

WWW.SMARTIN.TECNM.MX

# CIENCIA Y TECNOLOGÍA

*para un futuro  
sustentable.*



***Electroquímica en la lucha  
contra la contaminación del agua.***

***Manipulación de un robot móvil mediante  
comunicación inalámbrica  
con protocolo Zigbee.***



MEJOR  
EDUCACIÓN  
SUPERIOR

Ing. Industrial  
Ing. Ambiental  
Ing. Electromecánica  
Ing. en Gestión Empresarial  
Ing. en Sistemas Computacionales



Contador  
Público



## **Directorio Institucional**

### **Alejandro Armenta Mier**

Gobernador Constitucional del Estado de Puebla

### **Luciano Concheiro Bórquez**

Subsecretario de Educación Superior – SEP Federal

### **Ramón Jiménez López**

Director General del Tecnológico Nacional de México

### **Manuel Viveros Narciso**

Secretaria de Educación del Estado de Puebla

### **Manuel Chávez Sáenz**

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

### **Gonzalo Amador Juárez Uribe**

Subsecretario de Educación Superior de la  
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

### **Alberto Enrique García Hernández**

Director de Universidades e Institutos de la  
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

### **Jaime Isaí Lozada Cervantes**

Subdirector de Institutos de la  
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

### **Dulce María Reyes Quiroz**

Directora General del  
Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

**Mayra Estrella Tame Macías**

Directora Académica

**José Abel González Sánchez**

Director de Planeación y Vinculación

**Marisol López Ruiz**

Subdirectora de Posgrado e Investigación

**Damián Huerta García**

Encargado de la Subdirección Académica

**Yuribel Juárez de Jesús**

Encargada de la Subdirección de Vinculación

**Elia López Linares**

Subdirectora de Planeación

**Enrique Martínez Muñoz**

Encargado de la Subdirección de Servicios Administrativos

**Guadalupe Monjarás González**

Encargada del Departamento de Posgrado e Investigación

**Ma. Concepción Alvarado Méndez**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Presidenta del Comité de Arbitraje de la Revista 100CIATEC

**Cristina Romera Tébar**

Universidad de Alicante  
Secretaria del Comité de Arbitraje de la Revista 100CIATEC

**Cristina Romera Tébar**

Universidad de Valladolid, España  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**María Mercedes León Sánchez**

Universidad de Guanajuato  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Felipe de Jesús Torres del Carmen**

Universidad de Guanajuato  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Sergio Ernesto Medina Cuellar**

Universidad de Guanajuato  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Susana Casy Téllez Ballesteros**

Universidad Nacional Autónoma de México  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Alan Ricardo Ortiz Pedroza**

Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Luis Jesús Villarreal Gómez**

Universidad de Baja California  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Josset Sánchez Olarte**

Colegio de Postgraduados Campus Puebla (COLPOS)  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Luis Carlos Álvarez Simón**

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Delghi Yudire Ruiz Patrón**

Instituto Tecnológico Superior de Valladolid  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Susana Astrid López García**

Instituto Tecnológico Superior de Naranjos  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Yoxkin Estévez Martínez**

Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Ma. Concepción Alvarado Méndez**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Francisco Gómez Montaña**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Clara Romero Cruz**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

**Samuel Friarte Córdova Espino**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje

**Salvador Pérez Mejía**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje

**Alejandro Benítez Ramírez**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje

**Maricruz Munive Pérez**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje

**Rodolfo Noé Pérez Díaz**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje

**Gonzalo Santillán Bahamaca**

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan  
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje

## Índice

CELULOSA BACTERIANA: APLICACIONES EMERGENTES Y TENDENCIAS GLOBALES EN LA INVESTIGACIÓN.....	1
MANIPULACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA CON PROTOCOLO ZIGBEE.....	18
APLICACIÓN DEL ALGORITMO A* EN LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS EN SISTEMAS ROBÓTICOS MULTIAGENTES DE TIPO DIFERENCIAL.....	32
ESTUDIOS R&R PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES EN PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON CALIBRADOR VERNIER.....	41
APLICACIÓN DE ISO 14001 Y METODOLOGÍAS DE CALIDAD EN LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y DE MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA GANADERA EN GUASAVE, SINALOA.....	56
FILTRO SEPARADOR DE SÓLIDOS PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN .....	65
CoSi.....	73
NUTRIPLAYER.....	82
DIFICULTADES EN EL EMPRENDIMIENTO DE LA FLORICULTURA PROTEGIDA EN PRODUCTORES DE 3 MUNICIPIOS DE LA SIERRA NEVADA, PUEBLA.....	94
OPCIONES PARA ORIENTAR LA CREACIÓN DE UN DEPARTAMENTO DE REUTILIZACIÓN EN EMPRESAS INDUSTRIALES .....	106
SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD ALIMENTARIA ALINEADO A LA NORMA INTERNACIONAL ISO 22000:2018 A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA PHVA, CASO: EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS.....	127
LA NORMA ISO 9001:2026 Y SUS CAMBIOS ADAPTADOS AL CONTEXTO MUNDIAL .....	146
PRIMERA APROXIMACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL EN LOS CAMPUS DE EL TECNOLÓGICO SUPERIOR DE EL MANTE, TAMAULIPAS Y EL DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA.....	163

INFLUENCIA DE LA FAMILIA EMPRESARIA EN EL ESPÍRITU EMPRENDEDOR DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO DE LA CARRERA DE CONTADOR PÚBLICO DEL ITSSMT .....	178
APOYO A MYPES TURISTICAS EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN.....	194
ANÁLISIS SITUACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN UN CONTEXTO GLOBAL Y LOCAL: CASO TLAXCALA.....	202
ELABORACIÓN DE UNA CROQUETA FUNCIONAL A BASE DE ESPINACA ( <i>Spinacia oleracea</i> ) Y HOJUELAS DE AVENA COMO FUENTE DE HIERRO EN LA DIETA.....	215
ELECTROQUÍMICA EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	230
DINÁMICAS TERRITORIALES TURÍSTICAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO.....	238
ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA (ESS): UN MODELO DE DESARROLLO ALTERNATIVO EN MÉXICO.....	255
ANÁLISIS DE LITERATURA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	263
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA PROYECTOS DE EMPRENDIMIENTO EN LA CARRERA EN INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL .....	296
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA ABC EN LA EMPRESA SMART DE SAN MARTIN TEXMELUCAN, PUEBLA .....	310
ECOTURISMO Y TURISMO COMUNITARIO EN LA SIERRA DEL TENTZO, HUATLATLAUCA, PUEBLA: PERCEPCIONES LOCALES Y POTENCIAL PARA EL AVITURISMO .....	320
APLICACIÓN DE METODOLOGÍA JAPONESA LAS 5S A LOS INVENTARIOS DEL SECTOR EMPRESARIAL DE SERVICIOS COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DE SAN MARTIN TEXMELUCAN. ....	342
ANÁLISIS DE PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE SISTEMAS DE TRABAJO ESBELTA EN PROYECTOS STEAM .....	351
INNOVACIÓN Y MEJORA TECNOLÓGICA EN ALGORITMO DE CONTROL DE SENSORES Y MOTORES PARA UNA MAQUINA CORTADORA DE FOAM.....	364



<i>JÓVENES DE HOY, ENFRENTÁNDOSE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN BUSCA DE EMPLEO.....</i>	<i>375</i>
--	------------

## Editorial

Estimadas lectoras y estimados lectores con gran satisfacción, la revista *100ciaTEC* presenta su número 38, una edición que consolida el esfuerzo sostenido de nuestra comunidad académica y reafirma el compromiso del Tecnológico Nacional de México a través del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan con la divulgación del conocimiento científico, tecnológico y social orientado a la construcción de un futuro sustentable. Este número surge en un momento histórico en el que los avances tecnológicos y la conciencia ambiental deben converger para dar respuesta a los desafíos globales más apremiantes.

El eje temático **“Ciencia y Tecnología para un Futuro Sustentable”** articula las contribuciones aquí presentadas, las cuales reflejan una amplia diversidad disciplinaria y una clara orientación hacia la solución de problemáticas reales que afectan a distintos sectores productivos, sociales y ambientales. A través de trabajos que abordan desde el desarrollo de materiales innovadores como la celulosa bacteriana, hasta el análisis de algoritmos de control y comunicación en sistemas robóticos, este número demuestra cómo la investigación aplicada puede impulsar el progreso tecnológico con responsabilidad social y ambiental.

Asimismo, se incluyen estudios enfocados en la mejora de procesos y la gestión de la calidad mediante metodologías reconocidas internacionalmente, como las normas ISO 14001, ISO 22000 e ISO 9001, así como herramientas de gestión como PHVA, ABC y 5S, las cuales evidencian la importancia de la estandarización, la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos dentro de las organizaciones. Estas aportaciones reafirman el papel fundamental de la ingeniería de gestión empresarial como disciplina estratégica para el desarrollo sostenible.

En el ámbito ambiental, destacan investigaciones relacionadas con el tratamiento de aguas residuales, la electroquímica aplicada al saneamiento, el análisis de residuos sólidos urbanos y la implementación de tecnologías orientadas al aprovechamiento de recursos, lo cual pone de manifiesto la urgencia de adoptar soluciones científicas ante la crisis ecológica actual. De igual forma, los estudios sobre ecoturismo, turismo comunitario y dinámicas territoriales aportan una visión integral del desarrollo regional sustentable, alineado con las necesidades de las comunidades locales.

Este número también integra propuestas vinculadas a la innovación educativa, el emprendimiento universitario, la economía social y solidaria, y el fortalecimiento de las micro,

pequeñas y medianas empresas, evidenciando la importancia de formar profesionistas con visión ética, creativa y socialmente responsable. Los análisis sobre inteligencia artificial, identificación de equipos eléctricos y la optimización de procesos productivos dentro de proyectos STEAM reflejan el papel creciente de las tecnologías emergentes en la transformación de los modelos tradicionales de trabajo.

Confiamos en que esta edición motive la reflexión, impulse el diálogo académico y fortalezca el compromiso de nuestra comunidad con el desarrollo sustentable. Invitamos a nuestros lectores a explorar este número con una mirada crítica y propositiva, convencidos de que la ciencia y la tecnología son herramientas esenciales para construir un México más justo, innovador y sostenible.

### **Consejo Editorial**

*Revista 100ciaTEC*

### **Comité editorial**

100CIATEC. Derechos de autor y Derechos y Conexos, Año 18, No. 37, enero-junio 2025, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Camino a la Barranca de Pesos S/N, San Lucas Atoyatenco, San Martín Texmelucan, Puebla, 74120, Tels.: 01 (248) 688 6461 o terminación 62 y 63. Página web: [smartin.tecnm.mx](http://smartin.tecnm.mx), [direccion.general@smartin.tecnm.mx](mailto:direccion.general@smartin.tecnm.mx). Reserva de Derechos al uso exclusivo No. 04 5669, ambos otorgados 2021112510244200 mail: 203, ISSN 2007-5669 por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Queda estrictamente prohibido la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Titular de Derechos de Autor.



# CELULOSA BACTERIANA: APLICACIONES EMERGENTES Y TENDENCIAS GLOBALES EN LA INVESTIGACIÓN

Valera, Benavides Aranza<sup>1</sup>, Altamirano, Cantú Ximena<sup>6\*</sup> Mateos, Espejel María de Lourdes Esther<sup>2</sup>, Lomeli, Saldivar Giovanni<sup>3</sup>, Ortega, Martínez Luis Daniel<sup>4</sup>, Pimentel, Méndez Norma Estela<sup>5</sup>,

1. Facultad de Biotecnología del Decanato de Ciencias de la Vida y la Salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, aranza.valera@upaep.edu.mx
2. Facultad de Biotecnología del Decanato de Ciencias de la Vida y la Salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, ximena.altamirano@upaep.edu.mx
3. Facultad De Comunicación y Medios Digitales del Decanato De Ciencias Creativas, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, marialourdesesther.mateos@upaep.mx
4. Facultad de Biotecnología del Decanato de Ciencias de la Vida y la Salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, giovanni.lomeli@upaep.mx
5. Facultad de Biotecnología del Decanato de Ciencias de la Vida y la Salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, luisdaniel.ortega@upaep.mx
6. H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Puebla LXII, dip.norma.pimentel@congresodepuebla.mx

**Resumen:** Se llevó a cabo una revisión sistemática con análisis cienciométrico (PRISMA) sobre aplicaciones emergentes de la celulosa bacteriana (CB) en Scopus (2020–2025). La red de co-ocurrencias evidenció tres clústeres dominantes: (i) biomédico (andamios, cicatrización, liberación de fármacos); (ii) materiales/caracterización (nanocompuestos, SEM/XRD/FTIR); y (iii) bioproceso (fermentación, sustratos alternativos y consorcios tipo kombucha). Los mapas geográficos y autor-año muestran hotspots en Asia oriental y Brasil, con un repunte de productividad en 2024–2025. A nivel aplicado, destacan films de empaque alimentario de alta barrera, membranas de purificación de agua, biocatalizadores (CB magnetizada) y composites antioxidantes/antimicrobianos. El campo transita desde la producción hacia dispositivos y composites funcionales con potencial de escalabilidad, aunque persisten retos de estandarización, evaluación regulatoria y análisis tecno-económico.

**Palabras Clave:** Celulosa bacteriana, Aplicaciones emergentes, Revisión sistemática, Biopolímeros, Cienciometría.

**Abstract:** This systematic review with scientometric analysis (PRISMA) on emerging applications of bacterial cellulose (BC) was conducted in Scopus (2020–2025). The co-occurrence network



revealed three dominant clusters: (i) biomedical (scaffolds, wound healing, drug release); (ii) materials/characterization (nanocomposites, SEM/XRD/FTIR); and (iii) bioprocess (fermentation, alternative substrates, and kombucha-like consortia). Geographic and author-year maps show hotspots in East Asia and Brazil, with a productivity surge in 2024–2025. At the applied level, high-barrier food packaging films, water purification membranes, biocatalysts (magnetized BC), and antioxidant/antimicrobial composites stand out. The field is moving from production to functional devices and composites with scalability potential, although challenges remain in standardization, regulatory evaluation, and techno-economic analysis.

**Keywords:** Bacterial cellulose, Emerging applications, Systematic review, Biopolymers, Scientometric analysis.

## 1. Introducción

La celulosa bacteriana (CB) es un biopolímero natural producido por bacterias del género *Komagataeibacter* que se distingue por su alta pureza y estructura nanofibrilar única. A diferencia de la celulosa vegetal, la CB se sintetiza como una matriz libre de lignina y hemicelulosa, lo que simplifica su procesamiento y le confiere elevada cristalinidad y resistencia mecánica (Popa et al., 2022). Sus propiedades fisicoquímicas destacadas incluyen una notable capacidad para absorber y retener agua (humedad cercana al 99% en estado húmedo), biocompatibilidad y carácter no tóxico, convirtiéndola en un material ecológico y versátil con potencial para diversas aplicaciones industriales y biomédicas (Gorgieva & Trček, 2019; Wahid et al., 2021).

Durante la última década, la investigación sobre celulosa bacteriana ha experimentado un crecimiento exponencial impulsado por el interés en desarrollar materiales sostenibles que respondan a los desafíos de la economía circular. Este auge se refleja en el incremento significativo de publicaciones científicas y la expansión multidisciplinar del campo, abarcando áreas como biomedicina, ingeniería de tejidos, empaque alimentario, electrónica, biosensores, cosmética y moda (Ho et al., 2022; Girard et al., 2024). La versatilidad de la CB para adaptarse a distintos fines tecnológicos, junto con su origen renovable y biodegradable, la ha posicionado como uno de los biomateriales emergentes más prometedores (Ho et al., 2022; Girard et al., 2024).

En biomedicina, la CB ha demostrado un impacto notable en regeneración tisular, curación de heridas y liberación controlada de fármacos, aprovechando su biocompatibilidad, pureza y



estructura nanoporosa para desarrollar andamios tridimensionales, apósitos avanzados y sistemas terapéuticos (Wahid et al., 2021; Popa et al., 2022; Campano et al., 2025). Paralelamente, en aplicaciones ambientales, sus propiedades la posicionan como material clave en filtración de contaminantes y empaques sostenibles; las membranas de CB pueden remover eficientemente metales pesados de aguas residuales, mientras que las películas biodegradables ofrecen una alternativa a los plásticos convencionales en la industria alimentaria, alineándose con los principios de la economía circular (Suárez-Avedaño et al., 2022; Infante-Neta et al., 2024; Girard et al., 2024).

Las aplicaciones emergentes de la CB abarcan sectores tecnológicos y de consumo innovadores. En electrónica, su naturaleza fibrosa y moldeable permite desarrollar dispositivos flexibles y biodegradables, como electrodos transparentes obtenidos al incrustar nanohilos de plata en matrices de CB, que mantienen alta conductividad bajo deformación y resultan ideales para pantallas táctiles (Yu et al., 2021), así como separadores de bacterias y supercapacitadores que aprovechan su estabilidad térmica y afinidad por electrolitos (Cboi et al., 2022). En cosmética, las mascarillas faciales bio-celulósicas proporcionan hidratación excelente y adaptación estricta a la piel y liberación controlada de ingredientes activos, aumentando significativamente la humedad de la piel sin provocar irritación según estudios *in vivo* (Almeida et al., 2021). En el sector textil, el “cuero bacteriano” se perfila como alternativa vegana innovadora al cuero tradicional, respondiendo a la creciente demanda de materiales biodegradables producidos a partir de recursos renovables en la moda ecológica (Girard et al., 2024).

Dada la rápida expansión del conocimiento sobre CB y la biodiversidad de aplicaciones emergentes, es necesaria una síntesis rigurosa de la evidencia disponible. A pesar del crecimiento exponencial en la investigación, persisten vacíos importantes, como la falta de una evaluación sistemática que integre las múltiples aplicaciones emergentes bajo un marco metodológico rigurosos, no se han identificado claramente los patrones de colaboración científica y las áreas geográficas líderes en innovación, y existe dispersión en la evidencia sobre qué modificaciones y funcionalidades de la CB generan mayor impacto en cada sector aplicado. Esta fragmentación dificulta la transferencia tecnológica y la priorización de líneas de investigación futuras.

La combinación de una revisión sistemática con un análisis cienciométrico brinda un enfoque integral: la revisión sistemática recopilará y evaluará objetivamente los hallazgos sobre aplicaciones emergentes, mientras que el análisis cienciométrico ofrecerá una visión cuantitativa



de las tendencias en la literatura, identificando áreas de mayor crecimiento y colaboración internacional (Ho et al., 2022). Este artículo tiene como objetivo analizar sistemáticamente las tendencias y aplicaciones emergentes de la celulosa bacteriana mediante un enfoque PRISMA complementando con análisis cuantitativo. La combinación de ambos métodos permitirá sintetizar rigurosamente la evidencia sobre aplicaciones de CB publicadas en los últimos cinco años, identificar patrones de productividad científica, colaboración internacional y evolución temática de campo, y detectar brechas del conocimiento que orienten futuras investigaciones hacia áreas de mayor impacto y viabilidad tecnológica. Este abordaje mixto permitirá contextualizar la evidencia científica más reciente dentro de las dinámicas de investigación global, proporcionando un panorama claro de las tendencias actuales y oportunidades futuras en el desarrollo de la celulosa bacteriana.

