sup>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 10/06/2020      Aceptado: 07/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El estudio de la productividad está ligada a la competitividad y mayor bienestar de las regiones en cualquier parte del mundo. Se consideran dos tipos de factores para la productividad, los internos donde la empresa tiene control y los externos donde la empresa no lo tiene. En este trabajo se realiza un estudio para determinar la existencia de una relación entre las variables no paramétricas: a) Rango de productividad de las Micro y Pequeñas Empresas (MyPes) y b) Afectación de la extorsión de las autoridades en los establecimientos, haciendo el análisis estadístico para los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar en el sur del Estado de Quintana Roo México. Los resultados nos muestran que para el Municipio de Othón P. Blanco si existe una asociación entre estas dos variables estudiadas, sin embargo la fuerza con la que se relacionan es baja; por otra parte, para el municipio de Bacalar las pruebas muestran una relación nula entre dichas variables.

**Palabras clave:** Productividad, MyPes, corrupción, administración pública.

## ANALYSIS RELATIONSHIP BETWEEN THE PRODUCTIVITY OF MSEs AND THE EXTORTION OF AUTHORITIES

**Abstract.-** The study of productivity is linked to the competitiveness and greater well-being of regions anywhere in the world. Two types of factors are considered for productivity, the internal ones where the company has control and the external ones where the company does not. In this work a study is carried out to determine the existence of a relationship between the non-parametric variables: a) Productivity range of Micro and Small Enterprises (MSEs) and b) Impact of extortion by the authorities in establishments, making the analysis statistics for the municipalities of Othón P. Blanco and Bacalar in the south of the State of Quintana Roo Mexico. The results show us that for the Municipality of Othón P. Blanco if there is an association between these two variables studied, however the strength with which they are related is low; on the other hand, for the municipality of Bacalar the tests show a null relationship between said variables.

**Keywords:** Productivity, MyPes, corruption, public administration.

### Introducción

Estudiar a la productividad y su comportamiento es considerada una buena aproximación de la competitividad, en otras palabras, crear competitividad es crear ventaja competitiva para las empresas. Se entiende entonces a la productividad como la relación entre los recursos disponibles, las unidades que produce y su valor; en este sentido mejorar esta permite potenciar la capacidad competitiva (Olano & Esperanza, 2012).

En este sentido el estudio exhaustivo de la productividad se remonta a la crisis mundial de 1974-1975 donde este tipo de análisis sirvió para explicar la pérdida de posición de E.E.U.U. e Inglaterra ante otros países como Alemania y Japón; aunque su estudio data de épocas anteriores con los neoclásicos y marxistas con sus distintas concepciones de la productividad. Y ha sido tan importante este concepto que incluso en la actualidad hay la tendencia de los países capitalistas de romper el contrato colectivo y pagar únicamente con base al concepto de productividad referido al trabajador (Valle, 1991).

Bajo estas circunstancias, la importancia del estudio del comportamiento de la productividad como variable tiene que ver con explicar el 80% del crecimiento en los países desarrollados y el 40% en países del tercer mundo (Bernal, 2010).

---

<sup>1</sup> Dr. Eustacio Díaz Rodríguez. Cuerpo Académico Contabilidad Empresarial y Gobierno. Funge como Secretario Académico del Colegio de Economistas de Quintana Roo A.C. y forma parte del cuerpo académico Contabilidad empresarial y gobierno reconocido por PRODEP. email: [ediaz@itchetumal.edu.mx](mailto:ediaz@itchetumal.edu.mx), código ORCID 0000-0003-0968-5766.

<sup>2</sup> Dr. Robert Beltrán López. [Robert.bl@chetumal.tecnm.mx](mailto:Robert.bl@chetumal.tecnm.mx) Cuerpo Académico Contabilidad Empresarial y Gobierno. (**Autor corresponsal**).

<sup>3</sup> Mtra. Corina Santana Duarte. email: [corina.duarte@hotmail.com](mailto:corina.duarte@hotmail.com), código ORCID 0000-0001-8285-3151.

En este sentido, para lograr competitividad en los mercados internacionales se requiere fortalecer las economías domésticas y, por tanto, tener en cuenta la productividad (Krugman, 1997).

Hodrick y Prescott (1997) hacen énfasis en la importancia de la productividad como fuente de crecimiento y destaca que su estudio es insuficiente. Por tal motivo, es de interés analizar a la productividad de las MyPes en los municipios del sur de Quintana Roo en México como variable dependiente.

Muchos son los conceptos que se han definido para la productividad, sin embargo, Vargas y Del Castillo (2008) conciben a la competitividad externa de la pequeña empresa como la capacidad creciente de aprovechar, dadas ciertas condiciones de competitividad sistémica en el entorno, las oportunidades de mercado y obtener un buen desempeño empresarial, en términos de ganar aceptación y participación de mercado sobre la base de buena información, procesos, productos, precios, servicios, estrategias de mercadeo y servicios posventa.

Con relación al argumento anterior, se puede afirmar que la productividad conlleva a una mejora del proceso productivo, es decir, se presenta una comparación entre la cantidad de recursos utilizados y la de bienes y servicios producidos. En consecuencia, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema y los recursos utilizados para generarlos. Sin embargo, es importante señalar que los elementos externos pueden causar un crecimiento o disminución en la productividad por el cual el sistema puede no ser responsable (Carro & González, 2012).

De igual forma Patrón y Vargas (2019) señalan que la productividad es un indicador que refleja que tan eficiente se están usando los recursos de una economía en la generación de bienes y servicios. La refieren como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimientos, energía, entre otros.

Considerando las definiciones previas, este estudio trata de dar luz al análisis de aquellos factores que afectan dichas condiciones de competitividad sistémicas del entorno, donde encontramos variables externas las cuales son independientes de la empresa y que constituyen piezas fundamentales del comportamiento de la productividad.

La empresa puede controlar los factores de los cuales dispone, pero existen hechos en el mercado que son quienes determinan el alcance real de los resultados, pues los factores externos pueden afectar significativamente la estructura de gestión de la empresa, en razón a que esta es un sistema que guarda relación entre sus componentes y el ambiente externo (Fontalvo-Herrera, de la Hoz-Granadillo, & Morelos-Gomez, 2017).

Así pues, existen dos categorías principales de factores de productividad: externos (no controlables) e internos (controlables). - Los factores externos, que son aquellos que quedan fuera del control de la empresa y se agrupan en: ajustes estructurales, recursos naturales y administración pública e infraestructura. Los factores internos, que son los que la empresa puede controlar, de ellos algunos son más fáciles de modificar que otros, por lo que se les clasifica como factores duros y factores blandos. Define a los factores externos: administración pública e infraestructura, recursos naturales, influencia de los sindicatos, competencia, demanda del cliente, calidad del medio ambiente, aumento de la demanda, disponibilidad de transporte, leyes y reglamentos del gobierno, ajustes estructurales (Prokopenko, 1989).

Pedraza (1999) concentra los factores externos 11 elementos como se señala a continuación: a) administración pública b) recursos naturales c) influencia de los sindicatos d) competencia e) demanda del cliente f) calidad g) medio ambiente h) aumento de la demanda i) disponibilidad de transporte j) leyes y reglamentos del gobierno k) ajustes estructurales. Las MyPes enfrentan diferentes grados de corrupción en función de la región, industria y nivel de gobierno. El sector de MyPes más afectado es el sector industrial (29%). Después siguen el comercial (21%) y los servicios (18%). El alto nivel de corrupción en el sector industrial se puede explicar por la cantidad de permisos para operar. El nivel de corrupción es relativamente alto en el sur: 28% de las MyPes reportaron prácticas corruptivas en el sur, 23% en el norte y centro del país. Se puede explicar por una presencia limitada de las representaciones estatales en el sur (Asociación de Emprendedores de México, 2017).

Para el Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMCO) la corrupción es un problema por los enormes costos económicos, políticos y sociales que ocasiona en los países que la padecen con mayor agudeza, identificar y cuantificar

dichos costos es indispensable para conocer la dimensión del problema y diseñar políticas públicas son adecuadas para su prevención y erradicación (Intituto Mexicano para la Competitividad A.C., 2013).

Madrid (2019) manifiesta que como consejera de Asociación Patronal para la República Mexicana (Coparmex) en el sur de Quintana Roo, siguen vigentes los temas de inseguridad en materia de las llamadas de extorsión y donde se han generado diferentes delitos de robos por personas que están llegando ante el crecimiento turístico de la zona, así como también advirtió que el crecimiento de Bacalar ha generado un atractivo no solamente para quienes buscan mejores empleos y condiciones de vida sino también para quienes buscan realizar actividades delincuenciales.

Menciona Pat (2019) en un publicado de la página Novedades de Quintana Roo, que en el 2018 los negocios instalados en Quintana Roo pagaron mil 720 millones 467 mil 779 pesos para recuperarse de las pérdidas que sufrieron a causa de los actos delictivos y a fin de implementar medidas para no ser nuevamente víctimas, a la par del incremento en el gasto, en los últimos tres años las empresas dedicadas a la vigilancia o seguridad privada incrementaron en un 15%, de acuerdo con datos de la Secretaría de Seguridad Pública Estatal (2019).

Los actos de corrupción condicionan gravemente al mercado hoy en día, estas provocan un aumento de los precios y las tarifas abonadas por los consumidores para la adquisición de bienes y servicios, y siembran desconfianza y alerta sobre los efectos devastadores de la corrupción en términos de inflación de costes, adquisición de equipos innecesarios, inadecuados o de calidad inferior (Díaz, 2018).

Aunque algunas teorías afirman que la corrupción puede tener ventajas para los negocios (efecto lubricante contra las regulaciones excesivas e ineficientes), no es el caso para la mayoría en México. Para el 55% de las MyPes, la corrupción ha perjudicado a su empresa o negocio. En general las extorsiones y el soborno son las dos formas de perjuicio más extendidos con las MyPes. 12% de ellas reportan haber pagado un soborno en 2013. Para comparar, el promedio de los países integrantes de la Organización para Cooperación Económica y el Desarrollo Económico (OCDE) es 8%, y en Latinoamérica, México ocupa el penúltimo lugar (seguido por Bolivia). Los sobornos recortan el 15% del capital disponible por año (Asociación de Emprendedores de México, 2017).

En consecuencia, las causas, razones y fuentes de la corrupción en los más de 109 países del orbe en los que ha estudiado y documentado el fenómeno, están asociadas a la falta de controles judiciales, patrimoniales, de la corrupción misma, a la falta de participación ciudadana y a la escasa participación internacional de los gobiernos para combatir realmente este flagelo, esto según lo señala (Sánchez Guerrero & Pérez Álvarez, 2016).

Siendo así entonces que los recursos económicos cada vez se vuelven más importantes para todos los negocios sin importar el giro que tengan, pero en el caso de las micro y pequeñas empresas se vuelve un tema más complicado es por ello por lo que muchas tienden a cerrar y no desarrollarse por completo.

Meza (2016) señala como ejemplo que en 2015 la corrupción le costó a las MyPes en México, el 15% de sus ingresos y el impacto negativo aumentó cuando se redujo la rentabilidad de proyectos y afectó sus flujos de efectivo; mientras que en 2014 el costo global de la corrupción fue de 2,600 millones de pesos que representan el 5% del Producto Interno Bruto del país.

Con el fin de conocer las variables a estudiar, se define el acto de extorsión como un delito de alto impacto en México, la comete “quien sin derecho obligue a otro a dar, hacer, dejar de hacer o tolerar algo, para obtener un lucro para sí o para otro, o causando a alguien un perjuicio patrimonial...” de acuerdo con el artículo 390 del Código Penal Federal (Policía federal, 2020). Por tanto, este concepto aplica para aquella persona tanto de la administración pública como del sector privado.

A juicio de Vilalta Perdomo & Fondevila (2017) los actores principales frente a la delincuencia, al menos en una primera línea de intervención sobre el problema, serían los mismos empresarios, las policías estatales y locales, las secretarías de seguridad pública estatales, las autoridades fiscales y el sector académico. Los mecanismos, por ende, incluirían medios de política preventiva situacional, social, de facilidades fiscales y asesoría.

Para este trabajo se considera el análisis de la productividad en las MyPes y la relación que guarda con el factor externo asociado a la administración pública, específicamente el derivado de actos de corrupción a través de la gestión administrativa ejercida por la autoridad dentro de la demarcación territorial del municipio. Es decir, de manera

específica para este análisis, se abordarán como variables La productividad de las MyPes estratificada en rangos según su nivel económico reportado y la afectación por actos de extorsión de las autoridades en los establecimientos según lo manifestado por los responsables de las empresas.

#### Materiales y métodos

Esta investigación se clasifica como no experimental prospectiva, tiene un diseño transversal descriptivo, así también se considera un estudio analítico por abordar el análisis de más de una variable y se sitúa en el nivel relacional ya que el objetivo de este estudio es únicamente la de determinar si existe una relación entre las variables en estudio. El instrumento de investigación para el análisis sistémico fue tomado de trabajos previos de la Red de Estudios Latinoamericanos en Administración y Negocios (RELAYN) agregando las variables para medir la percepción de la corrupción como señalan Peña, Posadas, Aguilar y Silva (2019).

La investigación se realiza para dos municipios que se ubican en la región sur del estado de Quintana Roo en México, los cuales son Othón P. Blanco y Bacalar. El instrumento fue diseñado para ser contestado en papel por los empresarios o directores de las MyPes (persona que toma la mayor parte de las decisiones en la empresa), dando la opción de que los encuestadores pudieran leerla y rellenarla de acuerdo con las respuestas brindadas por el entrevistado. Para la aplicación del instrumento se contó con la ayuda de estudiantes del área Económico Administrativo del Instituto Tecnológico de Chetumal, quienes de igual forma fueron responsables de capturar los datos en una plataforma vía internet diseñada por la RELAYN.

Considerando el universo de MyPes (empresas que tienen de 0 a 50 trabajadores) según la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) disponible en la página del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se utilizó la fórmula para poblaciones finitas con el propósito de establecer el tamaño de la muestra estadísticamente representativa por cada municipio. Con un porcentaje estimado (proporciones) de 50%, un nivel deseado de confianza de 95%, se estimó el tamaño de muestra de 412 MyPes del municipio de Othón P. Blanco y 396 MyPes para municipio de Bacalar, en Quintana Roo. Posteriormente y considerando la concentración de los establecimientos en la ubicación geográfica, se establecieron las rutas para el levantamiento de la información. La selección de dichos establecimientos fue a conveniencia a razón de los recursos limitados para el desarrollo del trabajo y la recopilación de la información se llevó a cabo por estudiantes de nivel superior capacitados previamente, tanto en la aplicación del cuestionario como en la captura de este en la plataforma.

Respecto a las características sociodemográficas de las variables en la investigación están contenidas en varias secciones que forman parte del cuestionario aplicado a los participantes: 1) características de la empresa y del director de esta; 2) análisis sistémico, dividido en insumos de procesos del sistema y resultados del sistema, y 3) la variable corrupción. Las variables fueron valoradas conforme a una escala tipo Likert de 5 niveles (muy de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, muy en desacuerdo, no sé/no aplica), con excepción de la sección de corrupción que se realizó a través de preguntas dicotómicas.

Teniendo como base la información brindada por los empresarios a través del instrumento de investigación; se consideró para este trabajo únicamente dos variables, a) Rango de productividad de las MyPes y b) Afectación por extorsión de las autoridades en los establecimientos, la primera clasificada como variable Ordinal y la segunda como nominal dicotómica, con datos específicos para cada municipio en estudio, por lo que el análisis y los resultados se presentan por separado para posteriormente hacer el comparativo. Bajo este esquema se establecen las siguientes Hipótesis para cada caso:

a) Hipótesis para el caso del municipio de Othón P. Blanco.