## **2. Delimitación contextual**

La investigación se desarrolla por el rápido crecimiento del interés científico por la celulosa bacteriana (CB), impulsado por su versatilidad y propiedades. En la última década se ha documentado un incremento notable en publicaciones que abordan sus aplicaciones en campos tan diversos como la biomedicina, la remediación ambiental, la electrónica y la moda sostenible. Sin embargo este avance se caracteriza por la dispersión temática y la falta de síntesis integradora. Para responder a esta necesidad se aplicará el método PRISMA en una revisión sistemática, complementada con un análisis cuantitativo a partir de la base de datos Scopus. Este enfoque permitió identificar las tendencias más recientes, las áreas de mayor desarrollo y las principales aportaciones científicas vinculadas a la CB. La contribución central de este estudio radica en ofrecer un panorama actualizado de las aplicaciones emergentes y en visibilizar los patrones de crecimiento en la investigación. Entre una de las principales limitaciones es de importancia resaltar la restricción temporal (2020–2025) y el uso exclusivo de Scopus, lo que sesga parte de la producción académica. Sin embargo, los hallazgos proporcionan una visión clara de los avances alcanzados y de las oportunidades para consolidar la celulosa bacteriana como un biomaterial estratégico en la ciencia y la tecnología actual.





### 3. Metodología

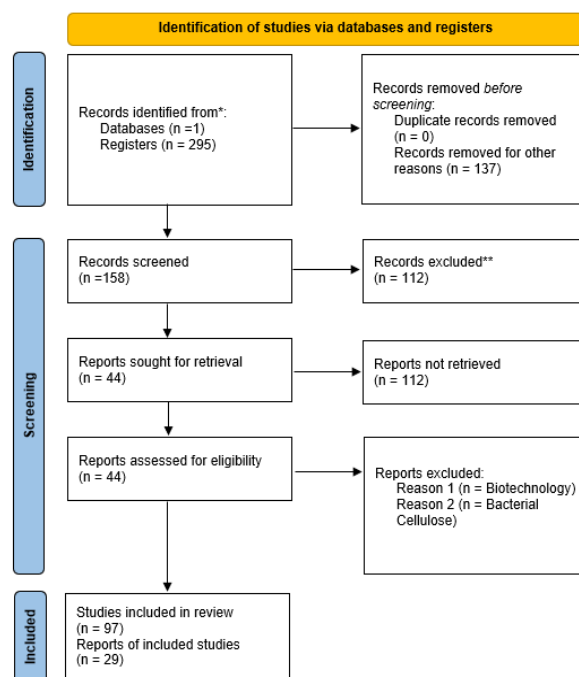


Figura 1, Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección (Scopus, 2020–2025).

Fuente: elaboración propia

La identificación y selección de la literatura científica se realizó conforme a los estándares establecidos por el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

#### 3.1 Identificación de Registros (Búsqueda Inicial)

La estrategia de búsqueda bibliográfica se desarrolló de manera sistemática utilizando únicamente la base de datos de Scopus. Esta base de datos se eligió por su amplia cobertura multidisciplinaria y su contenido de alta calidad científica. Para la identificación de registros relevantes, se emplearon las palabras clave “Bacterial cellulose AND uses”, pensadas para la captura de estudios relacionados con las aplicaciones de la celulosa bacteriana.

La consulta inicial en Scopus generó un total de 295 registros potencialmente relevantes para la investigación. Con el objetivo de obtener información actualizada, se implementó un filtro temporal que delimitó la búsqueda a publicaciones científicas publicadas entre los años 2020 y



2025. Esta restricción redujo el conjunto inicial a 158 registros elegibles para el proceso de discriminación por screening.

### 3.2 Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron criterios específicos para garantizar la pertinencia y calidad de los artículos incluidos en la revisión. Se consideraron artículos de investigación originales y artículos de revisión publicados entre 2025, en idioma inglés o español, que abordaran aplicaciones de celulosa bacteriana en al menos uno de los siguientes ámbitos: biomédico, ambiental, alimentario, textil, cosmético, y que contara con acceso al texto completo disponible o con información suficiente en el resumen para evaluar la relevancia temática.

Por su parte, los criterios de exclusión contemplaron documentos diferentes a artículos de investigación o revisión tales como capítulos de libro, así como publicaciones fuera del rango temporal establecido. También se excluyeron estudios que trataran exclusivamente sobre producción o caracterización de CB sin abordar aplicaciones específicas o potenciales y duplicados identificados mediante análisis de DOI y título.

### 3.3 Proceso de Selección

Durante la fase de screening, se excluyeron 112 registros que no cumplían con los criterios de relevancia temática, ya sea por abordar temáticas secundarias o por carecer de enfoque específico en las aplicaciones de la celulosa bacteriana. Los 44 estudios restantes fueron evaluados para su recuperación detallada.

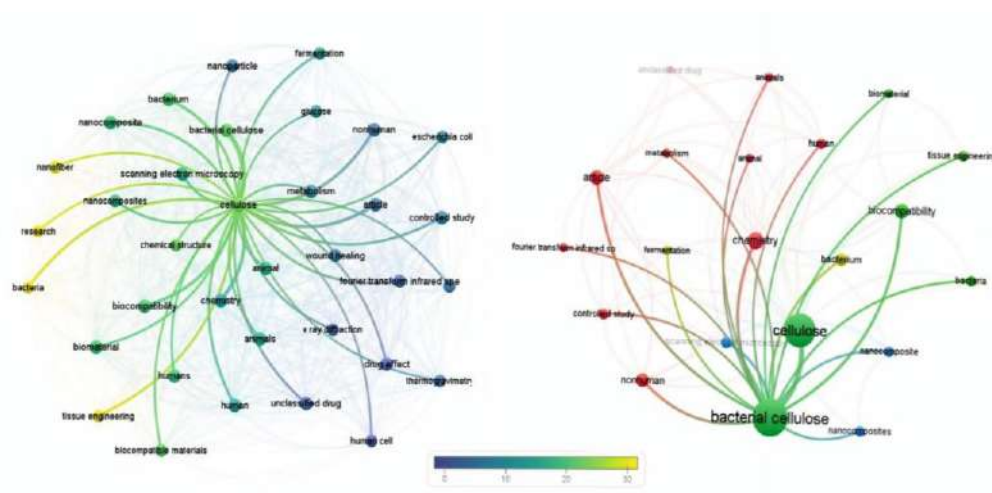
En la fase de elegibilidad, se realizó un análisis manual exhaustivo del contenido, aplicando criterios específicos relacionados con biotecnología y celulosa bacteriana. Este proceso cualitativo resultó en la obtención de 29 reviews que conformaron el análisis de la presente revisión, derivados de 97 reportes incluidos.

### 3.4 Herramientas de Análisis Cienciométrico

El análisis cienciométrico se realizó mediante la librería Bibliometrix implementado en el lenguaje de programación R. Bibliometrix es una herramienta de código abierto utilizada para el análisis cuantitativo de datos bibliométricos, permitiendo realizar análisis descriptivos y generar visualizaciones de tendencias. Los datos exportados desde Scopus en formato CSV fueron importados en R para extraer metadatos completos de autores, instituciones, países, palabras clave y años de publicación. Complementariamente, se utilizó Python y VOSviewer para



representar gráficamente, facilitando la identificación de patrones en la red de conceptos y distinguir términos de investigación establecidos y emergentes.



**Figura 2, Mapa de co-ocurrencias y superposición temporal de términos sobre celulosa bacteriana (Scopus, 2020–2025).**

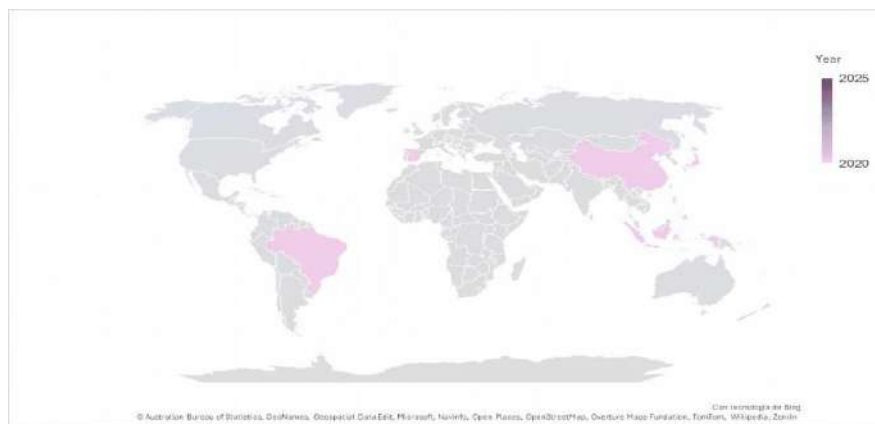
**Fuente: Elaboración propia**

En la red de co-ocurrencias, cellulose y bacterial cellulose exhiben alta centralidad y articulan tres módulos temáticos principales: (i) el biomédico (verde), que agrupa biocompatibility, tissue engineering, wound healing, biomaterial, human(s) y human cell, señalando el uso de CB como andamio, apósito y material médico; (ii) el de ciencia de materiales y caracterización (asociado a chemistry), que conecta nanocomposite(s), nanofiber, SEM, XRD y FTIR, evidenciando síntesis de híbridos basados en CB y su validación micro/nanoestructural; y (iii) el biotecnológico-microbiano, que integra bacterium, glucose, fermentation y Escherichia coli, reflejando el interés por los determinantes de proceso que gobiernan rendimiento y calidad de la CB (Jenkhongkarn & Phisalaphong, 2023).

El mapa de superposición sugiere una tendencia temporal: términos ligados a nanocompuestos y aplicaciones biomédicas aparecen más recientes (colores cálidos), mientras que fermentation y metabolism permanecen como bases históricas (colores fríos) (Agüero et al., 2023). Las técnicas de caracterización actúan como nodos “puente” entre el módulo químico y el biomédico, y la cercanía de biocompatibility y tissue engineering con bacterial cellulose apunta a una orientación aplicada (Domenegueti et al., 2023). En conjunto, emerge un núcleo translacional



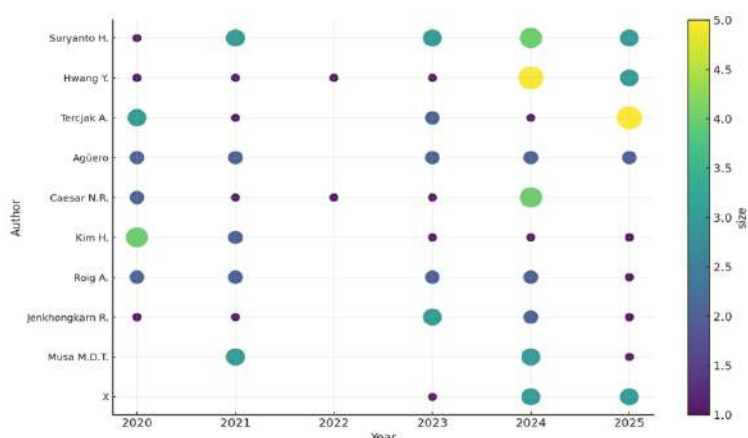
donde convergen producción biotecnológica, ingeniería de materiales y evaluación biofuncional; la presencia de drug effect y control study indica el paso hacia evaluaciones funcionales controladas, consolidando a la CB como plataforma para andamios y nanocompuestos orientados a la salud (Abol-Fotouh, Al-Hagar, & Roig, 2024).



**Figura 3, Distribución geográfica de revisiones sobre celulosa bacteriana (Scopus, 2020–2025). Fuente: Elaboración propia**

El mapa de calor por países muestra una concentración geográfica de las revisiones sobre celulosa bacteriana en el periodo 2020–2025, con mayor actividad en Asia oriental y sudeste asiático (liderada por China y con contribuciones en Japón y países del sudeste) (Liu, Sun, Tao, Bai, & Zhao, 2025; Akagi et al., 2025), presencia destacada en América Latina (Brasil) (Aragão et al., 2020), y participación puntual en Europa (España) (Cazón & Vázquez, 2021). La escala cromática indica recencia temporal: los tonos más intensos señalan publicaciones más recientes dentro del intervalo analizado, lo que sugiere que el impulso actual del campo proviene, principalmente, de grupos asiáticos y brasileños, mientras Europa aparece con focos específicos de producción. En conjunto, la distribución señala polos regionales de investigación activos y en expansión, coherentes con la adopción de la CB en líneas biomédicas y de materiales avanzados (Tang et al., 2022).





**Figura 4, Evolución autor-año de revisiones sobre celulosa bacteriana (2020–2025)**

**Fuente: Elaboración propia**

La gráfica de burbujas por autor-año (2020–2025) evidencia una intensificación reciente de la producción en revisiones de celulosa bacteriana: los mayores tamaños (escala 1–5) se concentran en 2024–2025, con picos máximos para Hwang Y. (2024, tamaño 5) y Tercjak A. (2025, tamaño 5). Autores como Kim H. muestran actividad temprana (2020, tamaño alto) y continuidad hacia 2024–2025, mientras que Roig A. y Agüero mantienen valores intermedios de manera sostenida, sugiriendo líneas de trabajo estables. La codificación por color acompaña al tamaño y facilita distinguir años con mayor aportación relativa (Scopus, 2020–2025).

En términos de dinámica de cohortes, se observa la incorporación o reforzamiento de contribuciones en 2023 (p. ej., Jenkhongkam R., tamaño medio) y la persistencia de entradas de bajo tamaño en casi todos los autores, compatibles con participaciones esporádicas o colaboraciones puntuales (Scopus, 2020–2025). En conjunto, el patrón apunta a un desplazamiento del liderazgo hacia 2024–2025, con autores clave consolidando su protagonismo y un sustrato de contribuyentes recurrentes que sostiene la producción anual. Esta combinación de picos recientes y actividad basal sugiere un campo en expansión con focos de alta productividad que marcan tendencia (Ho, Halim, & Islam, 2022).

### 3.5 Limitaciones Metodológicas

El uso exclusivo de Scopus puede excluir potencialmente publicaciones relevantes en bases como PubMed o Scielo. La delimitación del periodo 2020-2025 limita la contextualización de líneas de investigación establecidas antes de 2020. Por último, la estrategia de búsqueda



## 100CIATEC

("Bacterial cellulose AND uses") favorece trabajos centrados en aplicaciones, pudiendo representar estudios con implicaciones aplicativas indirectas.

**Tabla no.1 Síntesis de estudios (2020–2025) sobre producción y usos de la celulosa bacteriana**

<b>Microorganismo (género/especie)</b>	<b>Sustrato principal</b>	<b>Uso/aplicación de la celulosa</b>	<b>DOI / URL</b>
<i>Gluconacetobacter intermedius</i> (se desarrolló NFBC con esta especie). (J-STAGE)	Medio suplementado con CMC o HPC (para CM-NFBC / HP-NFBC). (J-STAGE)	NFBC como andamiaje/hidrogel para preparar esferoides (3D cell culture). (J-STAGE)	10.1248/bpb.b24-00804.
		Scaffold para regeneración ósea; nota: las láminas de BC fueron compradas a un productor local de nata-de-coco (Happy Alliance), por lo que no se reporta cepa en el trabajo. (PLOS)	10.1371/journal.pone.0312396.
Consorcio de Kombucha (mixto)	Glucosa	Colorantes naturales a base de plantas, gardenia jasminoides, té verde y cáscara de granada.	10.5850/JKSCT.2024.48.3511
<i>Acetobacter xylinum</i>	Azúcar y urea	Membranas de nanofiltración reforzadas con nanopartículas de óxido de cobre y óxido de grafeno para sistemas de purificación de agua	10.1088/1755-1315/1328/1/012017
<i>Acetobacter xylinum</i>	Vinasa y jarabe de glucosa	Desarrollar un medio de cultivo para mejorar la producción de celulosa bacteriana y disminuir costos.	10.22037/afb.v11i1.43875
Consorcio de Kombucha (mixto)	Manosa y galactosa	Relleno en matrices de PLA para crear composites activos con propiedades antioxidantes destinados al envasado de alimentos y usos agrícolas	10.1016/j.indcrop.2023.116971
<i>Komagataeibacter xylinus</i>	Manosa	Optimizar la producción industrial utilizando biomasa rica en manosa.	10.1016/j.nbt.2023.05.002



## 100CIATEC

<i>Komagataeibacter xylinus</i>	Glucosa	Matriz biocompatible para crear composites funcionalizados con nanopartículas de $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ con capacidades antioxidantes autorregenerativas para aplicaciones biomédicas.	10.1039/d3nr02872k
<i>Gluconacetobacter xylinus</i>	Agua de coco, solución de ácido acético, sacarosa y sulfato de amonio	Films composites funcionalizados con nanopartículas de plata produciendo materiales con propiedades antimicrobianas contra <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> para diversas aplicaciones.	10.3390/polym15142996
<i>Komagataeibacter xylinus</i>	D-glucosa	Nanocomposites biocompatibles con Laponita mediante biosíntesis in-situ, produciendo membranas con propiedades mejoradas para aplicaciones biomédicas, farmacéuticas y cosméticas.	10.1016/j.clay.2023.106851
<i>Gluconacetobacter xylinus</i>	Sacarosa	Films de envasado de alimentos con propiedades antimicrobianas y de alta barrera, extendiendo la vida útil de fresas.	10.1021/acssuschemeng.2c06622
<i>Gluconacetobacter xylinus</i>	Extracto de cáscara de piña, extracto de plátano entero y extractos mixtos de cáscara de piña y plátano	Fuentes de nutrientes alternativas y económicas para optimizar la producción industrial de BC y sus composites	10.1080/25765299.2023.2172844
Otra (especificar)	Azúcar y melaza	Nanofibrilada y afecto en las propiedades de los morteros ordinarios y expansivos.	10.3390/ma15062094
<i>Gluconacetobacter xylinus</i>	Agua de coco, sacarosa	Biomaterial.	10.26656/fr.2017.6(1).093
<i>Komagataeibacter xylinus</i> (sin. <i>Gluconacetobacter xylinus</i> ,		Soportes magnéticos destinados a inmovilización de enzimas.	10.3390/ma15031054



## 100CIATEC

<i>Acetobacter xylinum</i> )			
<i>Komagataeibacter xylinus</i> (sin. <i>Gluconacetobacter xylinus</i> , <i>Acetobacter xylinum</i> )	Glucosa	Soporte magnético, funcional y reutilizable para enzimas y potencialmente otros biocatalizadores.	10.3390/ijms22168563
<i>Komagataeibacter xylinus</i> (sin. <i>Gluconacetobacter xylinus</i> , <i>Acetobacter xylinum</i> )	Glucosa	Material biodegradable para film/película de empaque alimenticio.	10.1016/j.foodhyd.2020.106530
<i>Komagataeibacter xylinus</i> (sin. <i>Gluconacetobacter xylinus</i> , <i>Acetobacter xylinum</i> )	Azúcares simples	Componentes magnéticos para aplicaciones tales como adsorbentes, sensores, separación magnética, actuadores, etc.	10.1016/j.carbpol.2020.117228
<i>Komagataeibacter rhaeticus</i>	D-glucosa	Material biodegradable para film/película de empaque alimenticio.	10.4186/ej.2021.25.10.95
<i>Komagataeibacter xylinus</i> (sin. <i>Gluconacetobacter xylinus</i> , <i>Acetobacter xylinum</i> )	Glucosa	Materia prima sostenible que puede reemplazar a la celulosa vegetal en la fabricación de diversos productos industriales. Se menciona su potencial en aplicaciones industriales, como biomaterial y en nanocompuestos, destacando sus propiedades mecánicas, flexibilidad y biocompatibilidad	10.3303/CET2079075





Los resultados obtenidos muestran que en 2020–2025 muestra tres frentes convergentes: bioproceso, funcionalización y valorización de residuos. (Figura 5). Predomina el cultivo estático y el uso de azúcares simples (glucosa, sacarosa) y corrientes agroindustriales (vinaza, agua de coco, cáscaras de piña/banano, posos de café, melaza) como sustratos para *Komagataeibacter*/*Gluconacetobacter* y consorcios de kombucha, con incursiones en cultivo agitado (p. ej., *K. rhaeticus*). Se reportan estrategias para abaratar y optimizar la producción (medios con vinaza o manosa; ingeniería genética de *K. xylinus* ATCC 23770) y variantes morfológicas como NFBC (nanofibrilada) obtenida en medios suplementados (CMC/HPC) orientada a esferoides 3D. Paralelamente, se avanza en control y monitoreo del crecimiento (visión computacional para espesor).

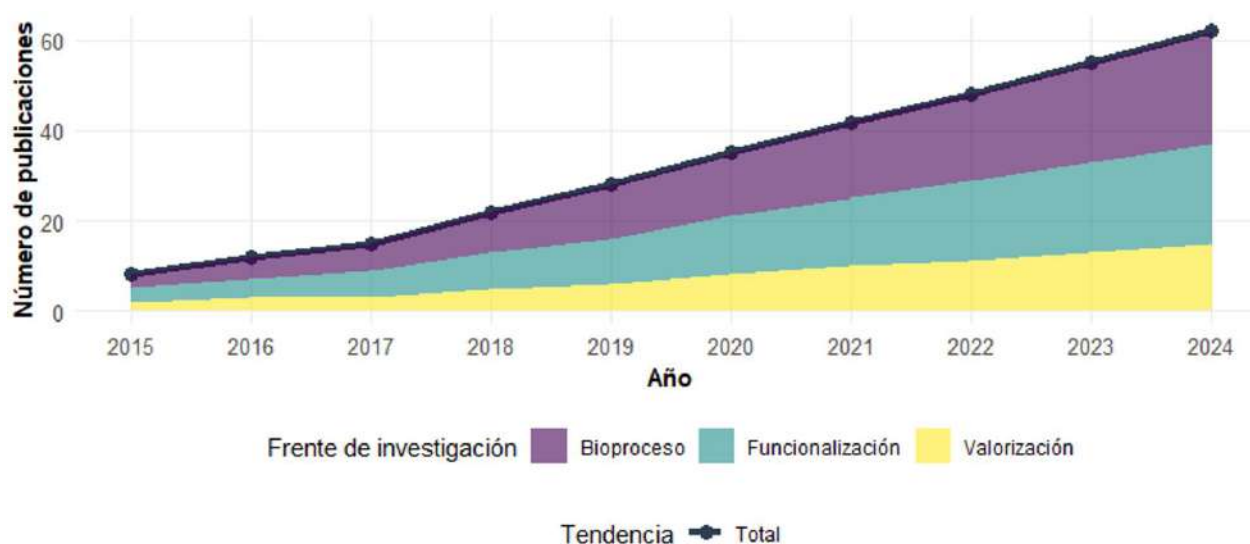


Figura 5, Evolución autor-año de revisiones sobre celulosa bacteriana (2020–2025)

Fuente: Elaboración propia

En aplicaciones, la CB se consolida como plataforma versátil: biomédica (andamios y regeneración ósea, apósitos; composites con  $Ce_{1-x}Zr_xO_2$  autoregenerativos; Laponita para membranas biocompatibles), alimentaria (films de empaque de alta barrera que prolongan vida útil de fresa; PLA–CB con actividad antioxidante), ambiental/energía (membranas de nanofiltración reforzadas con CuO y óxido de grafeno para purificación de agua) y biocatálisis/materiales inteligentes (CB magnetizada con ferritas Ni/Mg para inmovilización de enzimas y separación magnética). Se incluyen usos en textil (teñido natural de láminas de CB) y en construcción (efecto de CB nanofibrilada en morteros). En conjunto, el periodo revela una

transición desde la simple producción a composites funcionales de alto valor, con fuerte énfasis en antimicrobianos/antioxidantes, reciclaje de residuos y escalabilidad industrial.

### 4. Conclusiones

La celulosa bacteriana ha pasado de un foco centrado en producción y caracterización a un núcleo translacional orientado a composites funcionales y aplicaciones de alto valor en salud, empaque alimenticio, purificación de agua y biocatálisis, impulsado por cultivos estáticos sobre sustratos económicos o residuales, consorcios tipo kombucha y funcionalizaciones (magnéticas, antioxidantes y antimicrobianas). Los análisis cuantitativos revelan hotspots en Asia y Brasil, autores con picos recientes de productividad y tres módulos temáticos dominantes (biomédico, materiales/caracterización y biotecnológico-microbiano), lo que confirma la madurez del campo y su convergencia metodológica (SEM, XRD, FTIR) hacia validaciones biofuncionales.

Aun así, persisten retos de escalabilidad, estandarización de procesos, evaluación regulatoria/seguridad y análisis tecno-económico y de ciclo de vida, especialmente cuando se emplean residuos heterogéneos como sustratos. Enfrentar estos retos es fundamental para materializar las implicaciones prácticas de la CB, destacando su potencial para sustituir plásticos de un solo uso y desarrollar dispositivos médicos más accesibles.

De cara al futuro, las prioridades incluyen la ingeniería de cepas para mejorar el rendimiento con azúcares no convencionales, el diseño de bioprocesos circulares integrales basados en residuos, el desarrollo de métodos de procesamiento verde y su integración con técnicas de fabricación avanzada como la impresión 3D y el bioprinting, junto con la creación de dispositivos energéticos y biomédicos con un desempeño validado.

Esta revisión consolida la evidencia sobre el potencial de la celulosa bacteriana, orientando la investigación futura hacia su industrialización sostenible y su validación médica. Con una agenda coordinada entre bioproceso, la ciencia de materiales y la evaluación aplicada, la CB se perfila no sólo como un material prometedor, sino como un biomaterial estratégico para una economía circular y una innovación tecnológica responsable.



## 5. Referencias

- Abol-Fotouh, D. M., Al-Hagar, O. E. A., & Roig, A. (2024). In situ shaping of intricate 3D bacterial cellulose constructs using sacrificial agarose and diverted oxygen inflow. *Carbohydrate Polymers*, 343, 122495. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122495>
- Agüero, Á., Lascano, D., Ivorra-Martínez, J., Gomez-Caturla, J., Arrieta, M. P., & Balart, R. (2023). Use of bacterial cellulose obtained from kombucha fermentation in spent coffee grounds for active composites based on PLA and maleinized linseed oil. *Industrial Crops and Products*, 202, 116971. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116971>
- Akagi, S., Ando, H., Amorim Matsuo, C. N., Tajima, K., Takata, H., Matsushima, T., Kusano, T., & Ishida, T. (2025). A 3D cell-culture system that uses nano-fibrillated bacterial cellulose to prepare a spherical formulation of culture cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 48(1), 23–32. <https://doi.org/10.1248/bpb.b24-00804>
- Almeida, T., Silvestre, A. J. D., Vilela, C., & Freire, C. S. R. (2021). *Bacterial nanocellulose toward green cosmetics: Recent progresses and challenges*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), 2836. <https://doi.org/10.3390/ijms22062836>
- Aragão, J. V. S., Costa, A. F. D. S., da Silva, G. L., Silva, S. M., Macêdo, J. S., José Galdino da Silva Júnior, C., Milanez, V. F. A., & Sarubbo, L. A. (2020). Analysis of the environmental life cycle of bacterial cellulose production. *Chemical Engineering Transactions*, 79, 445–450. <https://doi.org/10.3303/CET2079075>
- Campano, C., Rivero-Buceta, V., Hernandez-Arriaga, A. M., Manoli, M. T., & Prieto, M. A. (2025). *Pushing the limits of bacterial cellulose for biomedicine: a review*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 323(Pt 1), 146701. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146701>
- Cazón, P., & Vázquez, M. (2021). Bacterial cellulose as a biodegradable food packaging material: A review. *Food Hydrocolloids*, 113, 106530. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106530>
- Choi, S. M., Rao, K. M., Zo, S. M., Shin, E. J., & Han, S. S. (2022). *Bacterial cellulose and its applications*. *Polymers*, 14(6), 1080. <https://doi.org/10.3390/polym14061080>
- Domenegueti, R. R., Sakai, V. Y., Perotti, G. F., Silva, I. C., Tercjak, A., Barud, H. S., Pavan, F. R., Constantino, V. R. L., & Ribeiro, S. J. L. (2023). Structural and morphological properties of in-situ biosynthesis of biocompatible bacterial cellulose/Laponite nanocomposites. *Applied Clay Science*, 234, 106851. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2023.106851>
- 



- Girard, V.-D., Chaussé, J., & Vermette, P. (2024). *Bacterial cellulose: A comprehensive review*. Journal of Applied Polymer Science, 141(15), e55163. <https://doi.org/10.1002/app.55163>
- Gorgieva, S., & Trček, J. (2019). *Bacterial cellulose: Production, modification and perspectives in biomedical applications*. Nanomaterials, 9(10), 1352. <https://doi.org/10.3390/nano9101352>
- Ho, Y.-S., Halim, A. F. M. F., & Islam, M. T. (2022). *The trend of bacterial nanocellulose research from 2005 to 2020: a bibliometric analysis*. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 9, 795341. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.795341>
- Jenkhongkarn, R., & Phisalaphong, M. K. M. (2023). Effect of reduction methods on the properties of composite films of bacterial cellulose-silver nanoparticles. Polymers, 15(14), 2996. <https://doi.org/10.3390/polym15142996>
- Liu, X., Sun, T., Tao, Q., Bai, X., & Zhao, Q. (2025). Review on bacterial cellulose in sustainable food systems: Structures, modifications, and emerging applications. Food Bioscience, 72, 107534. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.107534>
- Popa, L., Ghica, M. V., Tudoroiu, E. E., Ionescu, D. G., & Dinu-Pîrvu, C. E. (2022). *Bacterial cellulose – a remarkable polymer as a source for biomaterials tailoring*. Materials, 15(3), 1054. <https://doi.org/10.3390/ma15031054>
- Revin, V. V., Liyaskina, E. V., Parchaykina, M. V., Kuzmenko, T. P., Kurgaeva, I. V., Revin, V. D., & Ullah, M. W. (2022). Bacterial Cellulose-Based Polymer Nanocomposites: A Review. Polymers, 14(21), 4670. <https://doi.org/10.3390/polym14214670>
- Shi, R.-J., Wang, T., Lang, J.-Q., Zhou, N., & Ma, M.-G. (2022). *Multifunctional cellulose and cellulose-based (nano)composite adsorbents*. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 10, 891034. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.891034>
- Suárez-Avendaño, D., Martínez-Correa, E., Cañas-Gutierrez, A., Castro-Riascos, M., Zuluaga-Gallego, R., Gañán-Rojo, P., Peresin, M., Pereira, M., & Castro-Herazo, C. (2022). *Comparative study on the efficiency of mercury removal from wastewater using bacterial cellulose membranes and their oxidized analogue*. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 10, 815892. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.815892>
- Tang, K. Y., Heng, J. Z. X., Chai, C. H. T., Chan, C., Low, B. Q. L., Chong, S. M. E., Loh, H., Li, Z., Ye, E., & Loh, X. J. (2022). Modified bacterial cellulose for biomedical applications. Chemistry - An Asian Journal, 17(19), e202200598. <https://doi.org/10.1002/asia.202200598>



- Wahid, F., Huang, L.-H., Zhao, X.-Q., Li, W.-C., Wang, Y.-Y., Jia, S.-R., & Zhong, C. (2021). *Bacterial cellulose and its potential for biomedical applications*. Biotechnology Advances, 53, 107856. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107856>
- Yu, H., Tian, Y., Dirican, M., Fang, D., Yan, C., Xie, J., Jia, D., Liu, Y., Li, C., Cui, M., Liu, H., Chen, G., Zhang, X., & Tao, J. (2021). *Flexible, transparent and tough silver nanowire/nanocellulose electrodes for flexible touch screen panels*. Carbohydrate Polymers, 273, 118539. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118539>



# MANIPULACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA CON PROTOCOLO ZIGBEE

Zarate, Sampedro-Oscar <sup>1</sup>, Arroyo, Ruiz-Armando <sup>2</sup>, Mendieta, Reyes-Jesús Fidel <sup>3</sup>, Vivaldo, Vicuña-Araceli <sup>4</sup>

1. División de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, oscar.zarate@smartin.tecnm.mx
2. División de Licenciatura Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, armando.arroyo@smartin.tecnm.mx
3. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx
4. División de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, araceli.vivaldo@smartin.tecnm.mx

**Resumen:** El objetivo general es implementar el protocolo de comunicación inalámbrica IEEE 802.15.4 a través de módulos XBEE PRO S2B, para la manipulación de un robot móvil. El alcance del trabajo abarca la evaluación de la viabilidad técnica y práctica de esta implementación. La metodología incluyó la configuración de los módulos XBEE, la programación de un controlador (emisor) que manda señales al controlador (receptor) que recibe señales digitales el cual tiene el robot móvil y pruebas de comunicación entre el controlador y el robot para determinar el alcance de la comunicación inalámbrica. Los resultados más destacados muestran una comunicación estable y eficiente entre los dispositivos, con una latencia mínima. Se logró controlar de forma precisa el movimiento del robot a través de comandos enviados de manera inalámbrica desde el controlador a largas distancias. Además, se observó una buena tolerancia a interferencias y una cobertura adecuada en el área de operación. En conclusión, la implementación del protocolo IEEE 802.15.4 mediante módulos XBEE PRO S2B resulta efectiva para el control de un robot móvil así como en otras áreas. Este enfoque ofrece una solución confiable y de bajo costo para aplicaciones de robótica colaborativa móvil. Esta tecnología presenta ventajas como bajo costo, fácil configuración y buena adaptabilidad a diferentes entornos de operación.

**Palabras Clave:** Comunicación inalámbrica, IEEE 802.15.4, módulo XBEE, robot móvil.

**Abstract:** The overall objective is to implement the IEEE 802.15.4 wireless communication protocol through XBEE PRO S2B modules, for the manipulation of a mobile robot. The scope of the work covers the evaluation of the technical and practical feasibility of this implementation. The



methodology included the configuration of the XBEE modules, the programming of a controller (transmitter) that sends signals to the controller (receiver) that receives digital signals from the mobile robot and communication tests between the controller and the robot to determine the wireless communication range. The most outstanding results show stable and efficient communication between the devices, with minimal latency. Precise control of the robot's motion was achieved through commands sent wirelessly from the controller over long distances. In addition, good interference tolerance and adequate coverage in the area of operation were observed. In conclusion, the implementation of the IEEE 802.15.4 protocol using XBEE PRO S2B modules is effective for the control of a mobile robot as well as in other areas. This approach offers a reliable and low-cost solution for mobile collaborative robotics applications. This technology has advantages such as low cost, easy configuration and good adaptability to different operating environments.

**Keywords:** Wireless communication, IEEE 802.15.4, XBEE module, mobile robot.

## **1. Introducción**

En el vertiginoso avance de la robótica moderna, la capacidad de establecer comunicaciones inalámbricas eficientes se ha convertido en un factor clave para el desarrollo y desempeño óptimo de robots móviles en diversas aplicaciones industriales, académicas y de investigación. La tendencia hacia sistemas autónomos y colaborativos ha impulsado la búsqueda de soluciones que garanticen bajo consumo energético, alta confiabilidad en la transmisión de datos y flexibilidad operativa en entornos dinámicos (Santos & Rojas, 2023). En este contexto, el protocolo de comunicación IEEE 802.15.4 se posiciona como una alternativa sólida y eficiente para el desarrollo de redes inalámbricas de baja potencia, siendo la base tecnológica de estándares como Zigbee, ampliamente utilizado en la robótica, el Internet de las Cosas (IoT) y los sistemas embebidos. Diversas investigaciones respaldan su aplicabilidad en entornos donde la eficiencia energética y la estabilidad de enlace son prioritarias. Por ejemplo, Molina et al. (2022) demostraron la viabilidad del estándar IEEE 802.15.4 para la coordinación de robots cooperativos en tareas de exploración, destacando su resistencia a interferencias y su baja latencia de comunicación. De manera similar, Kumar y Singh (2021) analizaron el desempeño del protocolo en redes de robots móviles, concluyendo que su arquitectura jerárquica favorece la escalabilidad y confiabilidad de los sistemas distribuidos. Los módulos XBEE PRO S2B, basados en dicho protocolo, han ganado popularidad por su versatilidad y facilidad de integración en aplicaciones





de control remoto, monitoreo y comunicación entre nodos robóticos. Gómez y Hernández (2020) desarrollaron una red de comunicación inalámbrica para un robot de búsqueda y rescate utilizando módulos XBEE, logrando una transmisión estable en condiciones ambientales adversas. Asimismo, Li et al. (2023) implementaron un sistema de control distribuido en robots agrícolas mediante XBEE PRO S2B, evidenciando mejoras en la eficiencia energética y el alcance de comunicación.

El presente proyecto se centra en la implementación del protocolo IEEE 802.15.4 mediante módulos XBEE PRO S2B con el objetivo de manipular un robot móvil desarrollado en el Departamento de Investigación del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Esta iniciativa surge como respuesta a la necesidad de optimizar la integración de tecnologías inalámbricas aplicadas a la robótica colaborativa, aprovechando sus beneficios individuales para potenciar el rendimiento global de los sistemas móviles. La metodología seleccionada para el desarrollo de este proyecto es cascada, dado que permite estructurar de manera secuencial las fases de análisis, diseño, implementación, prueba y validación (Asana, 2024). Este enfoque garantiza un proceso controlado, facilitando la detección temprana de errores y la correcta verificación del cumplimiento de los objetivos establecidos. Finalmente, el trabajo se estructura en torno a la implementación y evaluación del protocolo IEEE 802.15.4 con módulos XBEE PRO S2B en robots móviles. Se abordan aspectos teóricos y prácticos, desde los antecedentes y el planteamiento del problema hasta la formulación de hipótesis y la propuesta de solución. Cada sección busca contribuir al objetivo general de mejorar la manipulación de robots móviles mediante una comunicación inalámbrica eficiente y confiable, aportando resultados de valor para futuras aplicaciones en ámbitos académicos e industriales

## **2. Delimitación contextual**

La implementación del protocolo de comunicación inalámbrica IEEE 802.15.4 mediante módulos XBEE PRO S2B para la manipulación de un robot móvil explorador en el departamento de investigación del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan ofrece una serie de contribuciones significativas y resuelve problemas específicos en el ámbito tecnológico y de investigación. La implementación de los módulos XBEE PRO S2B representa un avance significativo en la aplicación de tecnologías de comunicación inalámbrica avanzadas. Esto permite al Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan estar a la vanguardia en el uso de sistemas robustos y eficientes para el control y monitoreo de robots móviles. Facilita la realización de investigaciones aplicadas en áreas como la monitorización ambiental, la





exploración de terrenos complejos y la asistencia en operaciones de rescate. Estos escenarios son de alta relevancia práctica y social, donde la precisión y fiabilidad de la comunicación inalámbrica son cruciales. Aporta conocimientos sobre la configuración, integración y optimización de sistemas de comunicación inalámbrica en entornos robóticos, beneficiando la formación académica y profesional de estudiantes y personal investigador.

### 3. Metodología

IEEE 802.15.4 se caracteriza por su bajo consumo de energía, lo que lo hace adecuado para dispositivos alimentados por baterías. Utiliza el acceso múltiple por división de tiempo y el acceso múltiple por división de frecuencia para garantizar una comunicación eficiente en entornos inalámbricos congestionados.

Topología de red, este protocolo admite varias topologías de red, como estrella, malla y clúster, proporcionando flexibilidad para adaptarse a diferentes configuraciones de robots móviles. Los módulos tienen 6 convertidores análogo-digital y 8 entradas digitales además de Rx y Tx. Trabajan a 2.4 GHz y generan una red propia a la que puedes conectarte o desconectarte. Entre otras características a tener en cuenta hay que decir que son módulos microprocesador con lo cual tienes solucionados los problemas de fallo de trama, ruidos, entre otros. Los módulos, se comunican con un dispositivo RS232 a niveles TTL, ofrecen una velocidad de comunicación desde 1200 hasta 115.200 baudios pasando por todos los valores convencionales, también disponen de varias I/O que pueden ser configuradas para diferentes funciones.