H1= El Rango de productividad de las MyPes en Othón P. Blanco está relacionado con la afectación por extorsión de las autoridades en los establecimientos.

H0= El Rango de productividad de las MyPes en Othón P. Blanco no está relacionado con la afectación por extorsión de las autoridades en los establecimientos.

b) Hipótesis para el caso del municipio de Bacalar.

H1= El Rango de productividad de las MyPes en Bacalar está relacionado con la afectación por extorsión de las autoridades en los establecimientos.

H0= El Rango de productividad de las MyPes en Bacalar no está relacionado con la afectación por extorsión de las autoridades en los establecimientos.

Resultados

a) Para el Municipio de Othón P. Blanco

Con base a los datos obtenidos a través de la aplicación del instrumento para recopilar información entre las MyPes del municipio de Othón P. Blanco, se realiza el análisis de las variables: Rango de productividad y Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos, comparando a través de una tabla cruzada los distintos segmentos de empresas de acuerdo con los rangos de productividad reportados y por otro lado la afectación derivada de la extorsión por autoridades contra los establecimientos como se aprecia en la Tabla 1.

<b>Tabla 1. Tabla cruzada. Rango de productividad*Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos en Othón P. Blanco.</b>					
			Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos		Total
			No	Si	
39. Rango de productividad	0- 249	Recuento	20	4	24
		Recuento esperado	19,5	4,5	24,0
		% dentro de Rango de productividad	83,3%	16,7%	100,0%
		% del total	4,8%	1,0%	5,7%
	250- 499	Recuento	15	2	17
		Recuento esperado	13,8	3,2	17,0
		% dentro de Rango de productividad	88,2%	11,8%	100,0%
		% del total	3,6%	0,5%	4,1%
	500- 999	Recuento	11	5	16
		Recuento esperado	13,0	3,0	16,0
		% dentro de Rango de productividad	68,8%	31,3%	100,0%
		% del total	2,6%	1,2%	3,8%
	1,000- 1,999	Recuento	38	5	43
		Recuento esperado	34,9	8,1	43,0
		% dentro de Rango de productividad	88,4%	11,6%	100,0%
		% del total	9,1%	1,2%	10,3%
	2,000- 3,999	Recuento	64	17	81
		Recuento esperado	65,7	15,3	81,0
		% dentro de Rango de productividad	79,0%	21,0%	100,0%
		% del total	15,3%	4,1%	19,4%
	4,000- 7,999	Recuento	61	13	74
		Recuento esperado	60,0	14,0	74,0
		% dentro de Rango de productividad	82,4%	17,6%	100,0%
		% del total	14,6%	3,1%	17,7%
	8,000- 15,999	Recuento	72	11	83
		Recuento esperado	67,3	15,7	83,0
		% dentro de Rango de productividad	86,7%	13,3%	100,0%
		% del total	17,2%	2,6%	19,9%
	16,000- 31,999	Recuento	33	9	42
		Recuento esperado	34,1	7,9	42,0
		% dentro de Rango de productividad	78,6%	21,4%	100,0%
		% del total	7,9%	2,2%	10,0%
	32,000- 63,999	Recuento	16	4	20
Recuento esperado		16,2	3,8	20,0	
% dentro de Rango de productividad		80,0%	20,0%	100,0%	
% del total		3,8%	1,0%	4,8%	
64,000- 127,999	Recuento	7	4	11	
	Recuento esperado	8,9	2,1	11,0	
	% dentro de Rango de productividad	63,6%	36,4%	100,0%	
	% del total	1,7%	1,0%	2,6%	
		Recuento	1	1	2

	128,000-255,999	Recuento esperado	1,6	,4	2,0
		% dentro de Rango de productividad	50,0%	50,0%	100,0%
		% del total	0,2%	0,2%	0,5%
	256,000 o más	Recuento	1	4	5
		Recuento esperado	4,1	,9	5,0
		% dentro de Rango de productividad	20,0%	80,0%	100,0%
Total		% del total	0,2%	1,0%	1,2%
		Recuento	339	79	418
		Recuento esperado	339,0	79,0	418,0
		% dentro de Rango de productividad	81,1%	18,9%	100,0%
		% del total	81,1%	18,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Considerando los datos en la Tabla 1 se puede afirmar que, aunque del total de micro y pequeñas empresas del municipio de Othón P. Blanco, solamente el 18.9% afirma que presenta afectación por casos de extorsión por parte de las autoridades; al hacer el análisis por rango de productividad, se aprecia que hay una relación más estrecha entre nivel de rango de productividad contra el porcentaje de MyPes que afirman sobre la afectación por extorsión por parte de las autoridades, es decir, se observa que mientras mayor es el rango de la productividad mayor es el porcentaje de MyPes que reportan afectación por extorsión.

Por ejemplo, de los doce rangos establecidos para el análisis, para el rango más bajo de productividad que corresponde a 0-246 de productividad, se reporta que el 83.3% de las MyPes no presenta este problema, sin embargo, los dos rangos más altos, de 128,000-255,999 y 256,000 o más, reportan de manera afirmativa el 50% y 80%, indicando que si presentaron esta afectación por extorsión en sus establecimientos.

Con el fin de comprobar la asociación entre estas dos variables y considerando su naturaleza no paramétrica, se realizó la prueba del Chi-cuadrado como se observa en la Tabla 2, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 2. Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,581 <sup>a</sup>	11	,028
Razón de verosimilitud	17,720	11	,088
Asociación lineal por lineal	3,479	1	,062
N de casos válidos	418		
a. 9 casillas (37,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,38.			

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Como se aprecia en la Tabla 2, el p-valor o la significación de la prueba Chi-cuadrado es menor a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa que señala “El Rango de productividad de las MyPes en Othón P. Blanco está relacionada con la extorsión de las autoridades en los establecimientos” y en consecuencia se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 3. Medidas simétricas			
		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Coefficiente de contingencia	,222	,028
N de casos válidos		418	

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Para validar la prueba de Chi-Cuadrado y establecer el grado o fuerza de asociación entre estas variables, se calcula el coeficiente de contingencia, lo cual nos muestra al presentar una significación o p-valor menor a 0.05 que se confirma la existencia de asociación entre las variables Rango de productividad y Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos. Considerando que un coeficiente puede asumir valores entre 0 y 1, para este caso, con el resultado del Coeficiente de contingencia de 0.222 nos indica una fuerza de asociación baja.

b) Para el Municipio de Bacalar

Considerando de igual forma los datos obtenidos a través de la aplicación del instrumento para recopilar información entre las MyPes del municipio de Bacalar, se realiza el análisis de las variables Rango de productividad y Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos, comparando a través de una tabla cruzada los distintos segmentos de empresas de acuerdo con los rangos de productividad reportados y por otro lado la afectación derivada de la extorsión por autoridades contra los establecimientos como se aprecia en la Tabla 4.

<b>Tabla 4. Tabla cruzada. Rango de productividad* Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos en Bacalar.</b>					
Rango de productividad			Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos		Total
			No	Si	
Rango de productividad	0	Recuento	37	0	37
		Recuento esperado	34,8	2,2	37,0
		% dentro de 39. índice de productividad	100,0%	0,0%	100,0%
		% del total	9,3%	0,0%	9,3%
	0- 249	Recuento	10	1	11
		Recuento esperado	10,3	,7	11,0
		% dentro de 39. índice de productividad	90,9%	9,1%	100,0%
		% del total	2,5%	0,3%	2,8%
	250- 499	Recuento	17	0	17
		Recuento esperado	16,0	1,0	17,0
		% dentro de 39. índice de productividad	100,0%	0,0%	100,0%
		% del total	4,3%	0,0%	4,3%
	500- 999	Recuento	20	0	20
		Recuento esperado	18,8	1,2	20,0
		% dentro de 39. índice de productividad	100,0%	0,0%	100,0%
		% del total	5,1%	0,0%	5,1%
	1,000-1,999	Recuento	37	2	39
		Recuento esperado	36,6	2,4	39,0
		% dentro de 39. índice de productividad	94,9%	5,1%	100,0%
		% del total	9,3%	0,5%	9,8%
	2,000-3,999	Recuento	40	6	46
		Recuento esperado	43,2	2,8	46,0
		% dentro de 39. índice de productividad	87,0%	13,0%	100,0%
		% del total	10,1%	1,5%	11,6%
	4,000-7,999	Recuento	78	6	84
		Recuento esperado	78,9	5,1	84,0
		% dentro de 39. índice de productividad	92,9%	7,1%	100,0%
		% del total	19,7%	1,5%	21,2%
	8,000-15,999	Recuento	76	7	83
		Recuento esperado	78,0	5,0	83,0
% dentro de 39. índice de productividad		91,6%	8,4%	100,0%	
% del total		19,2%	1,8%	21,0%	
16,000-31,999	Recuento	23	1	24	
	Recuento esperado	22,5	1,5	24,0	
	% dentro de 39. índice de productividad	95,8%	4,2%	100,0%	
	% del total	5,8%	0,3%	6,1%	
32,000-63,999	Recuento	24	1	25	
	Recuento esperado	23,5	1,5	25,0	
	% dentro de 39. índice de productividad	96,0%	4,0%	100,0%	
	% del total	6,1%	0,3%	6,3%	
64,000-127,999	Recuento	4	0	4	
	Recuento esperado	3,8	,2	4,0	
	% dentro de 39. índice de productividad	100,0%	0,0%	100,0%	

		% del total	1,0%	0,0%	1,0%
128,000-255,999		Recuento	4	0	4
		Recuento esperado	3,8	,2	4,0
		% dentro de 39. índice de productividad	100,0%	0,0%	100,0%
		% del total	1,0%	0,0%	1,0%
256,000 o más		Recuento	2	0	2
		Recuento esperado	1,9	,1	2,0
		% dentro de 39. índice de productividad	100,0%	0,0%	100,0%
		% del total	0,5%	0,0%	0,5%
Total		Recuento	372	24	396
		Recuento esperado	372,0	24,0	396,0
		% dentro de 39. índice de productividad	93,9%	6,1%	100,0%
		% del total	93,9%	6,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Como se aprecia en la Tabla 4, del total de MyPes del municipio de Bacalar, el 93.3% afirma que no presenta afectación por casos de extorsión por parte de las autoridades; en consecuencia, al hacer el análisis por rango de productividad se puede apreciar que no hay una relación entre los diferentes rangos de productividad contra el porcentaje de MyPes que afirman haber tenido casos de afectación por extorsión por parte de las autoridades; el rango con mayor afectación es el de 2000-3,999 con un 13% que señala tener este problema, sin embargo para poder afirmar o no una afectación de forma general en las MyPes del municipio se procede a realizar pruebas con una herramientas estadística.

En este sentido, con el fin de comprobar de forma objetiva la asociación entre estas dos variables y considerando su naturaleza no paramétrica, se realizó la prueba del Chi-cuadrado como se presenta en la Tabla 5, obteniéndose los siguientes resultados.

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,928 <sup>a</sup>	12	,535
Razón de verosimilitud	15,020	12	,240
Asociación lineal por lineal	1,208	1	,272
N de casos válidos	396		

a. 14 casillas (53,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,12.

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Tal como se muestra en la Tabla 5, el p-valor o la significación de la prueba Chi-cuadrado es mayor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula que señala “El Rango de productividad de las MyPes en el municipio de Bacalar *no* se relaciona con la extorsión de las autoridades en los establecimientos” y se rechaza la hipótesis alternativa.

		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Coefficiente de contingencia	,164	,535
N de casos válidos		396	

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Para validar la prueba de Chi-Cuadrado se calcula el coeficiente de contingencia, lo cual indica al presentar una significación o p-valor mayor a 0.05 que se confirma la falta de asociación entre las variables Rango de productividad y Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos para el municipio de Bacalar.

#### Discusión y conclusiones

El estudio de la productividad resulta necesario para determinar aquellos factores que afectan el desempeño de las empresas en cualquier parte del mundo ya que, conociendo dichos factores, tanto internos como externos las organizaciones pueden establecer estrategias adecuadas para atender la problemática. Como se comentó anteriormente la literatura abunda en el estudio de los factores internos tales como los relacionados con el desempeño del recurso humano, la tecnología o el capital, sin embargo poco es lo que se ha estudiado de aquellos factores externos que inciden



de forma contundente en el desempeño de las empresas. Para este estudio en particular, el enfoque fue a aquellos factores externos relacionados con las acciones del gobierno y específicamente los que se generan a través de actos de corrupción como es la extorsión por parte de las autoridades.

Si bien, las MyPes en la zona sur del Estado de Quintana Roo presentan características similares en cuanto a su conformación, estructura y prácticas administrativas, si tienen determinantes externos específicos que afectan su desempeño con relación a la productividad y que pueden resultar con efectos distintos para cada municipio.

A través de pruebas de hipótesis se determinó la existencia o no de asociación entre las variables en estudio para los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar en Quintana Roo, México. En primer lugar, se generaron las tablas cruzadas donde nos permitió observar el comportamiento de los casos de corrupción para los distintos rangos de empresas según su productividad y a través de los resultados de la prueba Chi Cuadrado se pudo establecer la existencia de asociación entre las variables *Rango de productividad* y *Afectación por extorsión de autoridades contra establecimientos*. Una vez determinada la existencia de asociación se procedió a calcular la fuerza de asociación a través del coeficiente de contingencia.

Con base a los resultados, se puede afirmar entonces que para el caso de las MyPes del municipio de Othón P. Blanco existe una asociación entre estas variables estudiadas, pero la fuerza de asociación es baja. Es decir, que la productividad de las micro y pequeñas empresas del municipio de Othón P. Blanco si se ve afectada por los casos de corrupción, en específico por la extorsión de las autoridades a los establecimientos, aunque existen otros factores con mayor peso que determinan el comportamiento de la productividad.

En este sentido se requiere políticas públicas que contribuyan a mejorar la ética en la actuación de las autoridades y disminuir los actos de corrupción por parte de los integrantes de la administración pública, ya que esto podría contribuir a mejorar la productividad de las empresas, lo cual se reflejaría en mayores ingresos y en consecuencia mayor bienestar en la población de la región.

Para el caso de Bacalar las Tablas cruzadas no muestran un comportamiento que muestre relación entre estas variables y se comprueba la hipótesis nula a través de la prueba Chi Cuadrado de que no existe asociación entre las variables en estudio, en consecuencia, el coeficiente de contingencia confirma lo antes mencionado.

Como se aprecia en el trabajo, la hipótesis alternativa de que existe asociación entre el rango de productividad de las MyPes y la afectación por extorsión de las autoridades solo se comprueba para el caso del municipio de Othón P. Blanco. Para el caso de Bacalar se asume que existen otras variables externas diferentes a la afectación por extorsión de las autoridades que si inciden en el comportamiento de la productividad. Por tanto, para el caso del municipio de Bacalar es recomendable complementar el estudio para determinar las variables que si tienen una asociación; mientras que, para el municipio de Othón P. Blanco se puede pasar a la siguiente etapa donde se realice un estudio explicativo para determine la causalidad de las variables.

Dentro de las limitantes de este estudio se puede considerar que, para el análisis solo se consideran dos variables, pudiendo quedar excluida alguna otra que sean de gran relevancia para determinar la productividad de las MyPes en el sur del estado de Quintana Roo y que no fue considerada.