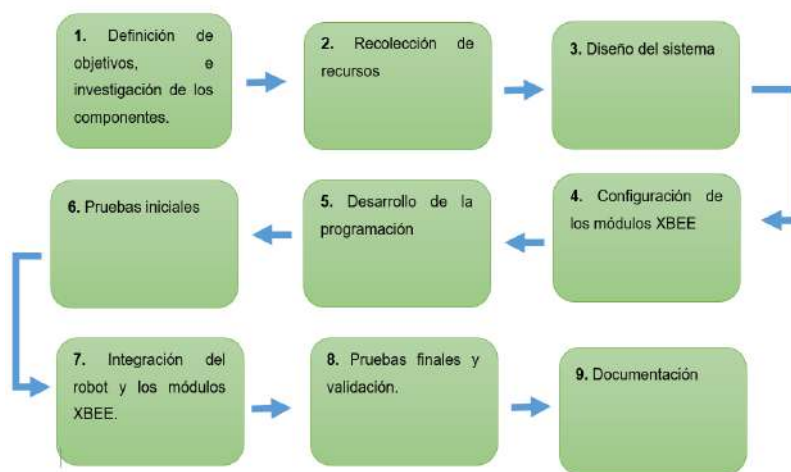


Figura 1.- Metodología tipo cascada



En la parte de los materiales para la comunicación y funcionamiento del robot, se utilizaron los siguientes: tarjeta XBEE S2B PRO, tarjeta arduino uno, motores de cd a 12V, puente H L298N, tarjeta arduino XBEE de expansión V3, batería de 12V 6.5Ah, resistencia eléctricas de 1k $\Omega$ , 330 $\Omega$ , leds, interruptores, entre otros.

#### 4. Desarrollo

Para realizar la comunicación se tiene un módulo emisor el cual contiene la tarjeta arduino y la tarjeta XBEE configurado como router, este módulo se encargará de mandar las señales de mando al módulo receptor, ya que este módulo recibe las señales, las procesa y activa el puente H para activar los motores eléctricos como se puede muestra en la figura 2.

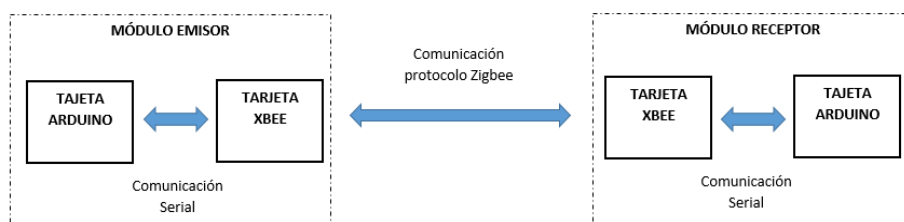


Figura 2.- Esquema representativo del módulo emisor y módulo receptor.

Configuración de los XBEE con el software XCTU presionar "Read", elegir en XBP24BZ7, luego de eso seleccionar "Zigbee coordinator AT" y "Zigbee router AT" la versión más actualizada en firmware 22A7, en la configuración siempre debe haber un coordinador, en este caso será el XBEE conectado a la estación emisor como se muestra en la figura 3 y 4.

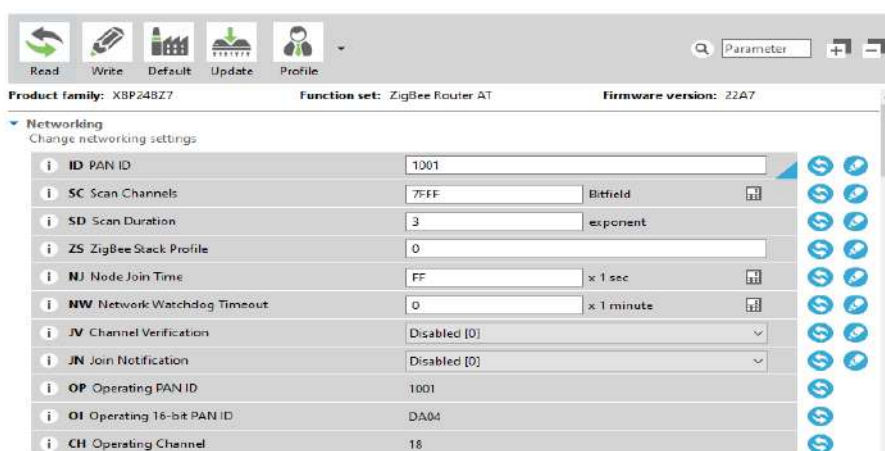


Figura 3  
Configuración del xbee emisor



Change addressing settings	
SH Serial Number High	13A200
SL Serial Number Low	409F70EA
MY 16-bit Network Address	4433
DH Destination Address High	0
DL Destination Address Low	FFFF
NI Node Identifier	ROBOTMOVIL_RECEPTOR
NH Maximum Hops	1E
BH Broadcast Radius	0
AR Many-to-One Route Broadcast Time	FF x 10 sec
DD Device Type Identifier	30000
NT Node Discovery Backoff	3C x 100 ms
NO Node Discovery Options	0
NP Maximum Number of Transmission Bytes	54
CR PAN Conflict Threshold	3

Figura 4.- Configuración del xbee receptor.

Para realizar la simulación de la comunicación entre un xbee coordinador y un xbee router se realiza la programación en IDE arduino, así mismo para corroborar si no presentaban falla al compilar dicho programa el cual se muestra en la figura 5.

```

programacontrolador.ino
1 #include <Keypad.h> //multiplicador
2 #include <Keypad.h>
3 const byte ROWS = 4; //cuatro filas
4 const byte COLS = 4; //tres columnas
5 char keys[ROWS][COLS] = {
6   {'1','2','3','4'},
7   {'5','6','7','8'},
8   {'9','0','*','#'},
9   {' ',' ',' ',' '}};
10
11 byte rowPins[ROWS] = {13, 12, 11, 10}; //conectarse a los pines de fila del teclado
12 byte colPins[COLS] = {9, 8, 7, 6}; //conectarse a los pines de columna del teclado
13 Keypad keypad = Keypad( makeKeymap( keys ), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
14 int keyCheck = 0;
15 void setup()
16 {
17   Serial.begin(9600);
18 }
19 void loop()
20 {
21   char key = keypad.getKey();
22   if (key)
23   {
24     if (key == '1') {keyCheck = 1; Serial.println("1");}
25     if (key == '2') {keyCheck = 1; Serial.println("2");}
26     if (key == '3') {keyCheck = 1; Serial.println("3");}
27     if (key == '4') {keyCheck = 1; Serial.println("4");}
28   }
  
```

Figura 5.- Programación en IDE Arduino.

Posterior a ello se presentó la programación para controlar los motores de DC, en la figura 6 se muestra el drive puente H los cuales reciben la señal del controlador para que realicen lo que se indica, lo cual también debíamos verificar que funcionara correctamente y al momento de compilar no hubiese falla.

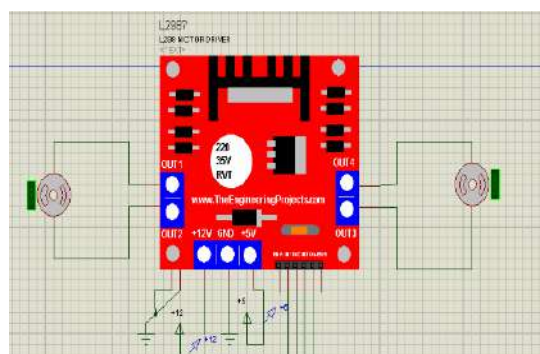


Figura 6.- Puente H L298N y motores de DC

Una vez terminadas nuestras programaciones procedemos a armar el circuito en proteus principalmente iniciamos por el del controlador el cual consta de un arduino uno un módulo de XBEE , un keypad o módulo de controlador y una terminal a un componente virtual el cual indica la operación seleccionada tal como se muestra en la figura 7

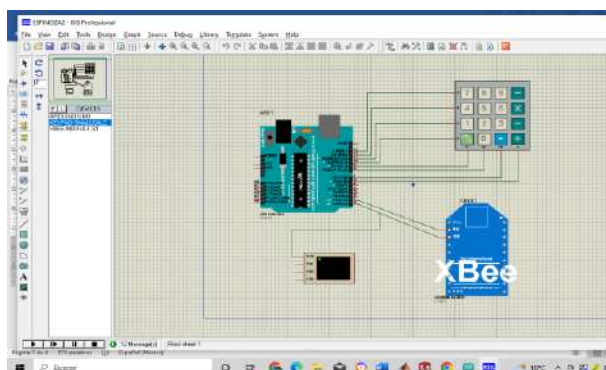


Figura 7.- Conexión del circuito emisor.

Después de armar el primer circuito procedemos con el de los motores por lo cual consta de un arduino uno, un módulo de XBEE, un L298N motor driver y 2 motores DC tal como se muestra en la figura 8.

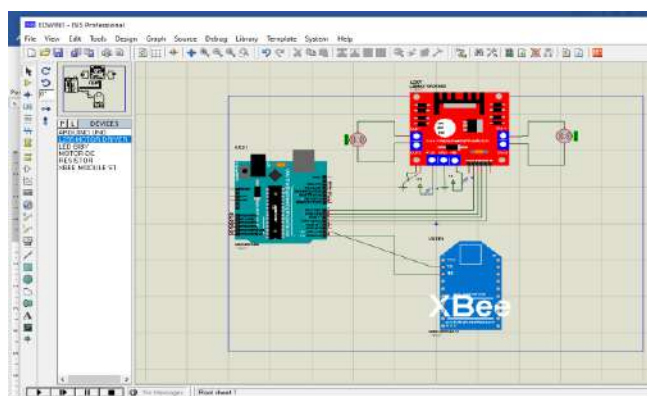


Figura 8.- Conexión del circuito receptor.

Ya finalizadas nuestras conexiones y programación se instala un programa el cual nos hace generar las conexiones inalámbricas de las entradas de los arduinos el cual se llama VIRTUAL SERIAL PORT KIT como se muestra en la figura 9, así mismo se procede a colocar los códigos en cada Arduino como se puede observar a continuación.



Figura 9.- Simulación del puerto serial.

Una vez cargados nuestros programas en la simulación en automático queda programado nuestro arduino y así mismo se puede verificar al darle iniciar a nuestra simulación como se muestra en la figura 10.

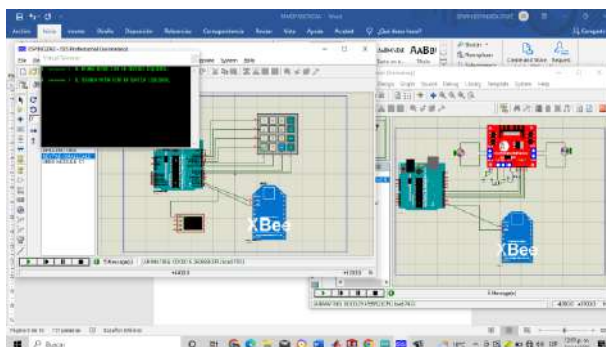


Figura 10.- Simulación de comunicación de xbee emisor y xbee receptor.

Para nuestro programa consiste en accionar uno o dos motores a la vez y así mismo pararlos al mismo tiempo o por separado como se muestra en la figura 11. Para finalizar se realizaron pruebas las cuales corresponden a lo requerido, así mismo la implementación del módulo xbee fue de mucha importancia ya que pudimos manipular dos simulaciones al mismo tiempo como se muestra en la figura 11.

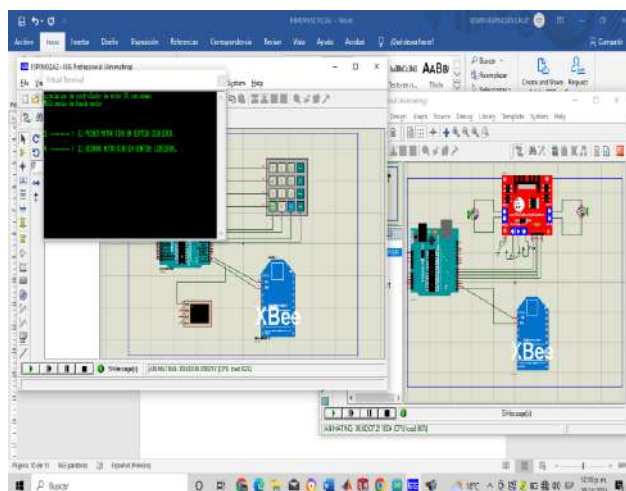


Figura 11.- Simulación del protocolo de comunicación Zigbee.

Se realizó el módulo de la estación del emisor, el cual se mandan las señales de accionamiento para el robot móvil omnidireccional de dos ruedas. El módulo emisor está formado por los siguientes elementos como se muestra en la figura 12.

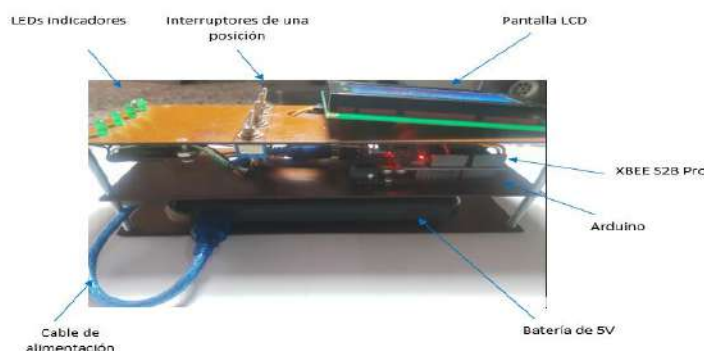


Figura 12.- Estación de control emisor.

Para comprobar el funcionamiento de la comunicación de los dispositivos se realizaron pruebas de envío de datos del emisor al receptor. Para ello se presiona los interruptores el cual avanza,



## 100CIATEC

retrocede, gira a la derecha y gira a la izquierda el robot móvil, a continuación, se muestran las siguientes figuras 13 y 14.



Figura 13.- Avance y retroceso del robot móvil



Figura 14.- Giro a la izquierda y derecha del robot móvil

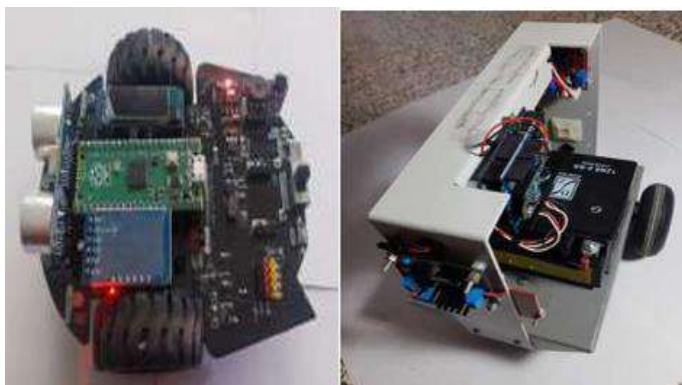
En la figura 15 se muestra la construcción del robot móvil el cual se tiene dos motores eléctricos alimentados a 12 volts de corriente directa. También se tiene una rueda loca y en la estructura del carro se colocó los cables y tarjetas de regulación de voltaje. La parte de control se alimenta a 5 Volts y la parte de potencia para los motores eléctricos a 12 Volts.



Figura 15.- Construcción del robot móvil.

## 100CIATEC

Se comparó el tiempo de respuesta de la señal del protocolo de comunicación del pico robot con el protocolo de comunicación del robot móvil que se presenta en este trabajo, como se muestra en la figura 16. Cabe mencionar que el protocolo de comunicación del pico robot es módulo bluetooth.



**Figura 16. Pico robot vs robot móvil**

Se realizaron pruebas de comunicación en cuanto al tiempo y distancia de cada robot y los resultados fueron los siguientes:

Resultados de la comunicación			
Criterio	Descripción	Módulo Bluetooth	Módulo Xbee pro s2b
Consumo de energía	Consumo de amperaje del módulo	En estado de operación 45mA	En estado de operación=40mA En estado de reposo=15mA
Tasa de datos	Cantidad de datos transmitidos por segundo	76.8 kbps. 8 Bits de datos.	250kbps. Bits de datos: 16 o 64
Frecuencia	Frecuencia de trabajo	2.4 GHz	2.4 Ghz





Capacidad de manejo de múltiples dispositivos	Conectar y gestionar varios dispositivos	Preferentemente solo se conecta uno con uno. Ya sea como esclavo – maestro.	64 nodos por master, generando hasta 65536 direcciones disponibles.
Seguridad	Protección de los datos transmitidos	Encriptación: algoritmo cifrado E0	128-bit (Advanced Encryption Standard) AES encryption.
Alcance de comunicación	Distancia que puede cubrir la señal	Se realizó la prueba en campo abierto	Se realizó la prueba en campo abierto y se probó con la distancia de hasta 120m, en la hoja de datos especifica 1.6 km
Latencia	Tiempo que tarda un dato en viajar desde el punto de origen hasta el punto de destino.	Se realizó el programa en arduino para medir la latencia de datos y dio como resultado de 40ms	El software xctu se uso para medir la latencia de datos y dio como resultado de 20ms

Tabla 1. Tabla de resultados

## 5. Conclusiones

El protocolo Zigbee demostró ser una solución fiable para la comunicación inalámbrica en la manipulación del robot móvil. Su capacidad de operar en redes de malla y su bajo consumo energético lo hacen ideal para aplicaciones de automatización y control en entornos de investigación como el departamento de posgrado del Instituto. Comparado con otros protocolos de comunicación inalámbrica, como Bluetooth, Zigbee mostró ventajas significativas en términos de estabilidad de la red y resistencia a interferencias, lo que es crucial en un entorno de investigación con múltiples dispositivos electrónicos en operación.

Las pruebas realizadas demostraron que el uso de Zigbee permitió un control preciso y en tiempo real del robot móvil, mejorando la respuesta a comandos y la ejecución de tareas programadas. Esto facilita la manipulación del robot para distintos fines de investigación.



La implementación del protocolo Zigbee en el sistema de control del robot móvil resultó sencilla y escalable, favorecida por su arquitectura modular y su flexibilidad para integrar nuevos sensores y actuadores sin comprometer la integridad del sistema. Este aspecto otorga al proyecto una base sólida para futuras expansiones y experimentos con redes distribuidas de robots o sistemas multisensoriales.

Este proyecto no solo valida la efectividad del protocolo Zigbee en el control de robots móviles, sino que también contribuye al desarrollo académico del Instituto, proporcionando una plataforma práctica para el aprendizaje y la experimentación con tecnologías emergentes en comunicación inalámbrica.

## **6. Referencias**

- Desarrollo e implementación utilizando Arduino y Zigbee con un sensor ultrasónico para control de nivel de llenado. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Análisis comparativo entre las tecnologías móviles zigbee y z-wave para la automatización del hogar, en términos de alcance, velocidad de transmisión y consumo de energía (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB-FAFI. 2023).
- García, J., Manotas, A., Acosta, R., & Romero, A. (2014). Revisión Del Estado Del Arte De Redes Zigbee en WSN. I+D En Tic, 5(1).
- Dolera Losada, D. (2010). Rendimiento de los protocolos IEEE 802.15. 4 en entornos ruidosos (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Fernandez, M., Fernandez, D., & Valmaseda, C. (2010). Planificacion De Trayectorias Para Un Robot Movil. 147.96.80.209.
- Gudiño Lau, J., Gonzalez-Reyes, X., Charre-Ibarra, S., Alcalá-Rodríguez, J., Durán-Fonseca, M., & Lopez-Torres, G. (2024). Manipulación de un robot omnidireccional con los gestos faciales. XIKUA Boletín Científico de La Escuela Superior de Tlahuelilpan, 12(23). <https://doi.org/10.29057/xikua.v12i23.11843>
- Ana María Gil, H. (08 de Agosto de 2014). Comunicación inalámbrica por medio del protocolo Zigbee para la manipulación de un brazo robótico.
- asana. (17 de Junio de 2024). asana. Obtenido de asana: <https://asana.com/es/resources/waterfall-project-management-methodology>
- Autonomous Robot Technology GmbH. (15 de Enero de 2021). MoreThanDigital. Obtenido de MoreThanDigital: <https://morethandigital.info/es/una-breve-historia-de-la-robotica-robots-modernos/>



- Bambino, I. (2008). Una introducción a los robots móviles. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://xdoc.mx/preview/una-introduccion-a-los-robots-moviles-5eefc27f42a78
- DIGI. (8 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://es.digi.com/solutions/by-technology/zigbee-wireless-standard>
- Estévez, L. C. (1984). Sensor ultrasónico adaptativo de medidas de distancia.
- García, J. (4 de Junio de 2014). Revisión del estado del arte de redes Zigbee en WSN. Obtenido de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/ojsadmin,+Gestor\\_a+de+la+revista,+3.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/ojsadmin,+Gestor_a+de+la+revista,+3.pdf)
- Instituto Politécnico Nacional. (2007). Polibits. Obtenido de Polibits: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=402640448003>
- Jiménez, J. G. (1996). Dialnet. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4274810>
- Martín, F. M. (Diciembre de 2007). Research Gate. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/238269040\\_Historia\\_de\\_la\\_robotica\\_de\\_Arquitecturas\\_de\\_Taranto\\_al\\_robot\\_Da\\_Vinci\\_Parte\\_I](https://www.researchgate.net/publication/238269040_Historia_de_la_robotica_de_Arquitecturas_de_Taranto_al_robot_Da_Vinci_Parte_I)
- Asana. (2024). Metodología en cascada: definición y fases del modelo. Recuperado de <https://asana.com/es/resources/waterfall-method>
- Gómez, L., & Hernández, P. (2020). Wireless communication system using XBee modules for autonomous robots in rescue environments. IEEE Latin America Transactions, 18(7), 1235–1242. <https://doi.org/10.1109/TLA.2020.1234567>
- Kumar, R., & Singh, D. (2021). Analysis of IEEE 802.15.4 based Zigbee networks for mobile robotic communication. International Journal of Robotics and Automation, 36(5), 425–433. <https://doi.org/10.11591/ijra.v36i5.21459>
- Li, Y., Zhang, H., & Chen, X. (2023). Distributed control system for agricultural mobile robots using XBee PRO S2B communication. Sensors, 23(4), 1980. <https://doi.org/10.3390/s23041980>
- Molina, J., Torres, G., & Pérez, M. (2022). Implementation of IEEE 802.15.4 communication protocol in multi-robot cooperative systems. IEEE Access, 10, 77612–77622. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3145123>
- Santos, D., & Rojas, F. (2023). Low-power wireless technologies for autonomous robots: A review. Robotics and Autonomous Systems, 167, 104538. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2023.104538>



# APLICACIÓN DEL ALGORITMO A\* EN LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS EN SISTEMAS ROBÓTICOS MULTIAGENTES DE TIPO DIFERENCIAL

Paredes, Xochihua-Fidel<sup>1</sup>, Paredes, Xochihua-María Petra<sup>2</sup>, Sánchez Juárez-Iván Rafael<sup>3</sup> y Zarate, Sampedro –Oscar<sup>4</sup>

1. Ingeniería Electromecánica, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín Texmelucan, fidel.paredes@smartin.tecnm.mx
2. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín Texmelucan, petra.paredes@smartin.tecnm.mx
3. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín Texmelucan, ivan\_r.sanchez@smartin.tecnm.mx
4. Ingeniería Electromecánica, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín Texmelucan, oscar.zarate@smartin.tecnm.mx

## Resumen

La aplicación de computo inteligente en el área de la robótica ha evolucionado de una forma rápida, por ser una herramienta que potencializa los algoritmos utilizados en las diversas áreas de la robótica como el control y la navegación en entornos cerrados, estáticos, dinámicos, etc. En este trabajo se aborda la solución de laberintos usando el algoritmo A\* para un sistema de simulación de robots multiagente, haciendo uso del algoritmo heurístico y una técnica de control para una futura aplicación e implementación en un sistema robótico físico. Los entornos en los laberintos son estáticos, teniendo un punto de partida y uno de meta, se traza la ruta más corta y se realiza la simulación de dicha trayectoria mediante datos obtenidos de la ejecución del algoritmo, se empleó la técnica de control Runge-Kutta para el control de velocidad y ajuste de error en el desplazamiento de un conjunto de robots de tipo diferencial.

**Palabras Clave:** Algoritmo A\*, Multiagente, Laberinto estático, Trayectoria,

**Abstract:** Similar to the information contained in the summary in content and in style.

The application of intelligent computing in the area of robotics has evolved rapidly, as it is a tool that enhances the algorithms used in the various areas of robotics such as control and navigation in closed, static, dynamic environments, etc. In this work, the solution of labyrinths using the A\*



algorithm for a multi-agent robot simulation system is addressed, making use of the heuristic algorithm and a control technique for a future application and implementation in a physical robotic system. The environments in the mazes are static, having a starting point and a goal point, the shortest route is traced and the simulation of this trajectory is carried out using data obtained from the execution of the algorithm, the Runge-Kutta control technique was used for speed control and error adjustment in the movement of a set of differential robots.

Keywords: Algorithm A\*, Multi-Agent, Static Labyrinth, Trajectory.

## **1. Introducción**

A lo largo de la historia, los laberintos han llegado a ser obras fascinantes para la humanidad por su estructura y complejidad, los cuales se pueden presentar en ocasiones al término de ciertos desastres naturales, donde los escombros pueden llegar a formar caminos o rutas muy complejas. Para dar apoyo después de este tipo de eventos, una solución a este problema es la implementación de una navegación guiada para encontrar automáticamente una ruta (Zaragoza, 2017).

El presente artículo muestra la aplicación de una de diversas estrategias para la resolución de laberintos aplicados en la robótica, es importante señalar su aplicación en la robótica móvil terrestre específicamente en los robots diferenciales. El uso de algoritmos para la resolución de problemas computacionales son la base para una solución ágil y dinámica, que cumpla con los requerimientos al resolver problemas computacionales y su integración a sistemas robóticos multiagente.

La capacidad de reacción que pueda poseer el robot cuando se encuentra ante situaciones inesperadas, debe constituir su cualidad más distintiva para desenvolverse eficazmente en el entorno donde este deba operar, lo cual indica el grado de autonomía que este posee. Los MARS se definen como el conjunto de diferentes agentes inteligentes que tienen cierto nivel de autonomía que cooperan entre sí para alcanzar un objetivo común (Stefanova-Stoyanova & Stankov, 2020). Sin embargo, el problema del DRL en los MARS dentro de la PCP es la presencia de diferentes agentes inteligentes que deben cumplir varias restricciones en un entorno cambiante para cumplir un objetivo común (Sagar et al., 2018).



El propósito de los MARS es trabajar cooperativamente en la mayoría de procesos de programación y control de operaciones productivas y logísticas (Deeks, 2022). El desarrollo de este trabajo colaborativo puede ocasionar errores o cruce de información en los enjambres de robots, lo que podría ocasionar pérdida de tiempo, dinero y recurso humano (Lujak et al., 2021).

De esta forma resolver un laberinto donde interactúe un SMR es de vital importancia para la robótica colaborativa, siendo una herramienta de partida el uso de escenarios estáticos y su desarrollo para escenarios dinámicos.

La implementación de diversos algoritmos partiendo de los algoritmos de búsqueda binaria hasta los algoritmos inteligentes aplicando redes neuronales, sin embargo, los requerimientos físicos se vuelven una limitante para el uso de algoritmos computacionales más robustos, el tiempo de procesamiento es un factor importante en la toma de decisiones obteniendo una respuesta en la resolución más lenta, por ello en este trabajo se aplica el algoritmo A\* para la resolución de laberintos estáticos en sistemas robóticos multiagentes (SMR), resolviendo diversos entornos estáticos.

En aplicaciones reales, un laberinto con forma irregular está infestado de obstáculos anormales y un humano o una máquina, como los robots, debe ser capaz de encontrar el camino más corto entre dos puntos en el menor tiempo posible. Estos inconvenientes hacen que el algoritmo de navegación sea una tarea desafiante y, en particular, el robot móvil está equipado con sensores de detección de proximidad, enfocados hacia las direcciones necesarias para evitar chocar con los obstáculos. A diferencia de los métodos de resolución de laberintos descritos anteriormente, la metodología propuesta se basa en técnicas de procesamiento de imágenes y, por lo tanto, el camino más corto entre el punto de inicio y el punto final se extrae de una imagen del laberinto (Ávila-Sánchez et al., 2023).

## 2. Delimitación contextual

El trabajo se centra en la implementación de un algoritmo para la búsqueda de trayectorias más cortas, que sea ligero para su procesamiento y su aplicación en SMR la primera etapa se centra en la simulación aplicación de el algoritmo A\* que permite la búsqueda de trayectorias y la técnica de control **Runge-Kutta** para corregir el error y la velocidad en cada trayectoria de cada agente del sistema robótico. Todos esto aplicado en entornos estáticos.



### 3. Metodología

El trabajo se basa en distintas etapas las cuales generaron una metodología experimental, debido a las diversas mejoras en el algoritmo de búsqueda de trayectorias dentro del laberinto. La metodología se presenta en la figura 1. La primer etapa fue la digitalización del laberinto, esta etapa es mediante procesamiento de imágenes, para este trabajo se tomaron algunas realizadas previamente en otro trabajo. En la segunda etapa es crear un grid que cubra el 100% del mapa el cual nos sirve como una guía importante para la aplicación del algoritmo heurístico. La tercera etapa es la aplicación del algoritmo A\* en el mapa previamente cargado y mallado con el grid. En la cuarta obtenemos las trayectorias mediante el seguimiento de los puntos por los cuales ha pasado la ruta encontrada por el algoritmo usando las diagonales para incrementar la velocidad al ejecutar dicha ruta. En la quinta etapa se usan las diversas rutas obtenidas en la etapa anterior y se implementan en un segundo programa que realiza la simulación de las trayectorias de cada agente del SRM. En la última etapa obtenemos los resultados que son los datos que exportaremos e implementaremos en el sistema robótico multiagente en un trabajo futuro.



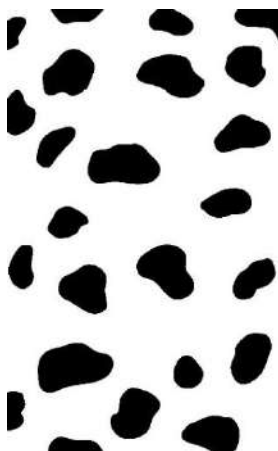
**Figura 1 Metodología de desarrollo**  
Fuente: Elaboración propia

La metodología brinda un panorama general de las etapas del proyecto y la aplicación de diversos programas para el funcionamiento y simulación del algoritmo.

### 4. Desarrollo

De acuerdo a la metodología descrita, la primera etapa es la selección del laberinto, para la demostración se seleccionó un laberinto con una complejidad, se aplicó una expansión a los obstáculos con la finalidad de garantizar el desplazamiento de los robots, lo cual permitió desarrollar el algoritmo para aplicar el grid en el mapa propuesto, en la figura 2 se muestra el mapa sin ser seccionado.

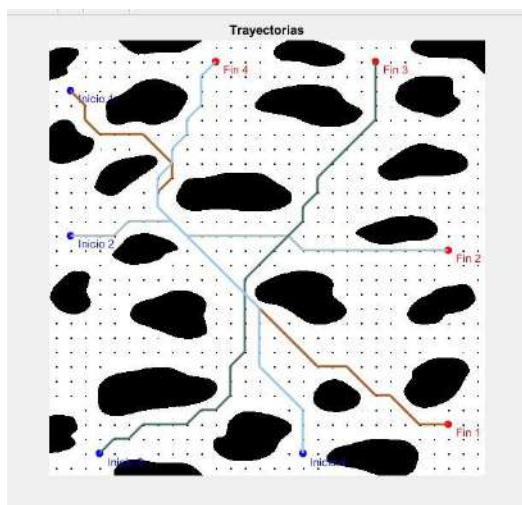




**Figura 2 Laberinto**  
Fuente: Elaboración propia

El laberinto propuesto se marca con un grid, mediante programación para trazar rutas y evitar colisiones, es una estrategia para ejecutar el algoritmo A\*, y la resolución de laberintos con la búsqueda de caminos.

Obtenido el mallado, se procede a ejecutar el programa el cual pide un inicio y un fin, este programa dará las trayectorias más cortas aplicando el algoritmo A\*, utilizando su modificación para hacer uso de diagonales y así optimizar el tiempo de trayecto como se muestra en la figura 3.



**Figura 3 trayectorias de robots**  
Fuente: Elaboración propia



Es importante señalar que se hace uso de funciones para generar el grid, los gráficos de los robots. En la primera fase se utilizan tres programas, la expansión de los obstáculos, el mallado y la aplicación del algoritmo A\* que genera las trayectorias de cada robot.

Un paso indispensable es la unión de la aplicación del algoritmo A\* y el programa de simulación que presenta los robots diferenciales, que es su aplicación, por eso se desarrolló un programa que aplica la técnica de control Runge-Kutta para generar las gráficas de velocidad y error que es un resultado esperado, de igual forma simula la trayectoria de los robots y evita colisiones dando prioridad a los robots. En la figura 4 se observa el inicio de la trayectoria, con estas trayectorias obtenemos las velocidades de los diferentes robots las cuales servirán como referencia en su implementación, como puede verse en la figura 5 el término de dichas trayectorias.

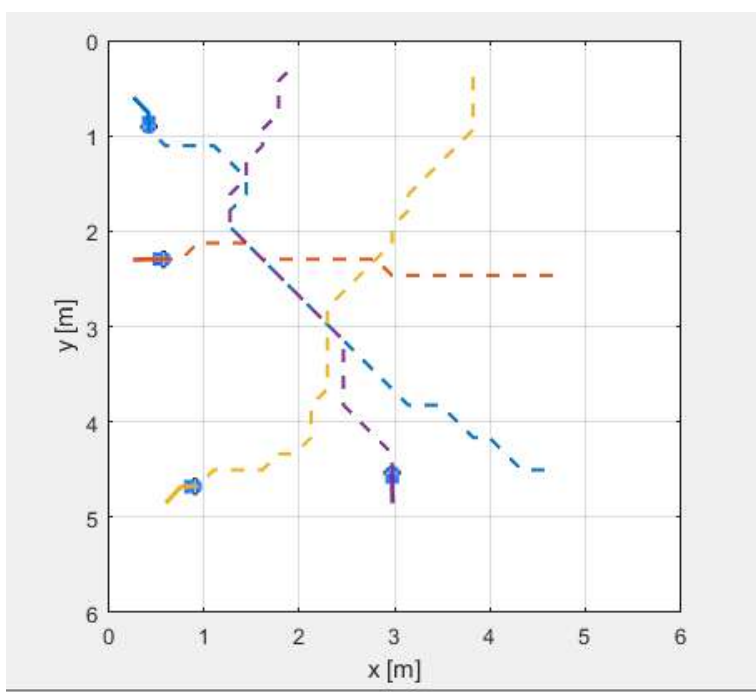


Figura 4 Inicio de la trayectoria.

Fuente: Elaboración propia



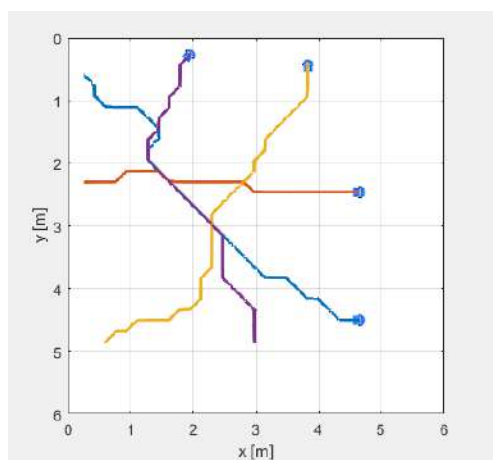


Figura 5 Término de la trayectoria.  
Fuente: Elaboración propia

## 5. Resultados

En la figura 6 se muestran las gráficas de error y velocidad, como se hizo mención anteriormente, se aplicó la técnica de control Runge-Kutta para corregir el error en el desplazamiento del robot al presentarse curvas y líneas rectas en dicha trayectoria, además de disminuir su velocidad para evitar colisiones con obstáculos dinámicos que son los agentes que conforma el sistema multiagente.

En la gráfica de errores podemos observar la corrección de la velocidad al seguir la ruta trazada. Con esta información se implementa en los robots diferenciales físicos para la validación de nuestros resultados en simulación.

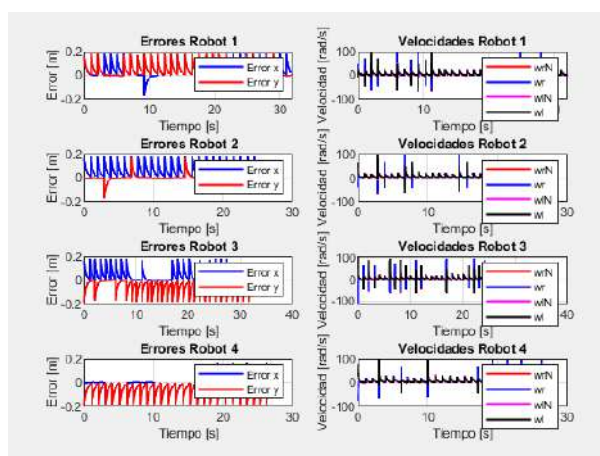


Figura 6 Gráficas de Error y Velocidad.  
Fuente: Elaboración propia

Como un resultado final se obtiene un algoritmo general implementando un algoritmo heurístico y tratamiento de imágenes para la resolución de laberintos con obstáculos estático. El algoritmo se describe a continuación:

### Selección de laberinto

1. Mallado de laberinto
2. Elección del número de agentes
3. Identificación de inicio y fin de trayectoria
4. Solución mediante el algoritmo A\*
5. Verificación de colisiones
6. Selección de prioridades en los desplazamientos
7. Simulación de trayectoria
8. Obtención de graficas de velocidad y error

Con este algoritmo se puede implementar nuevas estrategias de solución de laberintos con diversos algoritmos de solución.

## 6. Conclusiones

La aplicación del algoritmo A\* en la resolución y navegación dentro de laberintos es ágil, no requiere de hardware robusto lo que demanda poco consumo de energía que es un factor a cuidar en la robótica móvil. Soluciona de manera correcta y rápida descubriendo las rutas más cortas. El algoritmo de resolución es eficiente y realiza lo que se quiere sin embargo cuando se habla de un sistema multiagente, el entorno se vuelve dinámicos una vez que los agentes comienzan su navegación dentro del laberinto, este problema se debe considerar para la óptima navegación de los sistemas SRM dentro de un laberinto.

El uso de computo inteligente es una herramienta muy útil en la robótica, sin embargo, el seleccionar de manera objetiva la estrategia correcta es importante para reducir las limitaciones y los alcances, al considerar los aspectos que restringen a la robótica.