#### Referencias bibliográficas

- Asociación de Emprendedores de México. (2017). *Efectos de la corrupción en las MiPyMEs y cómo evitarlos*. Obtenido de <https://asem.mx/noticias/detalle/36/emprendimiento-corrupcion-en-mipymes>
- Bernal, J. R. (2010). El residuo de Solow revisado. *Revista de economía institucional*, 12(23), 347-361. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/419/41915521014.pdf>
- Carro, R., & González, D. (2012). *Productividad y competitividad. Administración de las operaciones*. Mar de plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Díaz, J. M. (2018). CAUSAS Y EFECTOS DE LA CORRUPCIÓN EN LAS SOCIEDADES. *Jacobea*.
- Fontalvo-Herrera, T., de la Hoz-Granadillo, E., & Morelos-Gomez, J. (2017). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 47-60. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>
- Hodrick, R., & Prescott, E. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1). doi:10.2307/2953682

- Intituto Mexicano para la Competitividad A.C. (08 de abril de 2013). *Centro de Investigación en Política Pública*.  
Obtenido de [https://imco.org.mx/una\\_solucion\\_simple\\_a\\_la\\_corrupcion\\_municipal/](https://imco.org.mx/una_solucion_simple_a_la_corrupcion_municipal/)
- Krugman, P. (1997). *Development, Geography, and Economic Theory*. London England: The MIT Press.
- Madrid, T. C. (1 de Julio de 2019). *Turquesa News*. Obtenido de <https://turquesanews.mx/bacalar/continuan-llamadas-de-extorsion-y-delincuencia-en-bacalar/amp/>
- Maza, N. (12 de mayo de 2016). *Entrepreneur*. Obtenido de <https://www.entrepreneur.com/article/275684>
- Olano, B., & Esperanza, V. (31 de Octubre de 2012). La importancia de la productividad como componente de la competitividad. *Economía*, 5(2). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.11839/732>
- Pat, B. (08 de enero de 2019). Inseguridad cuesta \$1,720 millones a las empresas. *NOVEDADES QUINTANA ROO*.
- Patrón, O., & Vargas-Hernandez, J. (2019). Factores internos y externos a la empresa que propician entornos de productividad en el sector privado. *Libre empresa*, 16(1), 64-78. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7438879>
- Pedraza, O. (1999). Un enfoque sistémico sobre los factores determinantes de la productividad. *Economía y Sociedad*(5), 151-174.
- Peña, N., Posada, R., Aguilar, O., & Silva, B. (2019). *El efecto de la corrupción en las Estragias de Gestión de las Micro y Pequeñas Empresas Latinomaericanas*. CDMX, México: Fontamara.
- Policia Federal. (2020). *La extorsión*. Obtenido de Gobierno de México:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/388352/QUE\\_ES\\_LA\\_EXTORSI\\_N.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/388352/QUE_ES_LA_EXTORSI_N.pdf)
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad: manual práctico*. Ginebra Suiza: Oficina Internacional del Trabajo.
- Sánchez Guerrero, P., & Pérez Álvarez, L. (2016). México, corrupción organizacional institucionalizada: un estudio de caso. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, México.
- Secretaría de Seguridad Pública Estatal. (2019). *SSP*. Obtenido de <https://qroo.gob.mx/ssp>
- Valle, A. (Octubre-Diciembre de 1991). Productividad: las visiones Neoclásicas y Marxistas. (F. d. Economía, Ed.) *Investigación Económica*, 50(198), 45-69. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/42842299>
- Vargas, B., & Del Castillo, C. (2008). Competitividad sostenible de la pequeña empresa: un modelo de promoción de capacidades endógenas para promover ventajas competitivas sostenibles y alta productividad. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 13(24), 59-80. Obtenido de <https://jefas.esan.edu.pe/index.php/jefas/article/view/221>
- Vilalta Perdomo, C., & Fondevila, G. (2017). La victimización de las empresas en México: Conceptos, teorías y mediciones. *Gestión y Política Pública Volumen XXVII , Núm. 2*, 501-538.

## LA CIBERSEGURIDAD EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL

José Luis Moctezuma Tejeda<sup>1</sup>, Miguel Ángel Martínez Cordero<sup>2</sup>  
Manuel Abraham Zapata Encalada<sup>3</sup>, Lino Rangel Gómez<sup>4</sup>

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 27/07/2020

Aceptado: 07/10/2020

Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** La ciberseguridad es un tema de suma importancia hoy en día, debido al incremento constante de los ataques y las amenazas a los diversos dispositivos tecnológicos que utilizamos. Los daños potenciales de estas amenazas son muchas, desde la suplantación de identidad, hasta los fraudes cibernéticos. Las diversas instituciones, tanto gubernamentales como privadas, son víctimas todos los días; El Instituto Tecnológico de Chetumal sufre estos mismos ataques; por tal motivo, es necesario conocer, registrar y analizar la cantidad, los tipos, los objetivos, el impacto de las amenazas y la inspección de intrusos que se detectan. El objetivo de este artículo es difundir el resultado de esta investigación, para concientizar sobre la importancia de fomentar la cultura de prevención ante amenazas digitales; además, establecer acciones estratégicas, detener o mitigar el daño que pudieran generar estas incidencias en los diversos equipos, sistemas, bases de datos, los cuales son utilizados en el Instituto.

**Palabras clave:** Ciberseguridad, educación, amenazas, hacker.

### CYBERSECURITY AT CHETUMAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY

**Abstract.-** Cybersecurity is a topic of utmost importance today, due to the constant increase in attacks and threats to the various technological devices that we use. The potential damages from these threats are many, from identity theft to cyber fraud. The various governmental and private institutions are victims every day; The Chetumal Technological Institute suffers these same attacks; for this reason, it is necessary to know, record and analyze the quantity, types, objectives and impact of the threats and inspection of intruders that are detected. The objective of this article is to disseminate the results of this research to raise awareness of the importance of promoting a culture of prevention against digital threats, in addition to establishing strategic actions, stopping or at least mitigating the damage that these incidents could generate in the various teams, systems, databases that are used in the Institute.

**Keywords:** Cybersecurity, education, threats, hacker.

#### Introducción

El Instituto Tecnológico de Chetumal es una institución de educación de nivel superior, con una matrícula superior a 3,000 alumnos, ofrece servicio de educación de manera presencial, abierta y en línea, su oferta educativa es de 10 carreras a nivel licenciatura, 2 de maestría y 1 de doctorado.

Cuenta con una infraestructura tecnológica de 3 host, los cuales hospedan a 18 sistemas, como es el sistema de control escolar, el sistema de recursos humanos, el sistemas para educación en línea (Moodle), entre otros; se cuenta con aproximadamente 560 computadoras; se tienen diversos enlaces de internet, entre ellos, un enlace de 500 Mbps simétricos con la empresa Totalplay, 2 enlaces de 200 Mbps con la empresa Telmex; esto con la finalidad de atender las necesidades de conectividad de la matrícula escolar, el personal docente y el administrativo. Se cuenta con 47 access point, los cuales se encuentran distribuidos por toda la institución, para proveer wifi a la comunidad educativa; 33 switch, para la red cableada (Ethernet), para dar conectividad a todas las computadoras instaladas en los diversos laboratorios de cómputo. Así mismo, se tiene un Firewall 600D de la marca Fortinet, el cual permite administrar los diversos dispositivos, ancho de banda, perfiles de usuario etc.

Actualmente, las empresas ofrecen sus servicios a través de Internet, en el ciberespacio se conecta la organización con cualquier persona en distintos puntos geográficos del mundo (Allhoff & Henschke, 2018). La ventaja de la conectividad a Internet es que proporciona un acelerado crecimiento económico y crea oportunidades para los negocios y el comercio (De & Ciberseguridad, 2016). Sin embargo, la implementación de tecnologías de la información en los modelos de negocios de la empresa trae sus riesgos, uno de ellos es el riesgo cibernético, mediante el cual una

<sup>1</sup> Ing. José Luis Moctezuma Tejeda es catedrático del Instituto Tecnológico de Chetumal, jose.mt@chetumal.tecnm.mx.

<sup>2</sup> Dr. Miguel Ángel Martínez Cordero es catedrático del Instituto Tecnológico de Chetumal, miguel.mc@chetumal.tecnm.mx. (Autor corresponsal).

<sup>3</sup> Dr. Manuel Abraham Zapata Encalada es catedrático del Instituto Tecnológico de Chetumal, mzapata\_00@hotmail.com.

<sup>4</sup> Dr. Lino Rangel Gómez, es catedrático del Instituto Tecnológico de Chetumal, lino.rg@chetumal.tecnm.mx.

organización puede sufrir daños en sus operaciones al producirse afectaciones a uno o varios de los tres atributos de la información, que acaban por dañar sus sistemas tecnológicos (Giant, 2016). Muchas organizaciones suelen emplear medidas como nombres de usuarios y contraseña débiles, cortafuegos con parámetros de configuración por defecto, cifrado de datos y protección antivirus, pero no implementan medidas más avanzadas para contrarrestar las amenazas cibernéticas y disminuir el riesgo cibernético (Kryszczuk, Krzysztof & Richiardi, 2011). Es importante señalar que siempre se podrá ser vulnerable a un ciberataque si no se toman las medidas básicas de seguridad para salvaguardar los datos de la empresa (Academy, 2019). “Las amenazas están evolucionando. Los ciberdelincuentes menos capacitados se ven obligados a abandonar el negocio, mientras que los más aptos intensifican su juego para sobrevivir. Eventualmente, nos quedaremos con menos adversarios, pero más inteligentes y fuertes” mencionó Joe Levy, CTO de Sophos (SOPHOS, 2019). La ciberseguridad nació para solventar la constante necesidad de proteger la información recabada dentro de los sistemas; el término ciberseguridad ha sido usado para describir todo tipo de eventos en Internet, desde robos de identidad e información hasta fraudes cibernéticos. Por ello, para adaptar un concepto más apropiado, se debe conocer ampliamente sus características, para, a su vez, poder clasificar los ciberataques de otras eventualidades informáticas de menor relevancia (Singer & Friedman, 2014). No existe un consenso internacional en lo que constituye Ciberseguridad. Las definiciones nacionales, cuando existen, reflejan normalmente el cómo percibe una Nación la naturaleza de la amenaza del Ciberespacio (Lehto, Huhtinen & Jantunen, 2011). La amenaza puede provenir de la tecnología, o en varias naciones no occidentales, el contenido podrá ser transportado por las redes. Hansen y Nissenbaum (2009).

Según (International Telecommunication Union, 2008), "La ciberseguridad es la colección de los instrumentos, políticas, conceptos de seguridad, salvaguardas de seguridad, directrices, enfoques de gestión de riesgos, acciones de formación, las mejores prácticas, de aseguramiento y las tecnologías que se pueden utilizar para proteger el medio ambiente cibernético y la organización y los activos de los usuarios. La organización y los activos de los usuarios conectados incluyen dispositivos de informática, personal, infraestructura, aplicaciones, servicios, sistemas de telecomunicaciones, y la totalidad de la información transmitida y/o almacenada en el entorno cibernético. La ciberseguridad se esfuerza por garantizar la consecución y el mantenimiento de las propiedades de seguridad de la organización y los activos de los usuarios contra los riesgos de seguridad pertinentes en el entorno cibernético". No obstante, una organización puede aplicar este concepto de ciberseguridad y técnicas de ethical hacking para reducir riesgos cibernéticos y posibles impactos sobre la reputación y los datos de la misma, por lo que se podrá conservar la privacidad digital de los usuarios, adelantarse a posibles ciberataques y evitar que estos ocurran. Los riesgos cibernéticos se están convirtiendo en una de las grandes preocupaciones para las organizaciones. Según el Barómetro de Riesgos de Allianz 2019, el informe anual sobre riesgos globales para las empresas elaborado por Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS) en el que se incorpora la opinión de 2.415 expertos de 86 países, los incidentes cibernéticos, con un 37% de respuestas, aparecen entre las primeras posiciones de los principales riesgos globales para las empresas (Allianz Global Corporate & Specialty SE, 2019), de ahí la importancia de implementar ciberseguridad y técnicas de ethical hacking en una organización para preservar los activos digitales.

Según Shoemaker y Kennedy (2009) existen doce diferentes perfiles de cibercriminales y según Choi (2014) diferentes formas de código malicioso son usadas para vulnerar la seguridad cibernética.

Ciberespacio es el conjunto de dispositivos tecnológicos de comunicaciones para la información, la infraestructura de redes que los conecta, la información producida, redes y datos. En términos de Defensa y Seguridad, el Ciberespacio es un dominio comparable con los dominios tradicionales del poder militar como son el mar, aire, tierra y espacio (Kuehl, 2009).

La mayoría de los dispositivos y servicios en la nube recopilarán información de los usuarios como, nombre, dirección, teléfono, fecha de nacimiento hasta crear un perfil psicológico y sus tendencias de compras. Los datos que cada dispositivo y aplicación puede recopilar figuran en la política de privacidad de la empresa o aplicación (Anscombe, 2018). Durante el 2018, la privacidad digital de más de 2,000 millones de personas estuvo en riesgo por algún problema relacionado con la seguridad de los datos. Antes de alcanzar la mitad del 2018, cinco organizaciones como lo son Aadhaar, Exactis, Under Armour, MyHeritage, y Facebook, habían expuesto cerca de 1,800 millones de registros de usuarios activos en sus plataformas (ESET, 2019).

Los diferentes ataques a la seguridad de la información dentro de las plataformas han alentado a los especialistas en el desarrollo de medidas para lidiar con estos problemas, como diferentes estándares y planes de contingencia que solventarán estos riesgos; sin embargo, los atacantes también se mantienen actualizados conforme la tecnología avanza,

ya que diferentes actualizaciones se despliegan constantemente, lo cual abre y cierra oportunidades para hacerse con la información.

Lo primero que debemos indicar es que, cuando se trata el tema de la ciberseguridad y de los delincuentes asociados, muchas personas relacionan estos términos con el “hacker”, el cual, a su vez, asocian con un delito. Sin embargo, la realidad es que, aunque los hackers son personas que conocen mucho de sistemas, no necesariamente son delincuentes; por otro lado, si estas personas utilizan sus conocimientos para hacer daño, hurtar dinero, información, entre otros, entonces de inmediato se convierten en “ciberdelincuentes”.

Hacker: Según la (Real Academia Española, 2018), un hacker es una “Persona experta en el manejo de computadoras, que se ocupa de la seguridad de los sistemas y de desarrollar técnicas de mejora”, aunque en el mundo de la ciberseguridad este concepto es más amplio y se dividen en tres categorías: Hacker Black Hat, Hacker Grey Hat, Hacker White Hat, una diferencia importante es la intención de cada individuo al vulnerar una organización (Mansfield-Devine, 2017).

El primer hacker y ciberdelincuente.

Se considera que el primer “hacker” de la historia fue Nevil Maskelyne, quien logró interceptar la primera transmisión del telégrafo inalámbrico, el cual, en 1903, iba a ser inaugurado por Marconi en Inglaterra.

Por otra parte, el primer ciberdelincuente de la historia, fue un norteamericano, a quien se le conoció como “Capitán Crunch”, cuyo nombre se debe a que empleó un pequeño silbato que venía en una caja de cereal para engañar a la central telefónica con el sonido de dicho silbato, con esto, consiguió realizar llamadas telefónicas de larga distancia y engañar a las empresas de telefonía con dicho fraude.

Kaspersky anunció en febrero de 2015 de que un grupo criminal había penetrado aproximadamente 100 bancos en 30 países (Robinson, 2015). Los hackers pudieron monitorear por largo tiempo, las operaciones de los bancos víctimas. Luego, empleando metodología estándar de los bancos, los criminales efectuaron transferencias fraudulentas de dinero hacia cuentas controladas, robando \$ 100 millones por banco, sumando en total \$ 1 Billón.