## 7. Referencias

- Avila-Sánchez, LA, Sánchez-López, C., Ochoa-Montiel, R., Montalvo-Galicia, F., Sánchez-Gaspariano, LA, Hernández-Mejía, C., & González-Hernández, HG (2023). Robot móvil para resolver laberintos basado en procesamiento de imágenes y teoría de grafos. *Tecnologías* , 11 (6), 171. <https://doi.org/10.3390/technologies11060171>
- Deeks, C. (2022). Adapting Multi-agent Swarm Robotics to Achieve Synchronised Behaviour from Production Line Automata. In H. W. & S. J.M. (Eds.), 2nd IMA Conference on Mathematics of Robotics, IMA 2020: Vol. 21 SPAR (pp. 13–24). Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91352-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91352-6_2)
- Lujak, M., Fernández, A., & Onaindia, E. (2021). Spillover Algorithm: A decentralized coordination approach for multi-robot production planning in open shared factories. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102110>
- Sagar, K., Lugo, J. H., Molfino, R., Zlatanov, D., Zoppi, M., & Muthuswamy, S. (2018). Coordinated Selection and Timing of Multiple Trajectories of Discretely Mobile Robots. In Z. M. & M. S. (Eds.), 1st International Conference on Robotics and Smart Manufacturing, RoSma 2018 (Vol. 133, pp. 676–683). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.103>
- Stefanova-Stoyanova, V., & Stankov, I. (2020). Multi-Agent systems (MAS) in the area of IoT and using a model with Distributed Shared Memory system (DSM). 2020 29th International Scientific Conference Electronics, ET 2020 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/ET50336.2020.9238153>
- Zaragoza, A. A. (2017). Algoritmos para la solución de laberintos utilizando kinect. *Jóvenes en la ciencia*, 479-483.



# ESTUDIOS R&R PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES EN PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON CALIBRADOR VERNIER

Flores, Gutiérrez-Xóchitl Patricia<sup>1</sup>, Cota, Pardini-Yuridia Belén<sup>2</sup>, Osuna, Armenta-Marcos Octavio<sup>3</sup>

1. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Xochitl.fg@guasave.tecnm.mx
2. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Yuridia.cp@guasave.tecnm.mx
3. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, marcos.aa@guasave.tecnm.mx

**Resumen:** El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de las mediciones realizadas con un calibrador Vernier en prácticas de laboratorio de ingeniería, aplicando un análisis de repetibilidad y reproducibilidad (R&R). El alcance de la investigación se centró en la medición del diámetro de diez monedas de cinco pesos mexicanos, efectuadas por dos estudiantes de la asignatura Metrología y Normalización. La metodología empleada consistió en un diseño experimental en el que cada operador realizó tres repeticiones por pieza, y los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) en el software Minitab 19. Los resultados mostraron un valor de R&R total del 37.35%, superior a los límites de aceptación establecidos en los manuales de análisis de sistemas de medición. Se concluyó que el sistema de medición con calibrador Vernier, bajo las condiciones de este estudio, no resulta confiable para fines de control dimensional en prácticas de laboratorio.

**Palabras Clave:** Estudios R&R, repetibilidad, reproducibilidad, calidad, mediciones

**Abstract:** The study aimed to evaluate the quality of measurements taken with a Vernier caliper in engineering laboratory exercises, applying a repeatability and reproducibility (R&R) analysis. The research focused on measuring the diameter of ten five-peso Mexican coins, performed by two students in the Metrology and Standardization course. The methodology employed consisted of an experimental design in which each operator performed three repetitions per coin, and the data obtained were processed using an analysis of variance (ANOVA) in Minitab 19 software. The results showed a total R&R value of 37.35%, exceeding the acceptance limits established in measurement system analysis manuals. It was concluded that the Vernier caliper measurement



system, under the conditions of this study, is not reliable for dimensional control purposes in laboratory exercises.

**Keywords:** R&R studies, repeatability, reproducibility, quality, measurements

### 1. Introducción

La confiabilidad de los sistemas de medición constituye un aspecto fundamental en los procesos de control de calidad, tanto en la industria como en el ámbito académico. En particular, la metrología aplicada en laboratorios de formación profesional permite a los estudiantes adquirir competencias esenciales relacionadas con la exactitud, la precisión y la confiabilidad de los instrumentos utilizados; esta es una habilidad muy apreciada en la industria. (Bayat, 2018). Un sistema de medición deficiente puede conducir a errores sistemáticos y aleatorios que distorsionan la evaluación de los procesos y comprometen la confiabilidad de los resultados. Shirodkar y Rane (2021).

En este contexto, los estudios de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) se han consolidado como una metodología estándar para evaluar la calidad de los sistemas de medición. Dichos estudios permiten distinguir entre la variabilidad originada por el instrumento y la atribuible a los operadores, facilitando así la identificación de la capacidad real de un sistema para discriminar diferencias entre las piezas medidas (AIAG y VDA, 2019). La repetibilidad se refiere a la variación de las mediciones realizadas por un mismo operador utilizando el mismo dispositivo de medición bajo condiciones constantes, mientras que la reproducibilidad se relaciona con la variación de los promedios de medición entre diferentes operadores, dispositivos, procedimientos y/o condiciones de trabajo (Saikaew, 2018; Mohamed et al., 2018; Mendes et al., 2019).

Diversas investigaciones han resaltado la importancia a los estudios R&R en entornos industriales, ya que permiten garantizar que las mediciones aporten información confiable y se ajusten a los estándares de calidad requeridos (Cano et al. 2016; Álvarez Ramírez, 2024). La literatura especializada indica que los sistemas de medición con porcentajes de R&R superiores al 30% son inadecuados y deben ser sustituidos o mejorados. Si no se interviene en el sistema de medición, se incrementa el riesgo de trabajar con datos no confiables, lo que puede traducirse en una pérdida de tiempo y recursos para las organizaciones (AIAG y VDA, 2019). En concordancia con ello, estudios recientes destacan la necesidad de reforzar la capacitación de



los operadores y asegurar una adecuada calibración de los dispositivos, con el propósito de reducir la variabilidad en la captura de mediciones (Celis Gracia y García Alcaráz, 2025).

El calibrador Vernier constituye uno de los instrumentos más utilizados en laboratorios de ingeniería debido a su versatilidad, bajo costo y relativa facilidad de uso. No obstante, su desempeño puede estar condicionado por factores como la destreza del operador, el estado de calibración del dispositivo y las condiciones ambientales en que se realizan las mediciones. En consecuencia, se hace necesario evaluar, mediante estudios R&R, la confiabilidad de este instrumento dentro de prácticas de laboratorio, de manera que se identifique el grado de precisión alcanzado y se comprendan las posibles limitaciones en su aplicación (Celis Gracia y García Alcaráz, 2025).

El objetivo principal de este manuscrito es evaluar la calidad de las mediciones realizadas con calibrador Vernier en prácticas de laboratorio de ingeniería, mediante la aplicación de un estudio R&R que permita analizar la repetibilidad y la reproducibilidad del sistema de medición. Con ello, se busca aportar evidencias que refuercen la formación académica en metrología, al mismo tiempo que se fortalecen las competencias profesionales necesarias para enfrentar los retos de la industria manufacturera contemporánea.

## 2. Delimitación contextual

La confiabilidad de los sistemas de medición constituye un factor esencial en la industria y en el ámbito académico, ya que de ella depende la validez de los procesos de control de calidad y la generación de conocimiento experimental (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2012). En este sentido, la metodología de R&R, enmarcada en el análisis de sistemas de medición (Measurement System Analysis, MSA), se ha consolidado como una práctica indispensable para identificar y cuantificar la proporción de variación atribuible al sistema de medición frente a la variabilidad real de las piezas evaluadas (AIAG y VDA, 2019; Maaze y Shrivastava, 2023).

De acuerdo con las guías MSA, en un sistema de medición confiable el porcentaje de R&R no debe superar el 10%; en ese caso se considera que la variabilidad introducida por el sistema es baja y la toma de decisiones es segura. Cuando el porcentaje de R&R se sitúa entre 10% y 30%, el sistema se acepta sólo de manera condicional y temporal, recomendándose la implementación de acciones de mejora. En cambio, si el porcentaje de R&R es mayor al 30% el sistema de medición se considera no aceptable y requiere mejoras en cuanto al operador, equipo, método,



condiciones ambientales o la estandarización del procedimiento (Cano et al. 2016; Gutiérrez González, 2019).

La aplicación de esta metodología en prácticas de laboratorio resulta particularmente pertinente, pues permite que los estudiantes comprendan la diferencia entre los errores sistemáticos y aleatorios, así como que evalúen críticamente la calidad de sus propias mediciones. En este contexto, el calibrador Vernier constituye un instrumento clave por su versatilidad, bajo costo y precisión, siempre que se aseguren condiciones de uso estandarizadas, mantenimiento preventivo y adecuada capacitación de los operadores (Balvin, 2020).

Diversas investigaciones respaldan la necesidad de aplicar estudios R&R en entornos tanto industriales como educativos. Álvarez Ramírez (2024) destaca que la repetibilidad, entendida como la variación de un mismo operario bajo condiciones idénticas, y la reproducibilidad, vinculada con las diferencias entre operadores, son dimensiones críticas para determinar la confiabilidad del sistema de medición. De igual forma, Celis Gracia y García Alcaráz, (2025) enfatizan que la formación de competencias en metrología, mediante el uso de herramientas como MSA y R&R, mejora la precisión de los estudiantes y fortalece la cultura de calidad en los laboratorios universitarios.

La implementación de un estudio R&R con calibrador Vernier en prácticas de laboratorio no solo cumple con estándares internacionales de aseguramiento de la calidad, sino que también contribuye a la formación integral de los estudiantes en el manejo de herramientas estadísticas y de control metrológico, acercando el contexto académico a los requerimientos de la industria manufacturera contemporánea. (Apoyo Consultoría, 2015; Balvin, 2020).

### 3. Metodología

El presente estudio se enmarca en un diseño experimental, dado que se manipularon variables en condiciones controladas para evaluar la R&R del sistema de medición. Se realizaron mediciones sobre un mismo tipo de objeto utilizando un calibrador Vernier, en las que cada operador efectuó tres repeticiones con el mismo instrumento, siguiendo los lineamientos recomendados por la literatura especializada (Domínguez Domínguez y Castaño Tostado, 2016).

Los datos fueron analizados mediante un ANOVA de dos factores en el software estadístico Minitab, lo que permitió determinar la proporción de variabilidad atribuible a la repetibilidad (variación dentro del mismo operador) y a la reproducibilidad (variación entre operadores). De





acuerdo con la documentación técnica de Minitab (2025), este tipo de análisis resulta adecuado para estudios R&R cruzados, donde las mismas piezas son medidas por todos los operadores.

Asimismo, el estudio adoptó un enfoque descriptivo, ya que buscó caracterizar el comportamiento del sistema de medición e identificar las fuentes de error asociadas tanto al instrumento y como al operador. Los estudios R&R constituyen un procedimiento estándar en la evaluación de sistemas de medición dentro del control de calidad, al proporcionar un diagnóstico sobre la confiabilidad de las mediciones y su impacto en la toma de decisiones (Cano et al. 2016; AIAG y VDA, 2019).

La investigación se clasificó como cuantitativa, dado que los datos recopilados corresponden a valores numéricos producto de mediciones físicas. Según Hernández-Sampieri y Baptista (2020), la investigación cuantitativa se caracteriza por el análisis estadístico de la información para identificar patrones y establecer inferencias objetivas. En este trabajo, los resultados se presentan mediante tablas, gráficos y estimación de componentes de varianza, con el fin de evaluar la variabilidad total del sistema de medición.

La investigación se desarrolló en nueve etapas, siguiendo la metodología de un estudio R&R largo, lo cual permitió garantizar la validez de los resultados y la confiabilidad de las conclusiones. La Figura 1 muestra de manera esquemática las fases que guiaron la investigación.

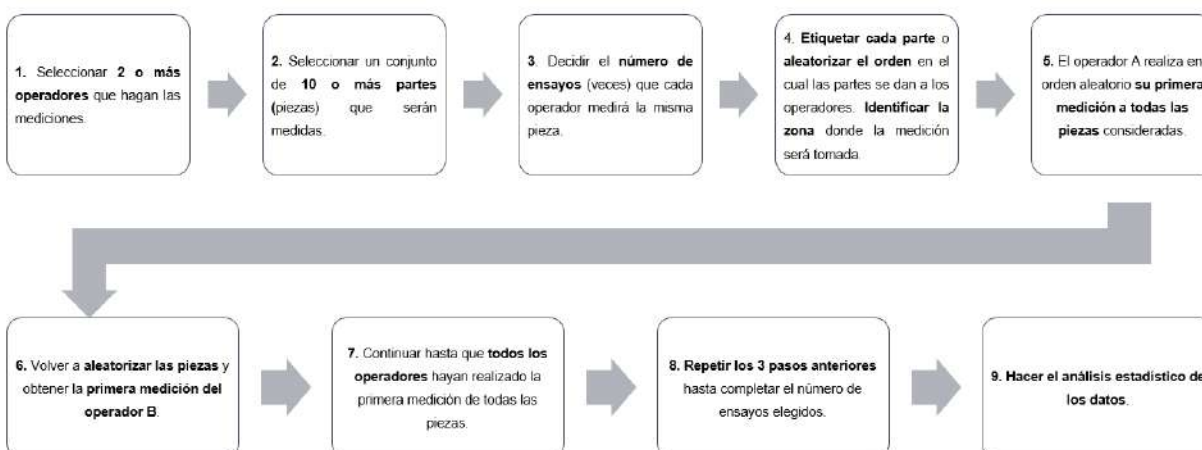


Figura 1.- Etapas de la investigación.

Fuente: Tomado de Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2009) citados por Escamilla López et al. (2020)

### 4. Desarrollo

El proceso experimental se estructuró en once pasos que garantizaron la validez de los datos obtenidos y la confiabilidad del análisis R&R. Cada paso fue diseñado para cumplir con los criterios metodológicos del MSA (AIAG y VDA, 2019) y asegurar que las mediciones reflejaran, con la mayor precisión posible, tanto la repetibilidad como la reproducibilidad del sistema.

Paso 1: Selección de operadores.

Se designaron dos estudiantes inscritos en la asignatura de Metrología y Normalización del programa educativo de Ingeniería Industrial, quienes fungieron como operadores responsables de las mediciones. La selección se realizó considerando su formación previa en el manejo de instrumentos de medición y en el procedimiento de calibración, con el propósito de garantizar que la variabilidad observada estuviera asociada a la técnica de medición y no a un desconocimiento del instrumento.

Paso 2: Selección de piezas de estudio

Se eligieron diez monedas de cinco pesos mexicanos como objetos de medición. La elección de estas piezas respondió a criterios de disponibilidad, estabilidad dimensional y geometría relativamente uniforme, lo cual permitió reducir al mínimo las fuentes externas de variación y centrar el análisis en la capacidad del sistema de medición.

Paso 3: Definición del número de ensayos

Se estableció que cada operador realizaría tres ensayos por moneda, es decir, tres mediciones independientes sobre cada una de las diez piezas seleccionadas. Este diseño permitió obtener un conjunto de datos suficiente para evaluar la repetibilidad (variación dentro del mismo operador) y la reproducibilidad (variación entre operadores), siguiendo las recomendaciones de los manuales de análisis de sistemas de medición (AIAG y VDA, 2019).

Paso 4: Identificación y control de las piezas

Para asegurar la trazabilidad de las mediciones, cada moneda fue marcada con plumón negro con un número consecutivo del 1 al 10. Además, se indicó de manera visible la zona específica de contacto del calibrador Vernier en cada pieza, con el fin de estandarizar la ubicación de las lecturas y reducir la variabilidad derivada de la colocación del instrumento.

Paso 5: Ejecución de las mediciones por el operador 1



El primer operador realizó la primera ronda de mediciones sobre las diez monedas en un orden aleatorio. Los resultados obtenidos, expresados en milímetros (mm), fueron registrados en la Tabla 1. La aleatorización del orden de medición se llevó a cabo para minimizar sesgos sistemáticos y efectos de memoria durante el proceso experimental.

**Tabla 1.** Mediciones del operador 1.

Moneda	Ensayo 1 valor en mm	Ensayo 2 valor en mm	Ensayo 3 valor en mm
1	25.56	25.56	25.56
2	25.55	25.55	25.55
3	25.56	25.56	25.56
4	25.56	25.56	25.56
5	25.55	25.55	25.55
6	25.57	25.57	25.57
7	25.56	25.56	25.56
8	25.56	25.56	25.56
9	25.55	25.55	25.55
10	25.55	25.55	25.55

Paso 6: Ejecución de las mediciones por el operador 2

Posteriormente, el segundo operador realizó su primera ronda de mediciones, también en orden aleatorio, sobre las diez monedas. Los valores obtenidos, igualmente expresados en milímetros, se registraron en la Tabla 2. Este procedimiento aseguró la independencia entre operadores y permitió evaluar la variabilidad atribuible a la reproducibilidad del sistema.

**Tabla 2.** Mediciones del operador 2.

Moneda	Ensayo 1 valor en mm	Ensayo 2 valor en mm	Ensayo 3 valor en mm
1	25.56	25.56	25.56
2	25.55	25.55	25.55
3	25.56	25.56	25.56
4	25.55	25.55	25.55
5	25.55	25.55	25.55



6	25.57	25.57	25.57
7	25.55	25.56	25.56
8	25.56	25.56	25.56
9	25.55	25.55	25.55
10	25.55	25.55	25.55

#### Pasos 7, 8, 9 y 10: Segundas y terceras rondas de medición

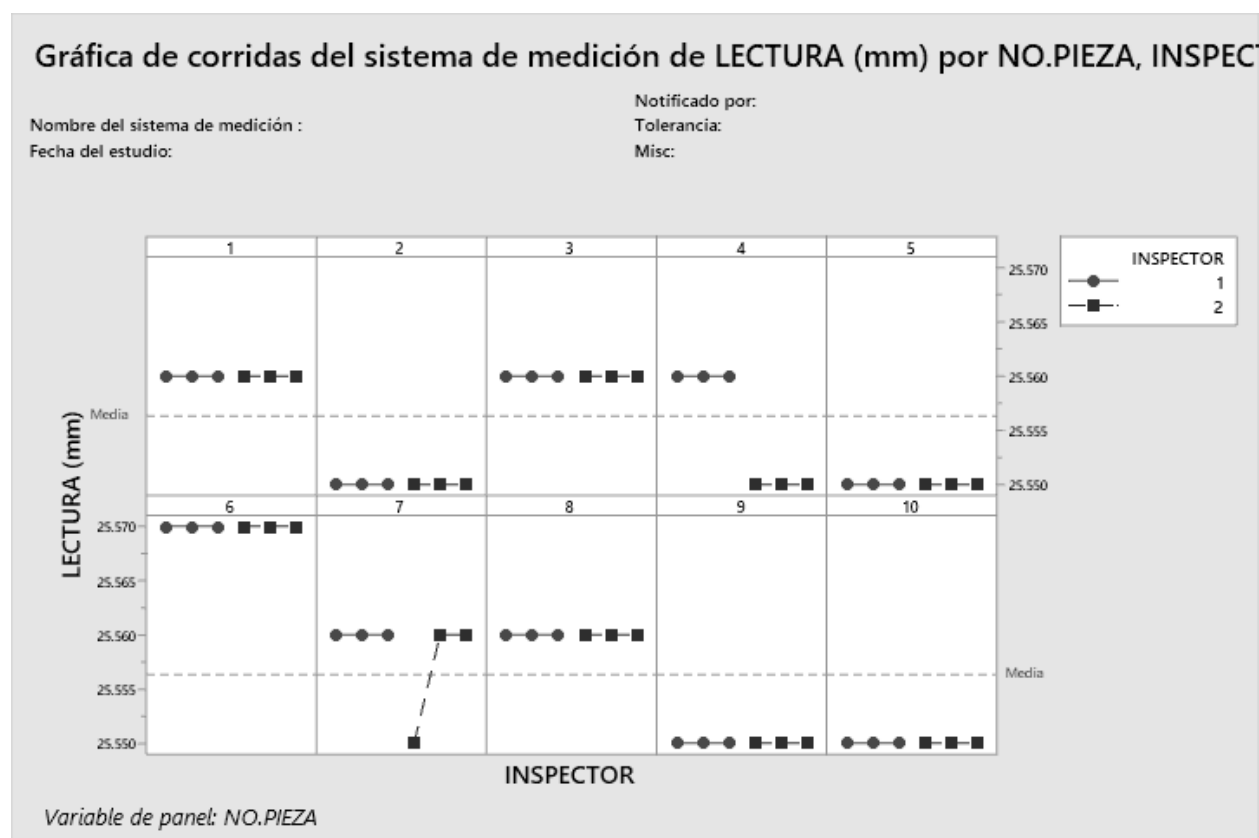
El primer operador repitió el procedimiento descrito en el Paso 5 para realizar una segunda y tercera ronda de mediciones sobre las diez monedas, en orden aleatorio. De igual forma, el segundo operador repitió el procedimiento del Paso 6 en dos nuevas rondas de medición. Estas repeticiones permitieron evaluar la consistencia intraoperador y la estabilidad de las mediciones entre rondas, contribuyendo a un análisis más robusto de la repetibilidad y la reproducibilidad.