El desarrollo de un Equipo de Respuesta a Incidentes de Ciberseguridad Nacional CSIRTs o Equipos de Respuesta de Emergencias Informáticas (CERTs) son una de las principales recomendaciones a los Estados, a fin de mejorar la Ciberseguridad. Esto ha sido por décadas, el elemento clave en el programa de Ciberseguridad de la Organización del Comité Interamericano de los Estados Americanos contra el Terrorismo (CICTE). Un CERT provee un punto focal para la información de Ciberseguridad y Ciberdefensa. La investigación conducida por Microsoft, ha demostrado que las naciones con políticas sobre Ciberseguridad, organizaciones CERT, y leyes estrictas de protección a la propiedad intelectual; han tenido pocos incidentes de Malware (Klieiner, Nicolás & Sullivan, 2013).

Aun cuando se considera mínima la respuesta militar ante la amenaza de un Ciberataque, es una preocupación permanente. Un informe reciente del Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales (CSIS), ha estimado las pérdidas debido a Cibercrímenes en \$ 445 mil millones para el año 2013.

Tipos de amenazas o ataques.

Se entiende como amenaza a todo elemento o acción capaz de atentar contra la seguridad de la información. Las amenazas surgen a partir de la existencia de vulnerabilidades; es decir, una amenaza sólo puede existir si existe una vulnerabilidad que pueda ser aprovechada, e independientemente de que se comprometa o no la seguridad de un sistema de información. Las amenazas pueden englobarse en cuatro grandes tipos: interceptación, modificación, interrupción y generación.

Vulnerabilidades de las redes inalámbricas.

Según Netcloud Engineering (2017), los orígenes de las vulnerabilidades son muy diferentes. Pueden ser debidas a fallos en el diseño del sistema, carencia de procedimientos o simples errores de configuración; por otro lado, la comunidad de investigadores de seguridad ha reconocido que el comportamiento humano tiene un papel crucial en muchos fallos de seguridad (Altamirano y Bayona, 2017). Es una debilidad o fallo en un sistema de información que pone en riesgo la seguridad de la información que permite que un atacante pueda comprometer la integridad, disponibilidad o confidencialidad de la misma, por lo que es necesario encontrarlas y eliminarlas lo antes posible (INCIBE, 2017). El acceso sin necesidad de cables, el cual es la razón de la popularidad de las redes inalámbricas, es a su vez el problema más grande de este tipo de redes en cuanto a seguridad se refiere. Cualquier equipo que se

encuentre a 100 metros o menos de un punto de acceso podría acceder a la red inalámbrica. Por ejemplo, si varias empresas tienen sede en un mismo edificio, y todas ellas poseen red inalámbrica, el equipo de un empleado se encontraría en cierto momento en el área de influencia de dos o más redes diferentes; dicho empleado sería capaz de conectarse (intencionalmente o no) a la red de una compañía que no es la suya. Peor aún, como las ondas de radio pueden salir del edificio, cualquier persona que posea un equipo móvil, que entre en el área de influencia de la red, podría conectarse a la red de la empresa. Lo grave de esta situación es que muchos administradores de redes parecen no haberse percatado de las implicaciones negativas de tener puntos de acceso inalámbrico en la red de una empresa. Es muy común encontrar redes en las que el acceso a Internet se protege adecuadamente con un firewall correctamente configurado; más, en el interior de la red, existen puntos de acceso inalámbrico totalmente desprotegidos e irradiando señal hacia el exterior del edificio. Cualquier persona, que desde el exterior capte la señal del punto de acceso, tendrá entrada a la red de la compañía, con la posibilidad de navegar gratis en la Internet; asimismo, emplear la red de la compañía como punto de ataque hacia otras redes y luego desconectarse para no ser detectado, robar software y/o información, introducir virus o software maligno, entre muchas otras cosas. Un punto de acceso inalámbrico mal configurado se convierte en una puerta trasera que vulnera por completo la seguridad informática de la compañía. La mala configuración de un acceso inalámbrico es, desgraciadamente, una cosa muy común.

Existen tres prácticas bien conocidas para localizar redes inalámbricas: El warchalking, el wardriving y el Wardflying.

Métodos de seguridad en las redes inalámbricas: Autenticación o autenticación, en términos de seguridad de redes de datos, se puede considerar uno de los tres pasos fundamentales (AAA). Cada uno de ellos es, de forma ordenada:

1. Autenticación (proceso por el cual el usuario se identifica de forma unívoca y en muchos casos sin la posibilidad de repudio).
2. Autorización (proceso por el cual la red de datos autoriza al usuario identificado a acceder a determinados recursos de la misma).
3. Auditoría (mediante la cual la red o sistemas asociados registran todos y cada uno de los accesos a los recursos que realiza el usuario, autorizados o no).

Control de acceso. Permitir que algo o alguien acceda sólo a lo que le es permitido: Políticas de acceso, asociación, usuarios y recursos, administración de recursos (Periféricos, directorios, archivos, etc.).

Disponibilidad, los elementos del sistema deben estar accesibles y disponibles a los usuarios autorizados.

Confidencialidad, la información únicamente es accedida por los usuarios autorizados.

Integridad, solo los usuarios autorizados pueden modificar la información; No repudiación, Cualquier entidad que envía o recibe información no puede alegar ante terceros que no la envió o la recibió.

Por esto es que existe la necesidad de que los programas de carácter informativo y educativo nacionales incrementen la conciencia sobre ciberseguridad, con especial énfasis en la percepción de los riesgos y amenazas (Philco, 2017; Vargas, Recalde y Reyes, 2017), y el establecimiento de estrategias para gestionar la seguridad informática y los riesgos, de manera tal que sean capaces de planificar actividades para afrontar los problemas de este tipo (Mejía, Muñoz y San Feliu, 2018; Díaz y Muñoz, 2018).

Los hackers buscan constantemente grietas, en las defensas que se colocan como protección; si la empresa opta por renunciar a la seguridad de la red informática, puede dañar gravemente su reputación, por lo que no se debe arriesgar más con la vulnerabilidad de la seguridad de la red, datos y aplicaciones (Royal Communication, 2018).

El objetivo de este proyecto es monitorear y registrar todas las amenazas detectadas, identificando la procedencia, el objetivo, las vulnerabilidades, estructurar y clasificar dicho registro, dependiendo del potencial de daño (crítico, alto, medio o bajo), asimismo, proponer y establecer políticas y normas que contribuyan a mitigar la actividad de estas amenazas, asimismo fomentar una cultura de prevención a través de la difusión de los resultados.

También por medio de un software (Sniffer) se buscarán vulnerabilidades que pudieran afectar la eficiencia de la red y los riesgos potenciales del tráfico de información.

#### Materiales y métodos

Análisis de seguridad: Existen múltiples tipos de análisis de seguridad, generalmente varían en su alcance y profundidad. Se deben tener en cuenta conceptos como visibilidad y posicionamiento. La visibilidad tiene que ver con la información que se nos brindará previo al análisis de seguridad sobre los sistemas de información. El posicionamiento tiene que ver desde donde se llevará a cabo el análisis de seguridad, es decir, si es de manera interna

o externa a la organización. Aquí mencionaremos tres tipos de análisis de seguridad muy implementados a nivel mundial en muchas organizaciones como lo son (Sallis, Caracciolo, & Rodríguez, 2010):

**Vulnerability assessment:** Es el que menor nivel de profundidad, por ende, el que menor cantidad de tiempo y recursos involucra. **Penetration test:** Se le conoce test de intrusión, da lugar a realizar tareas asociadas a la explotación y post-explotación de vulnerabilidades. Otra definición de este tipo de análisis de seguridad es “Conjunto de pruebas objetivas con el fin de detectar las vulnerabilidades de un sistema, teniendo muy claro que ningún sistema es 100% seguro o inviolable” (López, 2017). **Ethical Hacking:** Para este tipo de análisis de seguridad “todo es un objetivo”, es el tipo de análisis de seguridad más profundo de los tres, su propósito es analizar integralmente la seguridad de los sistemas de información, con el fin de descubrir cuáles son las debilidades que podrían llegar a afectar una organización.

Para implementar políticas de ciberseguridad, la organización debe identificar sus necesidades y sobre la base de estas necesidades (Berger & Jones, 2016), se debe elegir cuál es el estándar y el análisis de seguridad que más aplica en un determinado periodo de tiempo.

El estándar PTES aborda las pruebas de intrusión, incluyendo una fase de recolección de información de la organización y una fase de modelado de amenazas con las cuales se busca tener un conocimiento razonable de la corporación bajo testeo. Esta metodología destaca la inclusión de una etapa de post-explotación desde donde se documenta el nivel de compromiso y se sugieren medidas de protección (Liu, et al., 2012).

La metodología para el análisis de redes es un conjunto de pasos y procedimientos que deben seguirse para evitar la intrusión de terceras personas a los dispositivos conectados a la red interna del Tecnológico de Chetumal. Se refiere a un estándar ya definido por las empresas y el más utilizado, ya que determina un orden de pasos a seguir y una estructura secuencial que nos permite tener resultados positivos de forma ordenada y controlada. El estándar que se utilizará como metodología es Pentest-Standard (PTES). PTES es un estándar de ejecución de pruebas de penetración que consta de siete (7) secciones principales. Estos cubren todo lo relacionado con una prueba de penetración, desde la comunicación inicial y el razonamiento detrás de un Pentest (prueba de penetración), por medio de la recopilación de inteligencia y las fases de modelado de amenazas, donde los evaluadores trabajan detrás de escena para obtener una mejor comprensión de la organización probada, por medio de la investigación de la vulnerabilidad.

Los siguientes puntos son las principales secciones definidas por el estándar como la base para la ejecución de las pruebas de penetración: Interacciones previas al compromiso, la recolección de información, el modelado de amenazas, el análisis de vulnerabilidad, la explotación, la post explotación y los informes.



Figura 1. Metodología PTES. Tomado de infopulse por Diachuk, O., 2018, *Guide to Modern Penetration Testing [Part 2]: Choose Your Box*. Recuperado de <https://www.infopulse.com/blog/guide-to-modern-penetration-testing-part-2-fifty-shades-of-grey-box/>.

Resultados y discusión

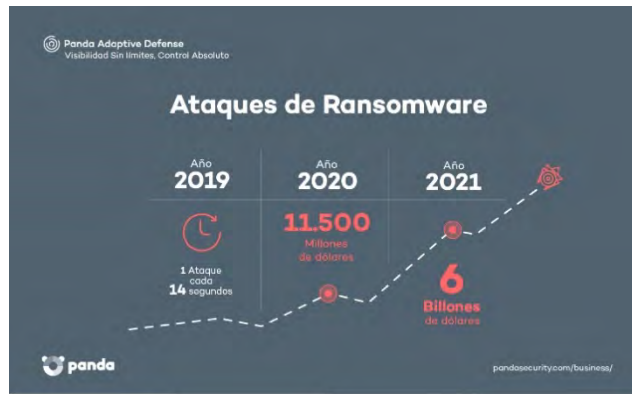


Figura 2. Descripción. Tomado de Pandasecurity por Panda Security, 2018, *Ataques de ransomware*. Recuperado de <https://www.pandasecurity.com/spain/mediacenter/seguridad/vulnerabilidades-en-infraestructuras-criticas/>.

Según informe de cybersecurityventures.com redunda en el coste económico de estas vulnerabilidades: los ataques ransomware costarán nada menos que 11.500 millones de dólares a las empresas afectadas, que en 2021 verán crecer la factura hasta los 6 billones de dólares en daños ocasionados por cualquier tipo de ataque a su ciberseguridad empresarial.

Durante la novena edición de la Cumbre Latinoamericana de Ciberseguridad de Kaspersky, la compañía mostró que Brasil ocupa el séptimo lugar entre los países que más sufren de ataques de malware mientras que México se posicionó en el lugar 11, con lo que estos países superan a España y Japón y sólo son superados por naciones como Rusia, Estados Unidos, India, Alemania, China y Vietnam.



Figura 3. Reporte de ciberseguridad de Kaspersky. Tomado de Kaspersky por Kaspersky Lab, 2017, *33 ataques por segundo: Kaspersky Lab registra un aumento del 59% en ataques de malware en América Latina*. Recuperado de <https://latam.kaspersky.com/about/press-releases/2017-33-attacks-per-second-increase-in-malware-attacks-in-latin-america>.





Figura 4. Malware en los dispositivos móviles. Tomado de Statista por Pascuali, M., 2020, *Los ataques de malware en dispositivos móviles en América Latina*. Recuperado de <https://es.statista.com/grafico/20748/ataques-de-malware-en-latinoamerica/>.

Debemos mencionar que el Instituto Tecnológico de Chetumal cuenta con un sitio de telecomunicaciones central y con diversos equipos de telecomunicaciones, entre los más importantes destacan un firewall modelo 600d de la marca Fortinet, 47 access point de marca Fortinet y 45 switch de diversas marcas (Cisco, 3com, xtrame, Fortinet entre otros) Se lleva un registro diario de todas las amenazas que se reciben, se hace una clasificación de ellas, desde Críticas, Altas, Medias y Bajas; el objetivo de este registro es hacer un análisis estadístico, cuyo propósito es responder ¿Cuántas amenazas se tienen? ¿Qué objetivos buscan esas amenazas? ¿Cuáles son los hosts más atacados? ¿Qué vulnerabilidades son las que buscan los atacantes? ¿Cuál es la procedencia de dichos ataques? Como se puede observar, es una labor extenuante, que pocos administradores de red le consignan la importancia debida, posterior al ataque y una vez causado daño, es cuando se intenta responder qué sucedió; es importante indicar que ningún sistema es completamente seguro; en los medios de comunicaciones se informa de ataques sufridos en la CIA, el FBI, los candidatos presidenciales, los partidos políticos, los empresarios y las instituciones financieras; además, hoy en día, con el internet de las cosas, se conoce de ataques a vehículos, aviones, transportes terrestres, celulares, electrodomésticos, casas inteligentes nadie se considera completamente seguro; por lo que este trabajo busca prevenir, mitigar el ataque, y planear estrategias de recuperación.

Se observa en la ilustración 1 una comparativa de las incidencias recibidas en el periodo de enero a abril de 2018 y 2019, en esta se muestra una disminución muy fuerte de un año a otro; por ejemplo, en febrero del 2018 hubieron 22'652,815, mientras que en el mismo mes, pero en 2019, se obtuvo una incidencia de 5'571,740; fue una reducción de más de 22 millones a un poco más de 5 millones, esto se logró gracias al análisis estadístico y a las estrategias de seguridad, entre las más importantes resaltan la definición de políticas y los perfiles de usuarios.

Aun así 5 millones de incidencias siguen siendo una cantidad significativa de riesgos y amenazas, por lo que es importante continuar con el análisis estadístico y con el establecimiento de políticas más restrictivas.

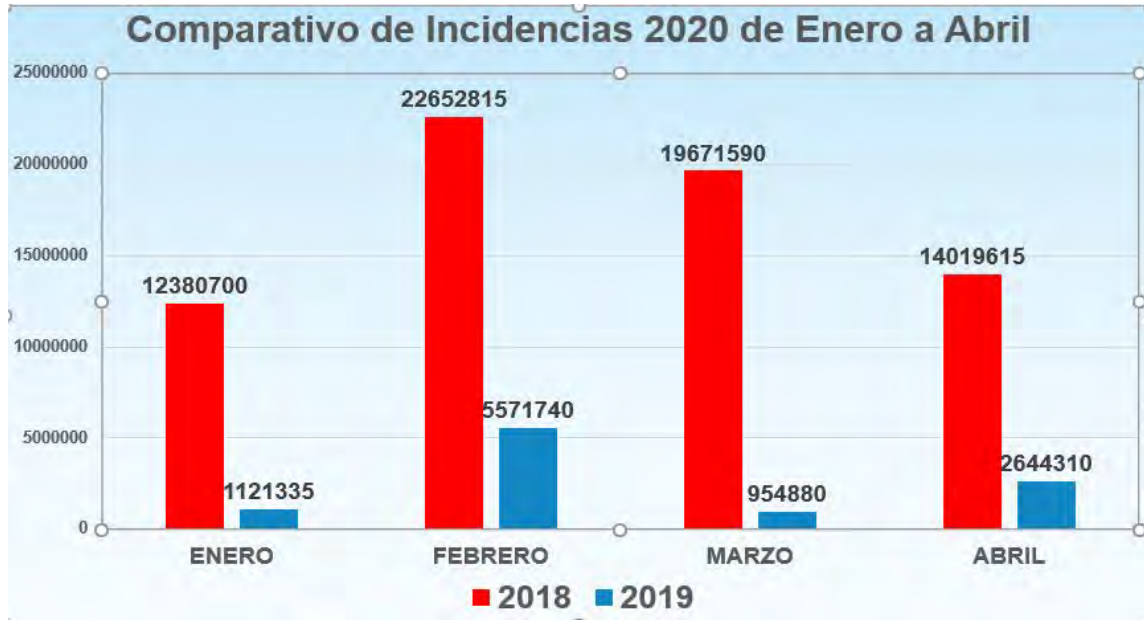


Figura 5. Comparativa entre las amenazas del año 2018 y el año 2019.

En la Figura 2, se observa una comparativa de las amenazas e incidencias en el periodo de enero a marzo de 2020, comparado con los años anteriores - 2018 y 2019-, la cantidad se redujo aún más; por ejemplo, en el mes de enero de 2019, se obtuvieron 1'121,225, mientras que en el mismo mes en 2020, la cantidad fue cercana a los 500,000 incidentes, es decir, menos de la mitad, también se puede observar en esta misma ilustración una disminución por mes, mientras que en enero fueron casi 500,000 incidencias, en marzo fueron cerca de 350,000.

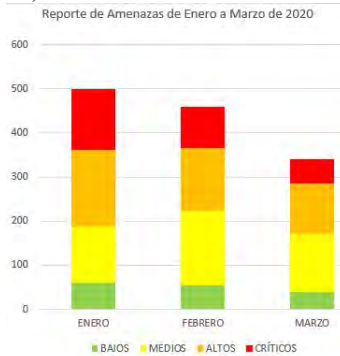


Figura 6. Comparativa de las amenazas del año 2020 durante los meses de enero, febrero y marzo.

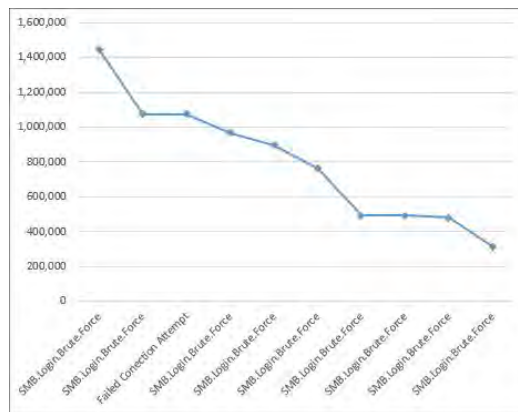


Figura 7. Amenazas detectadas durante enero de 2020.

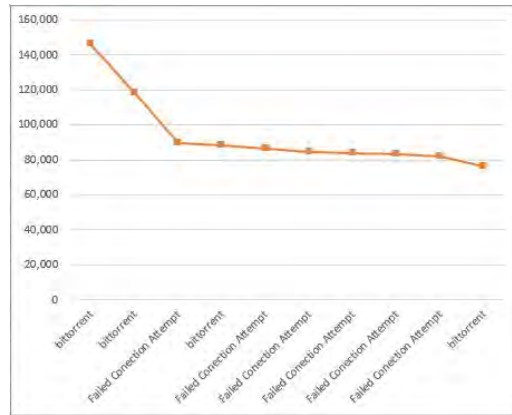


Figura 8. Amenazas detectadas durante febrero de 2020.

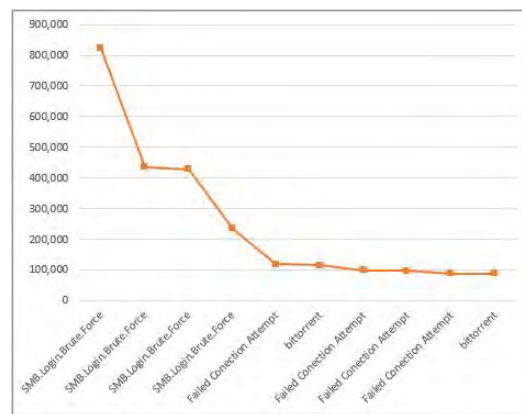


Figura 9. Amenazas detectadas durante Marzo de 2020.

Las Figura 7, 8 y 9, así como en la Figura 6, se exponen las diez amenazas más críticas durante el mes de enero, febrero y marzo de 2020; entre las incidencias más destacadas son: a).-Smb.Login.Brute.Force; esto indica al menos 500 inicios de sesión fallidos en un minuto, que revelan un posible ataque de fuerza bruta de inicios de sesión de SAMBA, Imaginen un escenario como este, en el que en cada minuto hay quinientos intentos de buscar alguna vulnerabilidad y poder entrar al sistema. Esto, como se mencionó, requiere una constante inspección de intrusos y tener políticas muy estratégicas; b).DrayTek.Vigor.Router.Web.Management.Page.Command.Injection, el cual indica un intento de ataque para explotar una vulnerabilidad de inyección de comandos en dispositivos; c).- Vigor de DrayTek. La vulnerabilidad se debe a la desinfección insuficiente de las entradas suministradas por el usuario; d).- PHPUnit.Eval-stdin.PHP.Remote.Code.Execution, lo que indica un intento de ataque contra una vulnerabilidad de ejecución remota del código en PHPUnit. La vulnerabilidad, que se encuentra en Util/PHP/eval-stdin.php, se puede explotar por medio de una solicitud HTTP POST; e).-Netcore.Netis.Devices.Hardcoded.Password.Security.Bypass, esto indica la detección de una vulnerabilidad de derivación de seguridad en Netcore/Netis Devices. La vulnerabilidad se debe a una única contraseña codificada de forma rígida en el firmware del router; f).- Joomla!.Core.Session.Remote.Code.Execution, esto indica un intento de ataque para explotar una vulnerabilidad de ejecución remota de código en Joomla! La vulnerabilidad se debe a la desinfección insuficiente de las entradas suministradas por el usuario en la aplicación.

En Figura 6, se demuestra un comparativo del total de incidencias en 2020 de enero a abril, se observa que hay un incremento significativo en el mes de febrero, coincidentemente en dicho mes se realizan procesos críticos en el sistema de control escolar como inscripciones y reinscripciones.

En el análisis estadístico que se llevó a cabo, también se ha detectado que muchos de los ataques provienen de diversos países, entre los que destacan China, Estados Unidos, India y Rusia; por lo que se establecen y se deberán establecer políticas en el firewall con respecto a las conexiones con estos países y ser aún más meticulosos al recibir peticiones procedentes a estos orígenes o, incluso, negar el acceso si provienen de estos.

	ENERO	Cantidad:	FEBRERO	Cantidad:	MARZO	Cantidad:
1	SMB.Login.Brute.Force	1,447,740	SMB.Login.Brute.Force	823,410	bittorrent	146,300
2	SMB.Login.Brute.Force	1,075,950	SMB.Login.Brute.Force	435,600	bittorrent	118,335
3	Failed Conection Attempt	1,075,540	SMB.Login.Brute.Force	429,330	Failed Conection Attempt	89,580
4	SMB.Login.Brute.Force	965,340	SMB.Login.Brute.Force	235,620	bittorrent	88,515
5	SMB.Login.Brute.Force	897,300	Failed Conection Attempt	119,255	Failed Conection Attempt	86,555
6	SMB.Login.Brute.Force	762,450	bittorrent	114,935	Failed Conection Attempt	84,510
7	SMB.Login.Brute.Force	493,860	Failed Conection Attempt	98,875	Failed Conection Attempt	83,900
8	SMB.Login.Brute.Force	492,270	Failed Conection Attempt	97,460	Failed Conection Attempt	83,365
9	SMB.Login.Brute.Force	480,090	Failed Conection Attempt	89,310	Failed Conection Attempt	82,210
10	SMB.Login.Brute.Force	313,470	bittorrent	87,985	bittorrent	76,485

Figura 10. Comparativo del total de incidencias de enero a Marzo en 2020.



Figura 11. Comparativo del total de incidencias de enero a abril en 2020.

**Conclusiones**

Por medio de este análisis estadístico, se nos ha permitido valorar la importancia y el seguimiento de todas las amenazas recibidas, detectar su procedencia y sus objetivos específicos; con esto, se pueden establecer políticas más específicas, para mitigar los riesgos respecto al acceso de los servicios, los sistemas y los servidores del Instituto Tecnológico de Chetumal; como se ha observado en las gráficas, se ha reducido drásticamente la incidencia. El análisis estadístico también ha reflejado una falta de cultura en la ciberseguridad por parte de los usuarios que no están conscientes de la importancia de la seguridad en sus dispositivos.

Otra de las causas que se han detectado por medio de esta investigación, es la falta de ciberseguridad en los usuarios finales, al no darles importancia a sus contraseñas. En algunas ocasiones, se detectaron múltiples dispositivos con la misma cuenta de un usuario específico. Cuando se realizó una investigación, se detectó que un usuario, con altos niveles de acceso y con una buena cantidad de privilegios, compartió su cuenta y su contraseña a una persona del personal administrativo, esta, a su vez, compartió la cuenta con su hijo, que estudia en una de las carreras del Instituto Tecnológico de Chetumal, posteriormente, dicho alumno compartió esta misma cuenta con diferentes compañeros de diferentes carreras, con esta cuenta compartida tenían acceso a películas, descarga de documentos, aplicaciones, entre otros. Esta situación provocó que se saturara el ancho de banda, en consecuencia, el tráfico de la red se volvió mucho más lento. En otra ocasión, se detectó que algunos profesores compartían su perfil de usuario con sus alumnos, lo que ocasionó también lentitud en el acceso y el servicio de internet. Muchos de los maestros, con la finalidad de que no se les olvide su contraseña para acceder a la red y a los sistemas, eligen contraseñas muy fáciles para los hackers; algunos ejemplos son: 123, su nombre, su fecha de nacimiento, entre otros. Asimismo, dejan sus equipos con aplicaciones y sistemas abiertos, sin cerrarlos correctamente, intentan descargar documentos en sitios poco confiables, entre muchas otras cosas. Por tal motivo, un administrador de la red requiere administrar, monitorear, controlar, analizar y establecer políticas adecuadas para mitigar los incidentes; pero, por otro lado, es fundamental crear una consciencia entre los usuarios finales y que adopten una cultura de prevención para el bien de su información, como el de la institución.

Para finalizar, por medio de esta investigación y de los resultados obtenidos hacemos las siguientes recomendaciones: 1) Fomentar en lo usuarios una cultura de prevención; 2) crear perfiles de usuario bien establecidos, haciendo hincapié en que los recursos no son infinitos y que no todos pueden tener los mismo servicios; 3) establecer políticas restrictivas

a países y a sitios que son poco confiables o, bien, de los cuales se han recibido de manera insistente accesos indebidos; 4) restringir por ip o mac address a usuarios mal intencionados y que no pertenecen a la institución; 5) crear vpn con doble autenticación a usuarios que se conectan vía remota a sitios y servidores del instituto; 6) establecer políticas con restricción de protocolos no requeridos por las aplicaciones o los sistemas en uso; 7) hacer público los sistemas que realmente lo requieran; 8) registrar un análisis de manera permanente sobre los acceso a aplicaciones y de los usuarios. Existen otras medidas más específicas y detalladas, pero con esta propuesta se puede asegurar que se reducirá la cantidad de amenazas.

#### Referencias Bibliográficas

- Academy, C. N. (2019). Reporte Anual de Ciberseguridad. (15), 5–10. <https://doi.org/10.15446/dfj.n15.50535>.
- Allhoff, F., & Henschke, A. (2018). The Internet of Things: Foundational ethical issues. *Internet of Things*, 1–2, 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2018.08.005>.
- Allianz Global Corporate & Specialty SE. (2019). Top Business Risks for 2019. Retrieved from <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/reports/allianz-risk-barometer.html>
- Anscombe, T. (2018). Protección completa para un hogar inteligente. Eset, 20.
- Berger, H., & Jones, A. (2016). Cyber Security & Ethical Hacking For SMEs. 1–6. <https://doi.org/10.1145/2925995.2926016>.
- De, O., & Ciberseguridad, L. A. (2016). Ciberseguridad ¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe? Mejorando vidas. Retrieved from [www.observatoriociberseguridad.com](http://www.observatoriociberseguridad.com)
- Díaz, O., y Muñoz, M. (2018) Implementación de un enfoque DevSecOps + Risk Management en un Centro de Datos de una organización Mexicana. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (26), 43-53. DOI: 10.17013/risti.26.43–53.
- ESET. (2019). TENDENCIAS 2019: Privacidad e intrusión en la aldea global. Retrieved from <https://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2018/12/TendenciasCiberseguridad-2019-ESET.pdf>
- Giant, N. (2016). Ciberseguridad para la i-generación: usos y riesgos de las redes sociales y sus aplicaciones. 158.
- Hansen, L., & Nissenbaum, H. (2009). Digital disaster, cyber security, and the Copenhagen School. *International studies quarterly*, 53(4), 1155-1175.
- INCIBE. (2017). Amenaza vs Vulnerabilidad. Retrieved from <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/blog/amenaza-vs-vulnerabilidad-sabes-sediferencian>
- Klieiner, A., Nicholas, P., & Sullivan, K. (2013). Linking cybersecurity policy and performance. Seattle, WA: Microsoft Trustworthy Computing.
- Kuehl, D. T. (2009). From cyberspace to cyberpower: Defining the problem. *Cyberpower and national security*, 30.
- Kryszczuk, Krzysztof & Richiardi, J. (2011). Springer Encyclopedia of Cryptography and Security. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5906-5\\_793](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5906-5_793).
- Lehto, M., Huhtinen, A. M., & Jantunen, S. (2011). The Open Definition of Cyber: Technology or a Social Construction?. *International Journal of Cyber Warfare and Terrorism (IJCWT)*, 1(2), 1-9.
- López, R. (2017). Escuela Especializada En Ingeniería Itca-Fepade / Revista Tecnológica N° 10. Enero -Diciembre 2017 C. Ataques a traves de Bases de Datos. 10, 13–19.
- Mansfield-Devine, S. (2017). Hiring ethical hackers: the search for the right kinds of skills. *Computer Fraud and Security*, 2017(2), 15–20. [https://doi.org/10.1016/S1361-3723\(17\)30016-7](https://doi.org/10.1016/S1361-3723(17)30016-7).
- Mejía, J., Muñoz, M., y San Felio, T. (2018). Tendencias en Tecnologías de Información y Comunicación. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (26), 9-13. DOI: 10.4304/risti.35.0
- Myerson, J. (2015). Cuatro herramientas de pen testing para mejorar la seguridad empresarial. Search Data Center en español. Recuperado de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Cuatro-herramientas-de-pentesting-para-mejorar-la-seguridad-empresarial>
- Netcloud Engineering. (2017). Ciberseguridad: Amenaza vs. Vulnerabilidad. Netcloud Engineering. Recuperado de <https://netcloudengineering.com/ciberseguridadamenaza-vulnerabilidad/>
- Philco, L. (2017). Estudio y análisis de ciberataques en América Latina, su influencia en las empresas del Ecuador y propuesta de políticas de Ciberseguridad. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9203>
- Real Academia Española. (2018). hacker | Definición de hacker - «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Retrieved from <https://dle.rae.es/?id=JxlUKkm>
- Royal Communication. (2018). La Ciberseguridad se posiciona en 2018 como uno de los requisitos esenciales del diseño web. *Comunicae.es*. Recuperado de <https://www.comunicae.es/nota/la-ciberseguridad-se-posiciona-en-2018-como-1193644/>

- Salinas, J. (2013). Diseño y Construcción de una Red IP Virtualizada para la Aplicación de Hacking Ético. 108. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4908/1/UPS-ST000994.pdf>
- Sallis, E. M., Caracciolo, C., & Rodríguez, M. (2010). Ethical hacking : un enfoque metodológico para profesionales. Buenos Aires: : Alfaomega.
- Shoemaker, D., & Kennedy, D. B. (2009). Criminal profiling and cyber criminal investigations. *Crimes of the Internet*, 439-455.
- Singer, P. W., & Friedman, A. (2014). *Cybersecurity: What everyone needs to know*. oup usa.
- SOPHOS. (2019). Informe de Amenazas 2019 de SOPHOSLABS.
- Unión Europea. (2016). Directiva (UE) 2016/1148 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2008). Uit-T X.1205 Aspectos generales de la ciberseguridad. Sector De Normalización De Las Telecomunicaciones De La Uit, 1205.
- Liu, B., Shi, L., Cai, Z., & Li, M. (2012, November). Software vulnerability discovery techniques: A survey. In *Multimedia Information Networking and Security (MINES), 2012 Fourth International Conference on* (pp. 152-156). IEEE.
- Vargas, R., Recalde, L., y Reyes, R. (2017). Ciberdefensa y Ciberseguridad, más allá del mundo virtual: modelo ecuatoriano de gobernanza en ciberdefensa. *URVIO*, 20(1), 31-45. DOI: 10.17141/urvio.20.2017.2571
- Yupanqui, J. R. A., & Oré, S. B. (2017). Políticas de Seguridad de la Información: Revisión sistemática de las teorías que explican su cumplimiento. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (25), 112-134.