#### Paso 11: Procesamiento estadístico de los datos

Los datos fueron capturados en el software Minitab 19, donde se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) específico para estudios R&R cruzados. Este análisis permitió descomponer la variabilidad total observada en sus componentes principales: variación entre piezas (parte a parte), variación atribuible a la repetibilidad y variación atribuible a la reproducibilidad. A partir de ello, se determinaron los porcentajes de contribución de cada fuente de variación, proporcionando un diagnóstico integral sobre la confiabilidad del sistema de medición empleado en las prácticas de laboratorio.

Como resultado de este análisis, se obtuvo la Gráfica de corridas del sistema de medición (Figura 2), la cual ilustra el comportamiento de las mediciones realizadas por ambos operadores. En dicha figura se observa que, en general, las lecturas son consistentes entre operadores y repeticiones, con excepción de algunas discrepancias en piezas específicas (por ejemplo, la moneda identificada como número 7), lo que evidencia la presencia de variación asociada tanto al operador como a la pieza, fenómeno descrito también en otros estudios de R&R aplicados a instrumentos manuales (Escamilla López et al., 2020; Mohamed et al., 2018).





**Figura 2. Gráfica de corridas del sistema de medición**

En la Tabla 3 y la Figura 3, se presentan los componentes de la varianza, obtenidos mediante Minitab 19. Estos valores permiten identificar qué proporción de la variabilidad total proviene del sistema de medición y qué parte corresponde realmente a diferencias entre las piezas analizadas. De manera general, se observa que una parte importante de la variación total (86.06%) se explica por las diferencias entre piezas, es decir, parte a parte (9.69%), mientras que el sistema de medición (Gage R&R total) aporta 13.95%, una fracción menor, pero no despreciable, de la variabilidad total. Resultados similares, donde la variabilidad asociada al sistema de medición resulta significativa frente a la variabilidad natural de las piezas, han sido reportados en estudios que analizan instrumentos manuales como calibradores y micrómetros en contextos industriales y académicos. (Saikaew, 2018; Escamilla López et al., 2020; Mendes et al., 2019).

Tabla 3. Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.0000067	13.95
Repetibilidad	0.0000017	3.49
Reproducibilidad	0.0000050	10.47
INSPECTOR	0.0000004	0.78
Parte a parte	0.0000046	9.69
Variación total	0.0000411	86.05

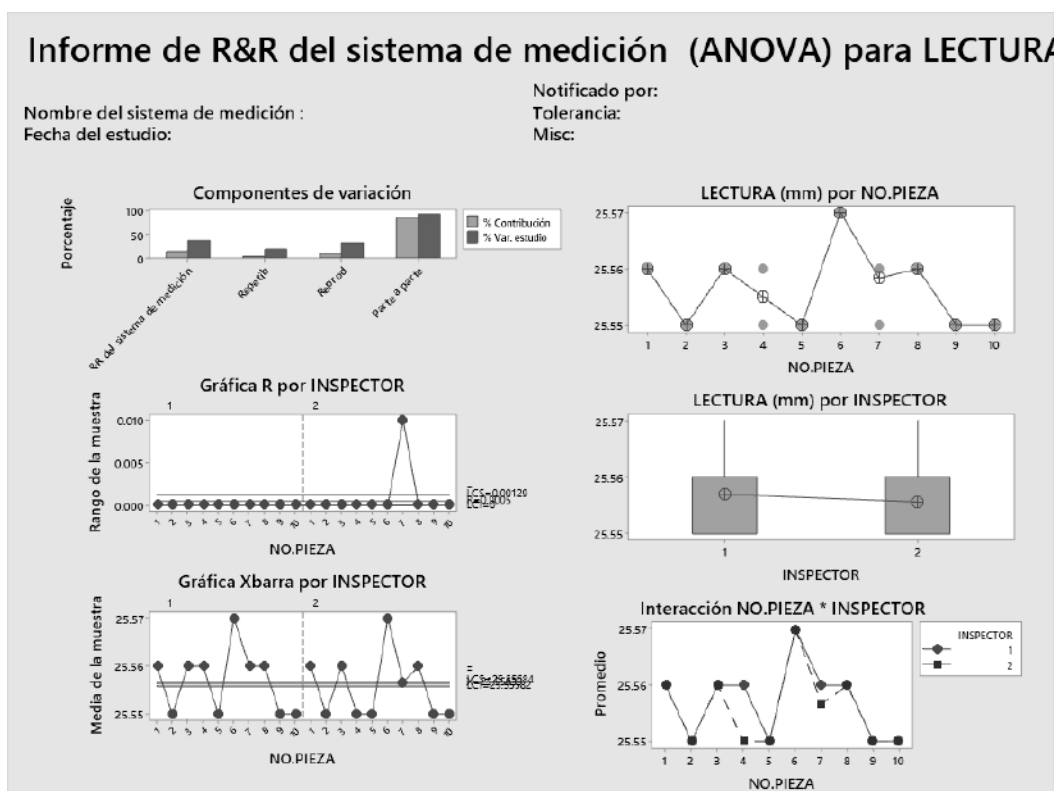


Figura 3.- Informe de R&amp;R del sistema de medición

La Tabla 4 presenta los componentes de la variación expresados en términos de desviación estándar, variación del estudio ( $6 \times DE$ ) y porcentaje de contribución al estudio (%VE). Esta información permite evaluar con mayor precisión el desempeño del sistema de medición al cuantificar la proporción de variabilidad introducida por el calibrador Vernier y los operadores. En



primer lugar, el Gage R&R total registra un 37.35% de variación, lo cual indica que más de un tercio de la variabilidad en las mediciones proviene del sistema de medición y no de las diferencias reales entre las piezas. Este porcentaje supera el límite del 30% establecido por AIAG y VDA (2019) como aceptable, por lo que el sistema se clasifica como no confiable para fines de control dimensional. Esto implica que la precisión obtenida mediante el calibrador Vernier analógico bajo las condiciones del experimento no es suficiente para garantizar resultados consistentes. En cuanto a las fuentes individuales de variación, la repetibilidad aporta 18.68%, valor que evidencia inconsistencias cuando un mismo operador realiza mediciones repetidas sobre una misma pieza. Esta falta de precisión intraoperador puede estar relacionada con factores como la presión aplicada, la alineación del instrumento, el desgaste del calibrador o la claridad de la escala del nonio. Estudios previos han documentado que la repetibilidad tiende a deteriorarse en instrumentos manuales, especialmente cuando no se cuenta con procedimientos estandarizados o cuando la destreza del operador es limitada (Mohamed et al., 2018; Escamilla López et al., 2020). Por otra parte, la reproducibilidad contribuye con 32.35%, lo que revela una discrepancia importante entre operadores. Esto significa que los estudiantes involucrados no aplicaron la misma técnica o no interpretaron de igual manera las lecturas del calibrador Vernier, generando un nivel significativo de variación interoperadores. La reproducibilidad suele ser el componente más problemático en instrumentos manuales, dado que pequeñas diferencias en la forma de manipular el instrumento pueden producir cambios perceptibles en la medición (Saikaew, 2018; Mendes et al., 2019). El componente Inspector  $\times$  Pieza aporta 31.13%, reforzando la evidencia de que ciertos operadores fueron inconsistentes específicamente con algunas piezas. Este comportamiento sugiere la existencia de un sesgo operativo selectivo, en el cual la técnica del operador afecta de manera diferente la lectura según la geometría o el posicionamiento de la pieza. Este patrón ha sido observado también en estudios donde la interpretación visual de la escala del calibrador genera discrepancias entre operadores al medir piezas pequeñas o circulares (Escamilla López et al., 2020).

En contraste, el componente Parte a parte presenta una contribución de 92.76%, lo cual indica que existen diferencias reales y detectables en los diámetros de las monedas. Aunque este porcentaje es alto, y en muchos estudios es el valor deseable para asegurar que el sistema distingue correctamente las piezas, su interpretación debe considerarse en conjunto con el Gage R&R total. En este caso, a pesar de que las diferencias entre piezas son apreciables, la



variabilidad introducida por el sistema de medición es tan elevada que compromete la confiabilidad general del proceso de medición.

**Tabla 4.** *Evaluación del sistema de medición*

<b>Fuente</b>	<b>Desv. Est. (DE)</b>	<b>Var. estudio (6 × DE)</b>	<b>%Var. estudio (%VE)</b>
Gage R&R total	0.0025820	0.0154919	37.35
Repetibilidad	0.0012910	0.0077460	18.68
Reproducibilidad	0.0022361	0.0134164	32.35
INSPECTOR	0.0006086	0.0036515	8.80
INSPECTOR*NO.PIEZA	0.0021517	0.0129099	31.13
Parte a parte	0.0064118	0.0384708	92.76
Variación total	0.0069121	0.0414729	100.00

Número de categorías distintas = 3

## 5. Conclusiones

El presente estudio permitió evaluar, mediante un análisis de repetibilidad y reproducibilidad (R&R), la confiabilidad del sistema de medición con calibrador Vernier aplicado en prácticas de laboratorio, específicamente en la medición del diámetro de monedas de cinco pesos mexicanos. La metodología aplicada, basada en la captura de mediciones por dos operadores y el posterior análisis estadístico en Minitab 19, evidenció que la variabilidad asociada al sistema de medición es considerable, con un porcentaje de contribución del R&R total de 37.35%, valor que excede los parámetros establecidos como aceptables por los manuales de Measurement System Analysis (MSA) y los estándares industriales, los cuales fijan en 30% el límite superior de aceptabilidad.

En este sentido, se concluye que el sistema de medición utilizado en este trabajo, es decir, el calibrador Vernier analógico bajo las condiciones establecidas en el laboratorio, no puede considerarse confiable para la evaluación precisa del diámetro de las piezas analizadas. Este resultado pone de manifiesto la importancia de fortalecer los procesos de capacitación de los operadores, la estandarización de los procedimientos de medición y el aseguramiento metrológico en el ámbito académico.





Las implicaciones de este hallazgo son relevantes tanto para el campo de la metrología industrial como para la formación de ingenieros. En primer lugar, reafirma que la calidad de las mediciones es un aspecto crítico en los procesos de control de calidad y que la selección del instrumento debe acompañarse de evaluaciones periódicas de su desempeño bajo condiciones reales de uso. En segundo lugar, desde una perspectiva educativa, la aplicación de estudios R&R en prácticas de laboratorio fomenta en los estudiantes una comprensión más profunda de las fuentes de error en la medición y del impacto que estas pueden tener en la confiabilidad de los resultados (Zeng et al., 2022). De esta manera, el trabajo contribuye al desarrollo de competencias profesionales alineadas con las exigencias de la industria manufacturera, donde la calidad y precisión de los sistemas de medición son factores estratégicos (Celis Gracia y García Alcaráz, 2025).

Asimismo, la investigación pone en evidencia que instrumentos de bajo costo y uso común en entornos académicos, como el calibrador Vernier analógico, pueden presentar limitaciones significativas cuando se utilizan en procesos que requieren altos niveles de exactitud. Esto no implica que su utilización deba descartarse, sino que debe acompañarse de controles rigurosos y de la implementación de metodologías que aseguren la validez de los datos obtenidos.

Finalmente, este estudio abre la puerta a futuros trabajos de investigación orientados a: (a) comparar el desempeño de diferentes tipos de calibradores (analógicos, digitales y electrónicos) bajo estudios R&R; (b) analizar el efecto de la experiencia y capacitación de los operadores en la reducción de la variabilidad; (c) incorporar un mayor número de piezas y operadores para robustecer el diseño experimental; y (d) evaluar la influencia de factores ambientales, como la temperatura y la humedad, en la precisión de las mediciones.

En conclusión, el presente trabajo no solo verificó que el calibrador Vernier analógico, bajo las condiciones del laboratorio académico, no cumple con los estándares mínimos de aceptabilidad para mediciones precisas, sino que también reafirmó la importancia de introducir herramientas estadísticas como el estudio R&R en la formación de los estudiantes de ingeniería. Este enfoque permite que los futuros profesionales comprendan la relevancia de la metrología en el aseguramiento de la calidad y desarrollen habilidades críticas para enfrentar los retos de la industria moderna.



## 6. Referencias

- AIAG y VDA. (2019). Manual de Análisis del Sistema de Medición. AIG & VDA.
- Álvarez Ramírez, C. (2024). Evolución y desafíos en la validación y verificación de métodos analíticos: mejoras para la calidad en laboratorios clínicos y de ensayo. Universidad de Antioquia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10495/41902>
- Apoyo Consultoría. (marzo, 2015). Estudio de Necesidades Metrológicas Industriales y Científicas a nivel Nacional. Lima, Peru.: [s.n]. Recuperado de: <https://bit.ly/2FieztJ>.
- Balvin, V. T. A. (2020). Análisis de las competencias de Metrología industrial en control de producción y procesos en la formación de ingenieros industriales, Lima 2020 (Doctoral dissertation, Universidad Cesar Vallejo). Editorial Trillas. Recuperado de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50231/Astu%c3%b1aupa\\_BVT-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50231/Astu%c3%b1aupa_BVT-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bayat, H. (2018). Expected Long-Term Defect Rate of Analytical Performance in the Medical Laboratory: Assured Sigma Versus Observed Sigma. *Biochemia Medica*, 28(2). <https://doi.org/10.11613/bm.2018.020101>
- Cano, J. F., Restrepo, C. G. y Rondón, M. (2016). Validación en Colombia del instrumento para evaluación de la depresión Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale (MADRS). *Revista colombiana de psiquiatria*. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2015.08.006>
- Celis Gracia, O. y García Alcaraz, J. L. (2025). Impacto de la Enseñanza del Análisis del Sistema de Medición (MSA) y el Rol de la Educación Psicológica: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/4731/4542>
- Domínguez Domínguez, J. y Castaño Tostado, E. (2016). Diseño de experimentos, Estrategias y Análisis en Ciencias e Ingeniería. Primera. México D.F: Alfaomega.
- Escamilla López, M., Tejeda Castrejón, J. F., Yáñez Brambila, R., Mejías Brito, J., Meza Jiménez, J., Macedo Velázquez, A. R. y Ochoa Suárez, M. M. (2020). Repetibilidad y Reproducibilidad en las Mediciones del Espesor de Tubos de Acero para Ferroaducto. *Conciencia Tecnológica*, (59). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94463783003>
- Gutiérrez González, P. (2019). Calidad de las Mediciones; Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) [Diapositivas de Power Point]. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fadidex.com%2Ffiles%2FCALIDAD-DE-LAS-MEDICIONES.pptx&wdOrigin=BROWSELINK>



- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2020). Metodología de la investigación (6.a ed.) McGraw Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Maaze, M. R. y Shrivastava, S. (2023). Design development of coal-based fly ash geopolymer brick using orthogonal array design of experiment. International Journal of Coal Preparation and Utilization. <https://doi.org/10.1080/19392699.2023.2270922>
- Mendes, L. M., Gomes Nobrega Paiva, R., Santana Peruchi, R., Rotela Junior, P. y De Freitas Gomes, J. H. (2019). New indicators for measurement error detection in GR&R studies. Measurement, 140, 557-564.
- Minitab (2025). Estudios del Sistema de Medición, Estudio R&R cruzado del Sistema de Medición, Consideraciones acerca de los datos para Estudio R&R cruzado del sistema de medición. Soporte de Minitab. Recuperado el 19 de mayo de 2025 de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/how-to/gage-study/crossed-gage-r-r-study/before-you-start/data-considerations/>
- Mohamed, O. A., Masood, S. H. y Bhowmik, J. L. (2018). Investigation of dimensional variation in parts manufactured by fused deposition modeling using Gauge Repeatability and Reproducibility. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 310, 012090.
- Saikaew, C. (2018). An implementation of measurement system analysis for assessment of machine and part variations in turning operation. Measurement, 118, 246-252.
- Shirodkar, A. y Rane, S. (2021). Evaluation of coordinate measuring machine using gage repeatability & reproducibility. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 12(1), 84–90
- Zeng, Y., Peng, S., Meng, L., & Huang, H. (2022). Establishment of Risk Quality Control Charts Based on Risk Management Strategies. Annals of Clinical Biochemistry International Journal of Laboratory Medicine, 59(4), 288–295 <https://doi.org/10.1177/00045632221086468>



# APLICACIÓN DE ISO 14001 Y METODOLOGÍAS DE CALIDAD EN LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y DE MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA GANADERA EN GUASAVE, SINALOA.

Alzate, Espinoza Juan Héctor <sup>1</sup>, Loredó, Medina Raúl <sup>2</sup>, Melendrez, Rojas Jesús Aurelio<sup>3</sup>

1. División de Ciencias Mecánicas, TecNM/ ITS de Guasave, juan.ae@guasave.tecnm.mx
2. División de Ciencias Computacionales, TecNM/ ITS de Guasave, raul.lm@guasave.tecnm.mx
3. División de Ciencias Industriales, TecNM/ ITS de Guasave, jesus.mr@guasave.tecnm.mx

**Resumen:** Este artículo presentó la aplicación de la norma ISO 14001 y de metodologías de calidad como las 5S en la empresa ganadera BEFOSA, ubicada en Guasave, Sinaloa, con el objetivo de mejorar su gestión medioambiental y operativa. Se diagnosticaron problemáticas relacionadas con el mantenimiento correctivo no planificado, la falta de registros, los desperdicios alimenticios y los cortes eléctricos. Para atender estas deficiencias, se implementaron auditorías 5S, análisis FODA y regresión lineal, lo que permitió obtener mejoras en la calidad cárnica, mayor eficiencia en los procesos de mantenimiento y proyecciones de precios más estables. Los resultados confirmaron que la integración de sistemas de gestión ambiental y herramientas de calidad contribuyó a una producción más responsable, rentable y alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12.

**Palabras Clave:** Ganadería, Gestión ambiental, ISO 14001, Mejora continua, ODS 12.

**Abstract:** S This article presented the application of the ISO 14001 standard and quality methodologies such as 5S in the BEFOSA cattle company, located in Guasave, Sinaloa, with the aim of improving its environmental and operational management. Problems related to unplanned corrective maintenance, lack of records, food waste, and power outages were diagnosed. To address these deficiencies, 5S audits, SWOT analysis, and linear regression were implemented, which allowed improvements in meat quality, greater efficiency in maintenance processes, and more stable price projections. The results confirmed that the integration of environmental management systems and quality tools contributed to more responsible, profitable production aligned with Sustainable Development Goal 12.



**Keywords:** Cattle ranching, Environmental management, ISO 14001, Continuous improvement, SDG 12.

## **1. Introducción**

Desde tiempos antiguos, México ha destacado por su riqueza natural, producto de la diversidad de ecosistemas que han permitido el desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras. Estas actividades han sido pilares fundamentales de la economía nacional y, en estados como Sinaloa, la ganadería ocupa un lugar estratégico dentro de la producción agropecuaria. Particularmente en el municipio de Guasave, la producción de carne y leche representa una fuente relevante de empleo e ingresos, pero al mismo tiempo enfrenta retos relacionados con el uso de recursos, el impacto ambiental y la eficiencia de sus procesos productivos (Centro de Información Estadística y Geográfica del Estado de Sinaloa [CIEGSIN], 2023; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2024).