## HUMEDAL LA SABANA CHETUMAL ¿QUÉ SABEMOS Y QUÉ PODEMOS HACER?

Sergio Cohuo Durán<sup>1</sup>, Mariel Alondra Pérez Tapia<sup>2</sup>  
Laura Anahí Macario González<sup>3</sup>, Héctor Javier Ortíz León<sup>4</sup>

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 14/01/2020      Aceptado: 10/08/2020      Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El humedal sabana de Chetumal es un sistema fundamental para el equilibrio ecológico de la región y el bienestar de la población de la ciudad de Chetumal. El crecimiento de la ciudad y los efectos de las actividades humanas asociados al sistema, como la descarga de aguas residuales, el relleno de las zonas litorales, la interrupción de flujos hídricos y crecimiento descontrolado de lechuguilla, ocasionan que se ponga en riesgo su funcionalidad ecológica y servicios ecosistémicos. En este estudio, se presenta el estado del arte del conocimiento científico que se tiene del humedal y se propone una estrategia integral de manejo a partir del ordenamiento territorial, el estudio de los procesos hidrológicos, la reducción del aporte de aguas residuales y el manejo de las especies que habitan el sistema, todo en un marco de cooperación interinstitucional y acordes a los planes de desarrollo estatal y municipal.

**Palabras clave:** Humedal, contaminantes, conservación, eutroficación

## LA SABANA CHETUMAL WETLAND, WHAT WE KNOW AND WHAT WE CAN DO?

**Abstract.-** La Sabana Chetumal wetland is a fundamental system for the ecological balance of the region and wellness of Chetumal city population. The growth of the city and the human-induced effects associated to the system, such as wastewater discharge, littoral areas filling, water flows interruption and uncontrolled growth of lechuguilla, cause that the ecological functionality and ecosystem services are at risk. In this study, we present the state of the art of the scientific knowledge we have for the system and we propose a comprehensive management strategy based on land use planning, the understanding of hydrological processes, the reduction of wastewater discharge and the management of the species that inhabit the system, all within a framework of inter-institutional cooperation and in accordance with the state and municipal development plans.

**Keywords:** Wetland, contaminants, conservation, eutrophication.

### Introducción

Los humedales son ecosistemas caracterizados por suelos periódica o permanentemente inundados por aguas dulce o con algún porcentaje de salinidad (López et al., 2010). Estos ecosistemas son fundamentales para el equilibrio ecológico a escalas regionales, porque proveen de refugio y alimento a especies nativas y son consideradas sitios de tránsito para especies migratorias (Haig et al., 2008). Además, son sitios de alta diversidad y fuente importante de productividad primaria (Euliss et al., 2004).

Para las comunidades humanas, los humedales proporcionan una amplia variedad de productos y servicios ecosistémicos como suministro de agua, materiales de construcción, alimentos, regulación de flujos de agua, recarga de acuíferos y mitigación del cambio climático (Zedler & Kercher, 2005).

Pese a la importancia de los humedales, estudios a nivel mundial sugieren un acelerado proceso de degradación, derivado principalmente de las actividades humanas (Davis & Froend, 1997; Turner, 1997; Baldwin, 2000; Gibbs, 2000). Por lo tanto, se han establecido convenios intergubernamentales para delimitar el marco de conservación y uso sustentable de los humedales. La convención de los humedales (o convención Ramsar), por ejemplo, establece sitios

---

<sup>1</sup>Sergio Cohuo Durán es Licenciado en Biología, Maestro en Ciencias del Mar y Limnología y Doctor en Ciencias Biológicas, Profesor de la carrera de Licenciatura en biología adscrito al Tecnológico Nacional de México / Campus Chetumal, sergio.cd@chetumal.tecnm.mx Av. Insurgentes No. 330, Esq. Andrés Quintana Roo. Col. David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013, Chetumal, Quintana Roo, México. (**Autor corresponsal**).

<sup>2</sup>Mariel Alondra Pérez Tapia es Estudiante de la Licenciatura en Biología del Tecnológico Nacional de México / Campus Chetumal, mariel\_alo@hotmail.com

<sup>3</sup>Laura Anahí Macario González es Licenciada en Biología con Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas, Profesora de la carrera de Ingeniería Forestal adscrita al Tecnológico Nacional de México / Campus Zona Maya, lmacario@itzonamaya.edu.mx

<sup>4</sup>Héctor Javier Ortíz León es Licenciado en Biología con Maestría en ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Profesor de la carrera de Licenciatura en Biología, adscrito al Tecnológico Nacional de México / Campus Chetumal, hector.ol@chetumal.tecnm.mx

de importancia internacional basada en los atributos económico, cultural, científico y recreativo. México es miembro de la convención Ramsar desde 1986 y actualmente cuentan con 142 sistemas designados como sitios de importancia internacional y prioritaria para su conservación (CONANP, 2019).

El estado de Quintana Roo (México), debido a su configuración geomorfológica y su extensa línea de costa asociada al Mar Caribe, cuenta con un gran número de humedales de los cuales, 13 se consideran sitios de importancia internacional (sitios Ramsar) (CONANP, 2019). La mayoría de estos sistemas se encuentran en la zona norte o centro del estado y asociados a la línea de costa.

En el sur del estado de Quintana Roo, a pesar de que existen numerosos sistemas lagunares y un considerable número de humedales (Pérez et al., 2011), no existe ninguno con la categoría de importancia internacional o con estatus de protección nacional. Esto debido principalmente, al desconocimiento de sus dinámicas hidrológicas, ecológicas (sitios de migración) y diversidad de especies.

En la ciudad de Chetumal (capital del estado de Quintana Roo), se encuentra el humedal conocido como Sabana Chetumal (Fig. 1). Este sistema tiene una extensión aproximada de 6.5 kilómetros de longitud, con un ancho máximo de 300 m y mínimo de 100 m. La profundidad de este sistema no supera los 5 m (Cano, 2015).

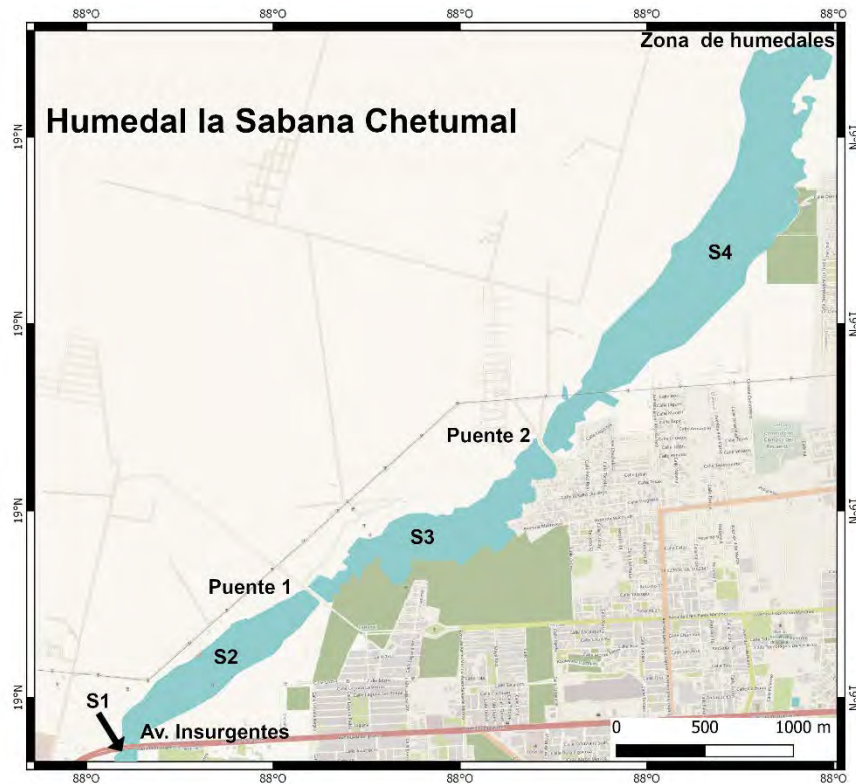


Figura 1. Mapa del humedal Sabana de Chetumal, mostrando la ubicación de puentes y sub-sistemas (S1-4).

Este humedal es fundamental para el equilibrio ecológico de la región y para el bienestar de la población de la ciudad de Chetumal, porque regula procesos de inundación durante periodos de lluvia y huracanes. Sin embargo, el sistema se encuentra altamente alterado por las actividades humanas propias del crecimiento urbano. Actualmente, la situación del sistema es una de las preocupaciones más importantes de instituciones y gobierno local, pero los esfuerzos por contrarrestar el deterioro ambiental del sistema son individuales, lo que genera que sean poco efectivos. En este estudio presentamos el estado actual del conocimiento científico que se tiene del sistema y presentamos una estrategia integral para una conservación efectiva, que sea adapta a los planes y estrategias que plantea el gobierno estatal y municipal.



### Materiales y métodos

El manuscrito está basado en la recopilación del material documental técnico y científico disponible (artículos científicos, divulgación, tesis y reportes de instituciones estatales) publicado en bases de datos institucionales, nacionales o internacionales y que está relacionado directa o indirectamente con el humedal sabana de Chetumal.

Se incluyeron referencias bibliográficas correspondientes al material publicado, además de observaciones personales o de nuestro grupo de trabajo y comunicación personal con investigadores que trabajan o han trabajado en el humedal Sabana Chetumal.

### Resultados y discusión

**Perturbación en el humedal sabana de Chetumal y fuentes potenciales de contaminación.**

El humedal sabana de Chetumal es un sistema que se ubica en la zona noroeste de la ciudad, es altamente sensible a las precipitaciones pluviales y, por lo tanto, sus dimensiones pueden variar por la cantidad de precipitación durante la temporada de lluvias y secas. Se estima que durante periodos de precipitación intensa atípica o incidencia de huracanes, el sistema puede extenderse al norte por una red de humedales interconectados hasta más de 30km con flujo sur-norte, desembocando en el norte de la bahía de Chetumal (Castellanos, 2019).

Con el crecimiento de la ciudad y el establecimiento de zonas habitacionales al lado oeste del sistema, se han construido dos diques y una avenida (av. Insurgentes) sobre el espejo de agua, que actualmente se utilizan para el paso de un lado al otro del sistema (Castellanos, 2019). La construcción de estos diques, a pesar de ser fundamentales para el establecimiento y desarrollo de zonas habitacionales, se han construido sin tomar en cuenta la afectación ecológica (Rangel-Montalvo, 2015), ni la alteración hidrológica del sistema. Como consecuencia, se han interrumpido los flujos hídricos superficiales naturales y actualmente el humedal se encuentra dividido en cuatro zonas, que muestran condiciones contrastantes en cuanto a su composición biológica, física y química (Cortes-Arzola, 2013; Alpuche, 2014; Martínez-Vadillo, 2018; Huix, 2019) (Fig. 1). Adicionalmente, se han construido otros dos diques en la zona norte del sistema que se utilizan para el traslado de materiales de construcción. Estos diques al ubicarse en la zona de desagüe del humedal ponen en riesgo a la población de la ciudad, por el posible bloqueo de los flujos hídricos, lo que repercutiría en inundaciones en zonas aledañas al sistema.

Otro de los aportes antropogénicos que más afectan al sistema, es la descarga de aguas residuales sin el tratamiento adecuado. Este aporte continuo de nutrientes y contaminantes han provocado que el sistema se encuentre en un estado de hipereutrofización (Alpuche, 2014). Se considera además que es la fuente principal de elementos peligrosos presentes en la columna de agua y sedimentos, como los son coliformes fecales, metales pesados y minerales inorgánicos (Cano, 2015; Costa-Ake, 2016).

La amplia disponibilidad de nutrientes y la disminución de la cantidad de oxígeno (que limita la presencia de consumidores secundarios) ha provocado que en los últimos años se establezca y crezca aceleradamente la lechuguilla de agua (*pistia stratiotes*) (Fig. 2). Ésta es una especie exótica invasiva, que puede generar graves consecuencias en la estructura de los ecosistemas acuáticos (Schmitz et al., 1993). Entre las afectaciones más importantes de esta especie, están la disminución de oxígeno disuelto en el agua, la disminución de la penetración de luz solar que impide la fotosíntesis, captación de sedimentos, constituye un nicho adecuado para la reproducción de especies vectoriales de enfermedades, disminuye la biodiversidad nativa, afecta la pesca y genera graves problemas para la navegación (Abisola et al., 2011).



Figura 2. Vista aérea de la cobertura de lechuguilla de agua (*Pistia stratiotes*) en el humedal sabana de Chetumal.

Otras alteraciones que sufre el ecosistema son el relleno de zonas litorales y la consecuente disminución de vegetación riparia; cambios de uso de suelo de las zonas adyacentes al sistema, de zonas de selva a zonas agrícolas o ganaderas y aportes potenciales de lixiviados por el basurero a cielo abierto de la ciudad de Chetumal, ubicado a menos de 5km de distancia.

El conjunto de problemas y alteraciones que actualmente sufre la Sabana Chetumal, la posicionan como el sistema más contaminado y con el mayor grado de alteración ecológica del sistema hidrológico Bacalar-Bahía de Chetumal y del estado de Quintana Roo. Ésta condición constituye también un riesgo importante para la funcionalidad ecológica del sistema y en general para la población de la ciudad de Chetumal. Los habitantes aledaños son los más propensos de sufrir las consecuencias directas o indirectas del manejo inadecuado del humedal, tanto en salud pública, como en su economía por el posible efecto de inundaciones.

#### Hidrología y limnología del sistema Sabana Chetumal

La sabana Chetumal se considera como un cuerpo interior, perteneciente a la región hidrológica prioritaria 109, humedales y lagunas de la Bahía de Chetumal (RHP-109) y a la región terrestre Prioritaria 149, zonas forestales de Quintana Roo (RTP-149) de la CONABIO (Martínez-Vadillo, 2019). Se localiza en una depresión a 4 m s.n.m. entre las coordenadas geográficas de 18.51°N, 88.35°W y 18.55°N; 88.30°W. La sabana actualmente, debido a la presencia de diques en la zona sur y centro, presenta hasta cuatro sub-sistemas que muestran condiciones físicas y químicas independientes. Estos sub-sistemas se encuentran semi-conectados a través de tubos de concreto que atraviesan los diques. Estos tubos tienen un diámetro aproximado de 1.3m y en total existen dos tubos por cada dique.

El humedal es altamente dependiente de la precipitación pluvial para mantener sus niveles de agua, en especial la zona sur. Se percibe que existen aportes de aguas subterráneas en la zona norte del sistema, la cual es menos sensible a la precipitación. Durante el año 2019, se registraron niveles de precipitación inferiores al promedio anual. Durante los meses de julio a octubre, se recibió solamente entre el 40 y 60% de la precipitación pluvial esperada (SMN, CONAGUA 2019). Este descenso en la precipitación ha tenido un efecto notable en los niveles de agua del humedal. La zona centro-sur correspondiente a los sub-sistemas 1, 2 y 3 fueron los más afectados. Se observó en el sub-sistema 1, la desecación total y la exposición de sedimentos del fondo en toda el área. En esta zona, el sistema puede alcanzar una profundidad de 1.4m. En el sub-sistema 2, se observó una exposición del 70% de los sedimentos del fondo,

teniendo una profundidad máxima aproximada de 1.6m y en el sub-sistema 3, se observó una desecación parcial con un 30% de exposición de sedimentos del fondo, con una profundidad máxima de 1.6m aproximadamente. En la zona norte, correspondiente al sub-sistema 4, se registró únicamente un descenso de 30cm en el nivel del agua y el descubrimiento de algunas zonas litorales. En esta zona el sistema excede los 2m de profundidad.



Figura 3.- Zona centro-sur del humedal Sabana de Chetumal, en donde se muestra la magnitud de la desecación durante la temporada de sequía del año 2019. A) vista aérea de la subcuenca 3; B y C) vista aérea de la subcuenca 2.

Durante la temporada de lluvias, el humedal puede incrementar su extensión tanto sobre las zonas litorales adyacentes, como hacia la zona norte. El límite norte de la Sabana se caracteriza por ser una zona de humedales que mantienen agua esporádicamente. Debido a que el sistema de humedales se extiende hasta la zona norte de la Bahía de Chetumal, se estima que el agua de la sabana pueda desembocar en esta zona (Castellanos, 2019). Este flujo hidrológico, por lo tanto, funciona como un desagüe natural de la sabana y previenen de inundaciones, en particular de las zonas urbanas adyacentes al sistema. Castellanos (2019) utilizando una simulación de inundación basada en sistemas de información geográfica (SIG), encontró que, en ausencia del flujo de desagüe, las zonas con mayor riesgo de inundación son los nuevos desarrollos habitacionales al lado este del sistema.

Alpuche (2014) realizó la evaluación de las características limnológicas del sistema y encontró que la Sabana es relativamente somera, con una profundidad promedio de 1.36m, y que las condiciones limnológicas no varían ampliamente entre la zona superficial y fondo (Tabla 1), pero si varían entre las zonas de sistema (norte, centro, sur).

Tabla 1.- Variables físicas y químicas de superficie y fondo del humedal Sabana Chetumal durante el año 2014.

Variable	Superficie	Fondo
temperatura	29.9°C	29.6°C
Oxígeno disuelto	8.52mg/l	4.23mg/l
conductividad	2.98 mS/cm	2.96 mS/cm
Sólidos suspendidos totales	222mg/l	400mg/l
Amonio	1.67mg/l	1.71mg/l
Clorofila a	20.49mg/m <sup>3</sup>	18.31 mg/m <sup>3</sup>
pH	Neutro	Neutro

Tomado de Alpuche (2014).

En ese estudio se determinó que el humedal Sabana de Chetumal es un sistema hipereutrófico, basado en un índice de transparencia, mientras que basado en la concentración de clorofila *a*, se determinó que el sistema es eutrófico. De acuerdo con los límites permisibles de criterios de calidad de agua (CE-CCA-001/89) de la SEMARNAT, las estaciones 5 y 6 de ese estudio (situados frente a la zona de descarga de aguas residuales), sobrepasan los límites permisibles y pueden considerarse como sitios fuente de contaminación (Alpuche, 2014).

En relación con la microfauna del sistema, en un estudio sobre zooplancton desarrollado durante los meses julio-septiembre 2017, se encontró un total de 15 familias de rotíferos, cladóceros, copépodos, ostrácodos e insectos (Huix, 2019). En este estudio, el análisis de similitud mostró dos ensambles bien diferenciados correspondientes a la zona norte y la zona sur. Las diferencias encontradas en la composición espacial del zooplancton sugieren un cambio en la estructura trófica dentro del sistema, en especial asociado a zonas con mayor disposición de nutrientes. Se observaron además, especies con amplia distribución y con alta tolerancia a la contaminación, se asume que las especies nativas están siendo desplazadas o que son incapaces de tolerar las condiciones actuales.

En cuanto a los peces, se reconoce la presencia de Poecilidos (Alpuche, 2014), Tilapia y *Ctenolucius* (Cano, 2015). La especie *Ctenolucius hujeta*, conocida comúnmente como barracuda de agua dulce, se utilizó para evaluar el proceso de biomagnificación de metales pesados en la sabana de Chetumal, en particular del metal mercurio (Hg) (Cano, 2015). En ese trabajo se encontró que la concentración de Hg sobrepasa los límites permisibles de la NOM-242-SSA1-2009, que se refiere a productos de la pesca para consumo. Se encontraron valores máximos de 3.05mg/l. Por lo tanto, el consumo de productos pesqueros de la sabana representa un riesgo para la población.

En cuanto a grupos asociados al sistema, se encontró una alta riqueza de aves con 67 especies, de las cuales 11 especies se encuentran en alguna categoría de la NOM0-059-SEMARNAT-2010, y en particular el pato real (*Cairina moschata*), se encuentra en la categoría de en peligro de extinción (Martínez-Vadillo, 2018).

En un estudio donde se relacionaron los parches de vegetación con la riqueza y abundancia de artrópodos en zonas urbanas de Chetumal, se encontró que las especies *Metopium brownei* (Chechen), *Sideroxylon salicifolium* (Ts'iits'il ya') y *Lysiloma latisiliquum* (Tzalam) son las especies con mayor valor de importancia en el humedal. La sabana fue uno de los sitios con mayor abundancia de artrópodos y puede ser considerado como un reservorio de diversidad para este grupo (Cortez-Arzola, 2013).

Autoridades ambientales, planes y programas de contención y manejo de lechuguilla de agua.

A partir del año 2017, se registró la presencia de la lechuguilla de agua (*pistia stratiotes*) en el humedal sabana de Chetumal. Esta es una especie invasiva que habita en cuerpos de agua eutróficos y dadas las condiciones, es capaz de cubrir áreas extensas del sistema y causar un deterioro ambiental progresivo (Schmitz et al., 1993).

Para el año 2018, el crecimiento de la lechuguilla fue exponencial y en cuestión de meses, cubrió un total de 6 hectáreas (Procuraduría de Protección al ambiente, pers. com. 2019). Durante ese año, el gobierno estatal y municipal a través de las instituciones y procuradurías con jurisdicción en materia ambiental establecieron un programa de contención y manejo de lechuguilla. Se organizaron brigadas para retirar la planta y con ayuda de maquinaria especializada se extrajo y depositó en zonas de extracción de materiales de construcción. Este ejercicio, sin embargo, fue poco efectivo, porque la planta logró recuperarse y para el año 2019, se estima que la lechuguilla ha cubierto una extensión de aproximadamente 14 hectáreas (Procuraduría de Protección al ambiente, pers. com. 2019). La lechuguilla es por lo tanto un problema ambiental en la sabana que requiere atención prioritaria.

A partir de la experiencia obtenida durante el 2018, instancias como la Procuraduría de Protección al Ambiente en Quintana Roo (PPA), el Consejo de la Cuenca del Río Hondo (CCRH), el H. Ayuntamiento de Othon P. Blanco, la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA), han establecido mesas de trabajo para definir estrategias que contrarresten el crecimiento y ocupación descontrolada de la lechuguilla acuática en la sabana. Uno de los planes actualmente propuesto, es el uso de una embarcación sargacera para retirar la mayor cantidad posible de la planta.

Uno de los retos más importantes que enfrenta cualquier estrategia de extracción de lechuguilla, es la disposición final de la planta. Pérez-Tapia (2019), encontró altos niveles de Pb, Cu y Zn en sedimentos y en especímenes de lechuguilla del sistema. Esto implica que la transferencia de lechuguilla debe hacerse observando la normativa ambiental y la afectación colateral del ambiente donde se deposita, porque no solamente se transfiere biomasa, sino que se transfieren

contaminantes. En este sentido, el uso de la lechuguilla como fertilizante o para productos de consumo, debe estar limitado y estrictamente regulado.

Necesidad de estudios integradores para desarrollar planes efectivos de conservación

El humedal sabana de Chetumal es un sistema que cuenta con todas las condiciones para ser declarado área natural protegida basado en el Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente (LGEEPA), estatal y municipal en el estado de Quintana Roo (Rangel-Montalvo, 2015).

Uno de los limitantes para que se establezca a la sabana como zona protegida, es la situación legal en la que se encuentran los terrenos aledaños. Por un lado, parte del sistema pertenece al ejido Chetumal y la zona norte al ejido Calderitas. Por lo tanto, se requiere que se refuercen las mesas de diálogo entre representantes ejidales y autoridades estatales y municipales para que se establezca el ordenamiento ecológico y territorial de la zona, y se garantice el respeto al medio ambiente y la preservación de los recursos naturales de la zona.

Una de las acciones relacionadas con este ordenamiento es la vigilancia del cumplimiento de reglamentos como la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo y el Programa de Desarrollo Urbano (PDU), dirigido a la re-ubicación de asentamientos irregulares, establecidos directamente al margen del humedal y que están en alto riesgo de inundación por la dinámica misma del sistema.

Además de las acciones gubernamentales, se requiere la cooperación interinstitucional para llevar a cabo investigación de alto nivel, que permita generar soluciones a los problemas prioritarios que afectan al sistema, en particular la contaminación por aguas residuales y crecimiento de lechuguilla. Aunado a esto, se requieren estrategias que permitan la solución de afectaciones indirectas al sistema, como la restauración del basurero de la ciudad de Chetumal (disminución del filtrado de lixiviados), la deforestación y relleno de zonas aledañas, el depósito de basura a los márgenes del sistema y el diseño de puentes que permitan recuperar la conectividad hidrológica que ha perdido el sistema.

Es claro entonces, que la recuperación del sistema requiere una intervención multidisciplinaria e interinstitucional donde participen el gobierno del estado en todos sus niveles, dependencias de gobierno, instituciones de educación superior y centros de investigación tanto locales, regionales y nacionales. Se debe tener en claro que toda acción individual tendrá poco impacto en el restablecimiento del sistema y podría implicar la pérdida de tiempo, esfuerzo y recursos.

En el caso de las aguas residuales, una acción importante es el desarrollo de tecnológicas de bajo costo para el tratamiento de las aguas o el establecimiento de una nueva planta de tratamiento con metodologías compatibles con las necesidades del entorno. Una estrategia importante para limitar la disposición de nutrientes, es el diseño de humedales de filtración en zonas de descarga directa.

En el caso de la lechuguilla, un modelo que es posible seguir, es el que se está actualmente implementando para el tratamiento y disposición del sargazo. Esto es, el establecimiento de un método químico no contaminante, que suprima la descomposición de la planta una vez extraída del medio y el establecimiento de contenedores o zonas con características apropiadas para su disposición final que limiten la cantidad de lixiviados filtrados al manto acuífero. En este sentido, será importante la participación de instituciones regionales como el ITCH, la Universidad de Quintana Roo (UQROO), el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM) y centros de investigación como El Colegio de la Frontera sur (ECOSUR), para el diseño de metodologías y procedimientos.

Como parte del compromiso interinstitucional, el ITCH, el ITZM y ECOSUR desarrollan actualmente estudios sobre el estado actual de contaminación, la dinámica de hidrológica, la situación limnológica, la determinación de especies con potencial de remediación y el diseño de estrategias de aprovechamiento de lechuguilla de agua, con el fin último de establecer un plan de manejo integrador y efectivo para la restauración del sistema.

La participación de la iniciativa privada es muy importante también para la recuperación el sistema, ya que se requieren planes de aprovechamiento económico que beneficien y empleen a la sociedad, en particular aquella que está y ha estado en contacto directo con el sistema. De la sociedad se requiere la participación activa, en vigilancia, en aprovechamiento de espacios, y exigencia a las instituciones públicas en el cumplimiento de los reglamentos ya establecidos, participación en las acciones de restauración y cuidado del humedal.

## Conclusiones

El humedal La Sabana Chetumal es un sistema hidrológico fundamental para el equilibrio ecológico de la región y el bienestar de la población de la ciudad de Chetumal, sin embargo, es actualmente el sitio con el mayor grado de contaminación y perturbación antropogénica del estado de Quintana Roo. La recuperación del sistema es una prioridad para el gobierno del estado e instituciones a nivel regional, pero los esfuerzos individuales han tenido y seguirán teniendo un bajo impacto en la restauración del sistema. Es fundamental que cualquier plan de recuperación este fundamentado en la cooperación interinstitucional y con un fundamento científico sólido. Actualmente son muchas las instituciones que han generado información útil para el diseño de planes de conservación, pero se requieren un mayor número de esfuerzos enfocados en entender particularmente la dinámica hidrológica del sistema, i.e. sensibilidad a las sequías, respuesta a periodos de lluvia intensa, lluvias atípicas, huracanes. Importante será la modelación de inundaciones y determinación de zonas de riesgo para la población. Este trabajo representa el primer paso para reunir la información científica actual y elaborar un plan de recuperación integral del humedal La Sabana Chetumal, incluyendo la participación de instituciones y gobierno estatal en todos sus niveles.

## Referencias bibliográficas

- Abisola, A., Briski, E., Kalaci, O., Hernández, M., Ghabooli, S., Beric, B., Chan, F., Zhan, A., Fifield, E., Leadley, T., MacIsaac, H.J. (2011). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and water lettuce (*Pistia stratiotes*) in the Great Lakes: playing with fire? *Aquatic Invasions*. 6 (1), 91–96. <https://doi.org/10.3391/ai.2011.6.1.11>
- Alpuche, S. (2014). Caracterización físico-química y del zooplancton en la laguna La Sabana, Quintana Roo. Tesis para obtener el grado Ingeniero Ambiental. Universidad de Quintana Roo.
- Baldwin, J. (2000). Tourism development, wetland degradation and beach erosion in Antigua, West Indies. *Tourism Geographies*. 2 (2), 193-218. <https://doi.org/10.1080/14616680050027897>
- Cano, F. A. (2015). Determinación de mercurio en peces *Ctenolucius Hujeta* de la Sabana de Chetumal, Quintana Roo. Tesis para obtener el grado Ingeniero Ambiental. Universidad de Quintana Roo.
- Castellanos, S. (2019). Caracterización limnológica e hidrológica del sistema laguna Sabana de Chetumal. Memorias del 3er congreso de residencias profesionales del Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). (2019). Humedales de México, disponible en: <http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php#top>. (Consultado el 10 de diciembre 2019)
- Costa-Ake, F. (2016). Determinación de coliformes totales y fecales en el pez *Oreochromis niloticus* y en el agua superficial del sistema lagunar “La Sabana” en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Ambiental. Universidad de Quintana Roo.
- Cortez-Arzola, S. (2013). Parches de vegetación secundaria en paisajes urbanos como reservorios de diversidad de artrópodos en Chetumal, Quintana Roo. Tesis para obtener el grado Maestría en ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal.
- Comisión Nacional de agua (2019), Precipitación acumulada mensual disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/precipitacion-form>. (Consultado el 15 Diciembre 2019)
- Davis, J., Froend, R. (1999). Loss and degradation of wetlands in southwestern Australia: underlying causes, consequences and solutions. *Wetlands Ecology and Management*. 7, 13–23. <https://doi.org/10.1023/A:1008400404021>
- Euliss, N., Baugh, J., Fredrickson, L. et al. (2004). The wetland continuum: A conceptual framework for interpreting biological studies. *Wetlands*. 24 (2), 448-458. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2004\)024\[0448:TWCACF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2004)024[0448:TWCACF]2.0.CO;2)
- Gibbs, J. (2000). Wetland Loss and Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*. 14 (1), 314–317. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98608.x>
- Haig, S., Mehlman, D., Oring, L. (2008). Avian Movements and Wetland Connectivity in Landscape Conservation. *Conservation Biology*. 12 (4), 749-758. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.97102.x>
- Huix, C. (2018). Variación espacial del zooplancton en el cuerpo acuático continental “Lagunitas” en Chetumal, Quintana Roo. Tesis para obtener el grado Licenciado en Biología. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- López, J., Vásquez, V., Gómez, L., Priego, A. (2010). Humedales. En: Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Enrique Florescano, Juan Ortíz Escamilla, coordinadores. México: Gobierno del Estado de Veracruz: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana: Universidad Veracruzana, volumen 1, p. 227-248. ISBN 9786079513160
- Martínez-Vadillo M. (2018). Diversidad y abundancia de aves en el humedal “la sabana” de Chetumal, Quintana Roo. Memorias del 2er congreso de residencias profesionales del Instituto Tecnológico de Chetumal.

- Pérez, L., Bugja, R., Lorenschat, et al. (2011). Aquatic ecosystems of the Yucatán Peninsula (Mexico), Belize, and Guatemala. *Hydrobiologia*, 661 (1), 407-433. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0552-9>
- Pérez-Tapia, M.A. (2019). Determinación de especies vegetales con potencial de absorción de metales pesados en la Sabana de Chetumal. Memorias del 3er congreso de residencias profesionales del Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Rangel-Montalvo, L. (2015). Caso de estudio: el humedal “la sabana”, desarrollo urbano en la zona noroeste de Chetumal, México. Tesis para obtener el grado de Maestra en Arquitectura. Universidad Veracruzana.
- Schmitz, D., Schardt, J., Leslie, A., Dray, F. Jr., Osborne, J., Nelson, B. (1993). The ecological impact and management history of three invasive alien plant species in Florida. En: *Biological pollution: the control and impact of invasive exotic species*. McKnight B., editor. Indiana Academy of Science, Indianapolis, Indiana, USA.
- Turner, R. (1997). Wetland loss in the Northern Gulf of Mexico: Multiple working hypotheses. *Estuaries*. 20, 1-13. <https://doi.org/10.2307/1352716>
- Zedler, J., Kercher, S. (2005). Wetland resources: Status, trends, ecosystem services and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*. 30 (1), 39-74. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248>

## DINÁMICA POBLACIONAL DE LA CACEROLITA DE MAR (*LIMULUS POLYPHEMUS*) EN CHAMPOTÓN, CAMPECHE

María Marcela Cimé-Ruiz<sup>1</sup>

### RESUMEN DE TESIS

Recibido: 27/07/2020

Publicado: 12/12/2020

**Resumen.-** El objetivo de esta tesis, es determinar la dinámica poblacional de *Limulus polyphemus* en la costa norte de Champotón, Campeche, mediante la evaluación de sus propiedades poblacionales (abundancia, proporción de sexos, mortalidad, crecimiento morfológico). Para ello, se realizaron dos muestreos por temporada climática en cuatro playas de la costa norte, de marzo del 2019 a febrero del 2020. Se obtuvo que durante la temporada de nortes ocurre un incremento en la cantidad de organismos que llegan a la zona intermareal, las hembras presentan mayor mortalidad que los machos y la proporción de sexos es dominada por los machos. Se identificó a la playa Flamenco como un sitio de refugio y alimentación, y a las playas km 155 e Icahao como sitios de anidación. El proceso reproductivo ocurre durante todo el año y el tipo de crecimiento morfológico es alométrico negativo.

#### Introducción

La especie *Limulus polyphemus* conocida como cacerolita de mar, es endémica de la península de Yucatán y la costa del Atlántico de Florida hasta Maine, actualmente se encuentra en la categoría de En Peligro de Extinción (P) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a que sus poblaciones han disminuido como consecuencia del deterioro de sus hábitats. A lo largo de su ciclo de vida habitan en ecosistemas costeros específicos tales como: manglares y planicies costeras en etapas juveniles; bahías, estuarios y lagunas costeras durante su hábito ambulatorio; y la zona intermareal durante su reproducción, siendo este último un área de oportunidad para su estudio, debido al hábito biológico de la especie que la lleva a realizar sus agregaciones en dicha zona. La presente tesis tiene como objetivo principal determinar la dinámica espacio-temporal de la población de la cacerolita de mar en la zona intermareal de la costa norte de Champotón, Campeche, mediante la evaluación de sus propiedades poblacionales (abundancia, proporción de sexos, mortalidad, crecimiento morfológico), contribuyendo de esta manera al conocimiento de sus poblaciones en la península de Yucatán.

#### Material y métodos

Se realizaron dos muestreos por temporada climática (secas, lluvias y nortes) de *L. polyphemus*, de marzo del 2019 a febrero del 2020, en cuatro playas (playa Icahao, playa km 155, playa km 148 y playa Flamenco) de la costa norte, estableciéndose transectos paralelos a la línea de costa de 150 m de largo x 9 m de ancho. En cada transecto se realizó el sexado de los ejemplares, se registró el número de adultos vivos y muertos, juveniles, exuvias y parejas en anidación, datos con los cuales se analizó la composición demográfica. La comparación de abundancias entre playas y temporadas climáticas se realizó con un ANOVA de dos vías y la prueba posteriori de Duncan. La proporción de sexos (hembras: machos) con la ji cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson y la hipótesis nula de una proporción 1:1, con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . Se tomó el ancho del prosoma (mm) para la comparación de las tallas entre playas y temporadas climáticas por sexo con un ANOVA de dos vías y la prueba posteriori de Duncan, y el peso (g) para obtener el tipo de crecimiento morfológico de los ejemplares por temporada, mediante una regresión exponencial ( $W=a \cdot LT^b$ ) para la relación peso-talla, donde la pendiente de la ecuación (exponente  $b$ ) se comparó con una prueba  $t$  de student contra el valor teórico de 3, para determinar si el tipo de crecimiento es isométrico ( $b=3$ ), alométrico negativo ( $b<3$ ) o alométrico positivo ( $b>3$ ). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa Statgraphics y Excel.

#### Resultados y discusión

Se obtuvo un total de 557 ejemplares de *L. polyphemus* vivos (73 hembras, 455 machos y 29 juveniles), 22 muertos (7 hembras, 14 machos y 1 juvenil) y 127 exuvias. Las hembras presentaron mayor mortalidad (9%) que los machos (3%), principalmente en la temporada de secas en la playa km 155, donde se obtuvo una mortalidad del 25%, como resultado de los procesos de anidación en los meses de enero a marzo, debido a que las hembras suelen quedar varadas después de anidar o atrapadas en las raíces del mangle al ser de mayor tamaño que los machos, provocando de esta manera su muerte por desecación.

---

<sup>1</sup> María Marcela Cimé-Ruiz, Tecnológico Nacional de México/I. T. Chetumal. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Av. Insurgentes No. 330. Co. David Gustavo Gutiérrez, C. P. 77013. Chetumal Quintana Roo, México, maria\_cime\_ruiz@hotmail.es (**Autor corresponsal**).



El 97% de los juveniles se registró en la playa Flamenco, con avistamientos durante las tres temporadas, identificándose esta playa como una de refugio y alimentación. Se encontró una alta cantidad de exuvias en la temporada de secas (64 exuvias) en las playas km 155 e Icahao, como resultado de los procesos de anidación en la temporada de nortes. La playa Flamenco presentó su pico de anidación en la temporada de lluvias (12 parejas), km 155 en nortes (9 parejas) e Icahao en secas (12 parejas), identificándose a las playas km 155 e Icahao como playas de anidación, al presentar parejas anidando durante las tres temporadas.

El análisis de varianza para abundancia según playa ( $gl=1$ ,  $F=1.37$ ,  $P=0.337$ ) y temporada ( $gl=1$ ,  $F=1.35$ ,  $P=0.328$ ) arrojó una  $p > 0.05$ , por lo cual no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las abundancias entre playas (P. Flamenco=52.3, P. km148=4.6, P. km155=46.3 y P. Icahao=83.3) y temporadas climáticas (Secas=40.0, Lluvias=22.7 y Nortes=76.5), pero se observó una mayor agregación en la zona intermareal durante la temporada de nortes en las playas km 155 (111 ejemplares) e Icahao (164 ejemplares), ya que es la temporada cuando se presenta una mayor actividad reproductora y por ende mayor agregación.

En la temporada de nortes el test de  $\chi^2$  de Pearson, obtuvo que la proporción de sexos, fue significativamente distinta de 1:1 ( $\chi^2=13.2-133.5$ ,  $gl=1$ ) en la playa Flamenco, km 155 e Icahao, encontrándose una mayor proporción de machos que hembras (6.9-19.5 machos por hembra), como resultado de la temporada y el comportamiento reproductivo de la especie, el cual consiste en una mayor agregación de machos en la zona intermareal en busca de pareja y un número bajo de hembras, al llegar únicamente aquellas en desove activo.

El análisis de varianza para talla de las hembras según playa ( $gl=1$ ,  $F=3.67$ ,  $P=0.0165$ ) y temporada ( $gl=1$ ,  $F=0.51$ ,  $P=0.6048$ ), encontró que el factor playa presenta un efecto estadísticamente significativo en las tallas al obtenerse una  $p < 0.05$ , siendo de menor tamaño las hembras de la playa km 148 (174.5 mm) respecto a las otras playas (P. Flamenco=210.9 mm, P. km155=206.6 mm y P. Icahao=210.9 mm), debido a que la playa km 148 es de tránsito ocasional y el número de hembras que llegan suele ser menor y con tallas pequeñas; respecto a los machos, estos fueron del mismo tamaño en las cuatro playas (P. Flamenco=157.8, P. km148=158.5, P. km155=158.8 y P. Icahao=157.4).

Se obtuvo un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 88-95% y un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 0.93-0.97 para la relación peso-talla durante las tres temporadas, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables, el ANOVA arrojó una  $p < 0.01$  indicando que existe una relación estadísticamente significativa entre peso (g) y el ancho de prosoma (mm). La pendiente  $b$  durante las tres temporadas, fue menor y significativamente diferente al valor teórico de 3, por lo cual las cacerolitas de mar presentan un crecimiento alométrico negativo, aumentando preferencialmente en talla y posteriormente en peso, como resultado de un estrés ambiental bajo en las playas.

#### Conclusiones

La mortalidad fue mayor en hembras que machos, como resultado de los procesos reproductivos y las características de las playas. La playa Flamenco se identificó como un sitio de refugio y alimentación, y las playas km 155 e Icahao como sitios de anidación. El proceso reproductivo de *L. polyphemus* en la costa norte de Champotón, ocurre durante todo el año, presentando una variación espacio-temporal en los picos máximos. Durante la temporada de nortes sucede un incremento en la cantidad de organismos en la zona intermareal, debido al proceso reproductivo. La proporción de sexos fue dominada por los machos en todas las playas donde se obtuvo una proporción diferente a 1:1. Las hembras son de mayor tamaño en playas donde ocurren grandes agregaciones. El tipo de crecimiento morfológico de las cacerolitas de mar fue alométrico negativo para la costa norte de Champotón.

#### Agradecimientos

Al director de la tesis el M. en C. Héctor Javier Ortiz León y al CONACYT por el financiamiento, con el proyecto PDCPN 2015-1097.

Periodo: marzo 2019 - febrero 2020

Año: 2020

Institución: Instituto Tecnológico de Chetumal

Lugar de realización: Champotón, Campeche, México.

# AvaCient

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2016 Año 1 Núm. 1 JULIO-DICIEMBRE 2016 ISSN: EN TRÁMITE

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



Revista Impresa

SEP  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2017 Año 2 Núm. 1 ENERO-JUNIO ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación

TECNOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD



RETOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL SIGLO XXI

Revista Impresa

SEP  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2017 Año 2 Núm. 2 JULIO-DICIEMBRE ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



Revista Impresa

SEP  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2018 Año 3 Núm. 1 Vol. IV ENERO-JUNIO ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



SEP  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2018 Año 3 Núm. 2 Vol. V JULIO-DICIEMBRE ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



SEP  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2019 Año 4 Núm. 1 Vol. VI ENERO-JUNIO ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



SEP  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2019 Año 4 Núm. 2 Vol. VII JULIO-DICIEMBRE ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



EDUCACIÓN  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2019 Año 4 Núm. 2 Vol. VII JULIO-DICIEMBRE ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación

CONSTRUCCIÓN Y SUSTENTABILIDAD



RETOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL SIGLO XXI

EDICIÓN ESPECIAL

EDUCACIÓN  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# AvaCient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2020 Año 5 Núm. 1 Vol. VIII ENERO-JUNIO ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



EDUCACIÓN  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

# *AvaCient*

Se terminó de imprimir el 12 de diciembre de 2020,  
por el Departamento de Comunicación y Difusión  
del Instituto Tecnológico de Chetumal,  
Tecnológico Nacional de México.

Tiraje impreso de 250 ejemplares.

Disponible en Internet:

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

Ciudad Chetumal, Quintana Roo, México, 2020.

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



latindex

Fuente Académica Plus  
EBSCOhost

Actualidad Iberoamericana

PERIÓDICA  
Revista de Revistas Latinoamericanas de Ciencias

ERIHPLUS  
EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

LatinREV  
Revista Latinoamericana de Revistas de Ciencias Sociales

ROOTINDEXING  
Revistas de Investigación y Desarrollo Científico

LivRe  
Revistas de Livre acesso

Academic Resource Index  
ResearchBib

biblat  
Bibliografía Latinoamericana  
de Revistas de Investigación y Desarrollo Científico

BASE  
Biblioteca de Acceso Abierto

MIAR  
Matriz de Información para el Análisis de Revistas

INDEX COPERNICUS  
INTERNATIONAL

CiteFactor  
Academic Scientific Journals

DRJI  
Directory of Research Journals Indexing

Scientific Indexing Services

PKP|INDEX

OAJI  
Open Academic Journals Index

email: [avacient@itchetumal.edu.mx](mailto: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](http://www.itchetumal.edu.mx)

#OrgulloTecNM