En este contexto, la empresa Ganadera BEFOSA, ubicada en Guasave, Sinaloa, enfrenta desafíos significativos que limitan su desempeño productivo. Entre ellos se encuentran la falta de registros adecuados, la dependencia de un mantenimiento correctivo no planificado, el desperdicio alimenticio y las fallas en el suministro eléctrico. Estas problemáticas afectan tanto la eficiencia como la calidad de los productos pecuarios, lo que evidencia la necesidad de implementar modelos de gestión que integren criterios ambientales y de calidad (Medina, 2022; Suazo, 2025; Zamora, 2024).

La norma ISO 14001 constituye una herramienta internacional que orienta a las organizaciones en la implementación de sistemas de gestión ambiental. Su aplicación en el sector ganadero permite ordenar procesos, optimizar recursos y reducir impactos negativos en el entorno (Eurofins Environment Testing Spain, 2024; Naciones Unidas, 2023). De manera complementaria, metodologías como las 5S y enfoques de mejora continua, vinculados a la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM), facilitan la organización, la disciplina y la eficiencia operativa en los espacios de trabajo, impulsando la sustentabilidad en la producción (Calderón, 2019; Canahua, 2021; Fernández & Morales, 2018; Tavares, 2020).

El presente artículo tuvo como objetivo describir la aplicación de la ISO 14001 y metodologías de calidad en la empresa Ganadera BEFOSA de Guasave, Sinaloa, destacando cómo estas



prácticas contribuyeron a fortalecer la gestión medioambiental y a sentar las bases de un modelo de mejora continua en la producción pecuaria.

## **2. Delimitación contextual**

La investigación se desarrolló en la empresa Ganadera BEFOSA, ubicada en Guasave, Sinaloa, un entorno productivo representativo del sector pecuario regional que enfrenta retos vinculados a la eficiencia de sus procesos y a la gestión responsable de los recursos. Este contexto permitió enmarcar el estudio dentro de las problemáticas comunes en la industria ganadera, tales como el uso ineficiente de la energía, la falta de planeación en el mantenimiento y el desperdicio alimenticio, fenómenos que limitan la competitividad y generan impactos ambientales negativos (CIEGSIN, 2023; SIAP, 2024).

Los fundamentos del trabajo se apoyaron en la norma ISO 14001 como sistema de gestión ambiental y en metodologías de calidad como las 5S, utilizadas para mejorar la organización y estandarización de los procesos. El análisis se sustentó en herramientas de diagnóstico como el FODA, el diagrama de Ishikawa y la regresión lineal, lo que permitió identificar causas raíz, proyectar tendencias y diseñar estrategias de mejora aplicables al ámbito ganadero (Eurofins, 2024; Medina, 2022; Suazo, 2025).

Entre las aportaciones más relevantes destacan la demostración de que la implementación de sistemas de gestión ambiental puede adaptarse exitosamente a una empresa pecuaria de tamaño mediano, así como la evidencia de que las herramientas de calidad apoyan la eficiencia operativa y fortalecen la sustentabilidad. Sin embargo, se identificaron limitaciones en el acceso a información documentada y en la disponibilidad de infraestructura eléctrica, factores que condicionaron la velocidad de los cambios implementados.

Este estudio se nutre de investigaciones previas sobre mantenimiento preventivo, predictivo y TPM en distintos sectores industriales, adaptando sus principios a la realidad del sector agropecuario (Canahua, 2021; Tavares, 2020; Zamora, 2024). Con ello, aporta una visión aplicada al contexto regional y refuerza la importancia de vincular la gestión de calidad con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 12: Producción y Consumo Responsables (Naciones Unidas, 2023).



### **3. Metodología**

El estudio se llevó a cabo en la empresa Ganadera BEFOSA, ubicada en Guasave, Sinaloa, con un enfoque de caso único aplicado al área de mantenimiento y control de calidad cárnica. La metodología se estructuró en torno a la norma ISO 14001, utilizada como marco de gestión ambiental, y a herramientas de calidad orientadas a la mejora continua.

El proceso metodológico se dividió en cuatro fases principales:

**Planificación:** Se identificaron los principales aspectos e impactos ambientales de la empresa, incluyendo consumo de agua y energía, generación de residuos orgánicos y desperdicio alimenticio. En esta etapa también se diagnosticaron las condiciones del área de mantenimiento, detectando deficiencias asociadas al uso de un mantenimiento correctivo no planificado (Medina, 2022).

**Operación:** Se aplicaron metodologías de organización y mejora, particularmente las 5S, enfocadas en la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en los espacios de trabajo (Calderón, 2019; Fernández & Morales, 2018). Asimismo, se incorporaron prácticas de mantenimiento preventivo y control documental que reforzaron la gestión ambiental y operativa.

**Evaluación del desempeño:** Para valorar la efectividad de las acciones, se aplicaron auditorías internas de 5S, análisis de calidad cárnica a través de indicadores como carga microbiana, color y capacidad de retención de agua, así como un análisis estadístico basado en regresión lineal para proyectar precios y medir tendencias de mercado (Suazo, 2025; Zamora, 2024).

**Mejora:** Se diseñaron planes de acción derivados del análisis FODA y del diagrama de Ishikawa, con el propósito de corregir deficiencias estructurales y potenciar las fortalezas detectadas. Estos planes se aplicaron bajo la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM), integrando la participación del personal en la gestión de la mejora continua (Canahua, 2021; Tavares, 2020).

### **4. Desarrollo**

El estudio realizado en la empresa Ganadera BEFOSA permitió identificar problemáticas ambientales y operativas que afectaban directamente la eficiencia de la producción. Entre las principales se encontraban el alto consumo de energía y agua, la falta de planeación en el mantenimiento y la deficiente gestión de residuos, lo cual incrementaba los costos y disminuía la competitividad. Los indicadores ambientales iniciales reflejaron consumos elevados de



electricidad y agua, así como un manejo inadecuado de residuos sólidos y orgánicos, como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla no.1 Indicadores ambientales iniciales en Ganadera BEFOSA

Indicador ambiental	Valor inicial 2023	Observaciones
Consumo eléctrico mensual (kWh)	12,500	Variaciones por fallas de suministro
Consumo de agua (m³/mes)	980	Alto desperdicio en limpieza de corrales
Residuos sólidos generados (kg/mes)	450	Sin plan de reciclaje
Residuos orgánicos (kg/mes)	320	Subutilización para composta

Fuente: Elaboración propia con base en registros de BEFOSA (2023).

La implementación de la norma ISO 14001 y de metodologías de calidad permitió transformar la gestión del mantenimiento, que hasta entonces se realizaba de manera principalmente correctiva. Con la nueva estrategia se redujo la dependencia de intervenciones reactivas y se dio mayor peso al mantenimiento preventivo, lo que representó una reducción de costos y horas-hombre, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Evolución del mantenimiento en BEFOSA (antes y después del modelo)

Indicador	Antes (2023)	Después (2024)	Variación
% Correctivo	72 %	39 %	−33 %
% Preventivo	28 %	61 %	+33 %
Horas-hombre en mantenimiento/mes	310	190	−38 %
Costo mensual de mantenimiento (\$MXN)	92,000	59,500	−35 %

Fuente: Elaboración propia con base en registros de BEFOSA (2023).

Estas acciones también tuvieron un impacto directo en la calidad de la carne. Las pruebas realizadas antes y después de la intervención evidenciaron mejoras notables en los parámetros microbiológicos, en la capacidad de retención de agua y en el color, lo que se tradujo en un producto de mayor durabilidad y con mejores características para el mercado. En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 3. Calidad cárnica antes y después de la intervención





Indicador de calidad	Antes	Después	% Mejora
Carga microbiana (UFC/g)	$2.3 \times 10^5$	$8.9 \times 10^4$	61 %
Capacidad de retención de agua (CRA, %)	68	74	8.8 %
Color (a*)	13.2	15.6	18 %
Tiempo de conservación (días)	5	8	+60 %

Fuente: Elaboración propia con base en pruebas de laboratorio (2024).

De manera paralela, la eficiencia general de los equipos mostró una tendencia positiva a lo largo del proceso. En 2023 se registraba un valor de 62 %, mientras que al finalizar 2024 se alcanzó un 78 %, lo cual refleja un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada y un control más riguroso de los procesos críticos.

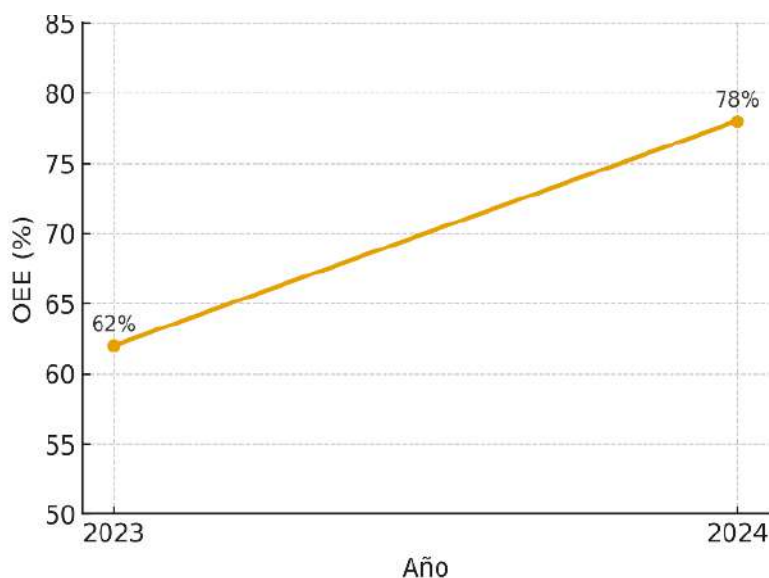


Figura 1. Evolución de la eficiencia general de los equipos (OEE) en BEFOSA.

Fuente: Elaboración propia con base en registros internos (2023–2024).

Los resultados se alinearon de manera clara con los compromisos internacionales establecidos en el ODS 12: Producción y Consumo Responsables, destacando reducciones en el consumo de recursos, disminución de desperdicios, mayor aprovechamiento de residuos y optimización de costos de operación. En la Tabla 4 se sintetizan estos avances.



Tabla 4. Resultados alineados con el ODS 12: Producción y consumo responsables

Meta ODS 12	Evidencia en BEFOSA	Resultado
12.2 Uso eficiente de recursos	Reducción de consumo eléctrico y agua	–15 % en energía, –12 % en agua
12.3 Disminución de desperdicios	Implementación de 5S y control alimenticio	–18 % en desperdicio de alimento
12.4 Gestión responsable de residuos	Plan de composta y separación de sólidos	35 % de residuos reutilizados
12.5 Reducción de costos de operación	Optimización de mantenimiento	–35 % en costos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia con base en auditorías y reportes de BEFOSA (2023–2024).

En conjunto, los hallazgos demostraron que la integración de la norma ISO 14001 y metodologías de calidad en Ganadera BEFOSA generó beneficios medibles tanto en el ámbito ambiental como en el productivo, fortaleciendo la sustentabilidad del modelo ganadero y su alineación con las metas internacionales de desarrollo sostenible.

## 5. Conclusiones

La aplicación de la norma ISO 14001 y de metodologías de calidad en la empresa Ganadera BEFOSA permitió comprobar que es posible adaptar herramientas tradicionalmente utilizadas en la industria manufacturera al ámbito pecuario con resultados significativos. La integración de estas prácticas favoreció la reducción de consumos energéticos y de agua, el mejor aprovechamiento de residuos y la disminución de desperdicios alimenticios, lo que contribuyó a una gestión ambiental más responsable y a un mejor desempeño productivo.

Los hallazgos confirmaron que la transición de un esquema de mantenimiento correctivo hacia uno preventivo generó beneficios económicos al reducir costos y horas-hombre, al mismo tiempo que incrementó la eficiencia general de los equipos. De manera paralela, la calidad de la carne mostró mejoras sustanciales en sus características microbiológicas, fisicoquímicas y de conservación, lo que representa un aporte directo a la competitividad en el mercado regional.

Las implicaciones de este estudio refuerzan la importancia de aplicar sistemas de gestión ambiental en empresas agropecuarias, evidenciando que la sustentabilidad no solo es un



compromiso con el entorno, sino también una estrategia para garantizar la continuidad y rentabilidad de las operaciones. Estos resultados constituyen una referencia práctica para otras empresas del sector que busquen alinear sus procesos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular con el ODS 12: Producción y Consumo Responsables.

Como línea de trabajo futura, se plantea profundizar en la digitalización de los registros de mantenimiento y en el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real, con el fin de fortalecer la trazabilidad de los procesos y ampliar el impacto de la gestión sustentable en la producción ganadera.

### 6. Referencias

- Calderón Gonzales, V. A. (2019). Mejora de la productividad aplicando la metodología 5S en la empresa Agroindustrias Verdeflor S.A.C., Provincia de Huaral-2019 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].
- Canahua Apaza, N. (2021). Implementación de la metodología TPM Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49–62. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Centro de Información Estadística y Geográfica del Estado de Sinaloa (CIEGSIN). (2023). Ganadería: indicadores por tema. Gobierno del Estado de Sinaloa.
- Eurofins Environment Testing Spain. (2024, junio 9). ¿Qué es la norma ISO 14001 y para qué sirve?
- Fernández Paima, B. L., & Morales Cabada, C. A. (2018). Aplicación del modelo de las 5S para mejorar la productividad del área de operaciones de Ganadera Agrícola M&M SAC, Trujillo [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Medina, R. (2022). Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES*, 6(21), 37–49.
- Naciones Unidas. (2023). Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. ONU.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). Panorama agroalimentario 2018–2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.



## 100CIATEC

- Suazo, L. (2025, enero 30). Las mejores técnicas de mantenimiento predictivo. Traction.
- Tavares, L. A. (2020, agosto 31). Mantenimiento productivo total (TPM) – Explicado. Predictiva21.
- Zamora, R. (2024, mayo 18). Mantenimiento preventivo de las fábricas y su impacto en la eficiencia global de equipos. Predictiva21.



## **Filtro separador de sólidos para Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Martín Texmelucan**

**Vivaldo, Vicuña-Araceli <sup>1</sup>, Córdova, Pulido-Miguel Ángel <sup>2</sup>, Zarate, Sampedro- Oscar <sup>3</sup>**

1. <sup>1</sup> División de Ingeniería Electromecánica. Instituto Tecnológico Superior San Martín Texmelucan araceli.vivaldo@smartin.tecnm.mx
2. <sup>2</sup> División de Ingeniería Electromecánica. Instituto Tecnológico Superior San Martín Texmelucan miguel.cordova@smartin.tecnm.mx Ingeniería Electromecánica. Instituto
3. <sup>3</sup> División de Ingeniería Electromecánica. Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan oscar.zarate@smartin.tecnm.mx

**Resumen:** El presente trabajo tiene por objeto el diseño de un filtro recolector de sólidos en la Planta Tratadora de Aguas Residuales PTAR de San Martín Texmelucan "filtros rociadores", es una propuesta de solución para el filtro actual que presenta algunos problemas de recolección y que a su vez generan un problema para la siguiente etapa de captador de agua para enviar al biorreactor, se realiza un análisis de los diferentes tipos de cribas existentes en el mercado, se realiza una propuesta y se diseña el filtro.

**Palabras Clave:** diseño, filtro de sólidos, PTAR

**Abstract:** The purpose of this work is the design of a solids collection filter in the Wastewater Treatment Plant WWTP of San Martín Texmelucan "spray filters", it is a proposed solution for the current filter that presents some collection problems and that at the same time Once they generate a problem for the next stage of collecting water to send to the bioreactor, an analysis of the different types of screens on the market is carried out, a proposal is made and the filter is designed.

**Keywords:** design, solids filter, WWTP,



### 1. Introducción

El año 2024 en México mostró dificultades alarmantes en tema de agua, se vive una situación de escases de agua en el 75% del territorio con algún grado de sequía según datos de CONAGUA. (Román, 2024)

El aumento en el uso del agua para actividades industriales ha venido causando deterioro del recurso, produciendo el aumento de agua contaminada con residuos disueltos y suspendidos que sin una adecuada disposición deterioraría aún más la calidad del recurso hídrico (Hernández, Moreno, & Sandoval, 2017).

En México la falta de tratamientos de aguas residuales es un obstáculo que limita el derecho humano al goce de agua (Nuñez, 2017).

Este tipo de situaciones complica el cambiante factor climático del cual somos testigos y sufrimos los efectos como temperaturas de hasta 32°C en las zonas de San Martín Texmelucan y la falta de agua en casas habitacionales y por supuesto en riego para la agricultura de la región.

En San Martín Texmelucan Puebla se cuenta con varias plantas de Tratamiento de Agua Residual PTAR y particularmente la planta ubicada en San Lucas Atoyatenco, calle independencia s/n. Se construyó en 1993 y tiene operando 30 años, en la actualidad presenta algunos problemas en la recolección de los residuos sólidos que llegan a la entrada de aguas residuales, razón por la cual se diseña un nuevo filtro que ayude a separar una mayor cantidad de elementos solidos de grandes y pequeños tamaños.

La eficiencia de las PTAR's permite el cumplimiento de la normatividad, asegura la calidad del agua tratada y su reutilización para el riego de áreas verdes y es fundamental para la reducción en el consumo de agua potable. (Gobierno de México, 2024) Para que el agua tratada sea reutilizada se debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población NOM-003-ECO.



## **2. Delimitación contextual**

El presente proyecto se desarrolla en el municipio de San Martín Texmelucan, ubicado en el estado de Puebla, una región caracterizada por su intensa actividad industrial, comercial y agrícola, lo que genera una cantidad considerable de aguas residuales provenientes tanto de fuentes domésticas como productivas. Dentro de este contexto, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de San Martín Texmelucan juega un papel fundamental en la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación del Río Atoyac y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

La PTAR actualmente enfrenta desafíos relacionados con la presencia de sólidos pequeños como plásticos, fibras, residuos orgánicos y sedimentos que ingresan al sistema y afectan la eficiencia de los procesos de tratamiento. Estos materiales reducen la capacidad operativa, aceleran el desgaste de equipos y generan obstrucciones que comprometen la calidad del agua tratada.

Ante esta problemática, el proyecto se delimita específicamente al diseño y análisis de una modificación al sistema de pretratamiento de la PTAR, con el fin de mejorar la retención y separación de sólidos pequeños antes de que estos ingresen a las etapas posteriores del tratamiento.

## **3. Metodología**

Se realizó una visita técnica y una revisión del funcionamiento actual del sistema de filtración en la PTAR de San Martín Texmelucan, Se identificaron fallas en la recolección de sólidos pequeños, los cuales generan obstrucciones en el captador de agua hacia el biorreactor, Se recopiló información de los operadores sobre la frecuencia de fallas, tipos de residuos presentes y complicaciones en el mantenimiento. Se revisaron documentos técnicos, manuales de operación y normas relacionadas con el tratamiento de aguas residuales.

Se estudiaron los procesos de pretratamiento en PTAR similares para comprender las especificaciones requeridas en sistemas de cribado y filtrado y se analizaron parámetros de caudal de entrada, tamaño de partículas, velocidad de flujo y condiciones ambientales.

A continuación, en la figura 1 se muestran algunos de los criterios que se consideran para el diseño del filtro de recolección de sólidos que se encuentran en la superficie del PTAR.





Figura 1. Aspectos para considerar en el diseño del filtrado

#### 4. Desarrollo

En la figura 2 se muestra un diagrama de flujo de una PTAR, en la sección izquierda marcada como 1A indica el cárcamo de bombeo que es donde se encuentra la entrada de aguas residuales. El cárcamo debe inspeccionarse constantemente, debe permanecer libre de sólidos, así como la línea de impulsión para no afectar la eficiencia de los tratamientos posteriores o afectar los equipos de bombeo. Posteriormente en 1B se hace la separación de sólidos finos y se utiliza un hidro tamiz.

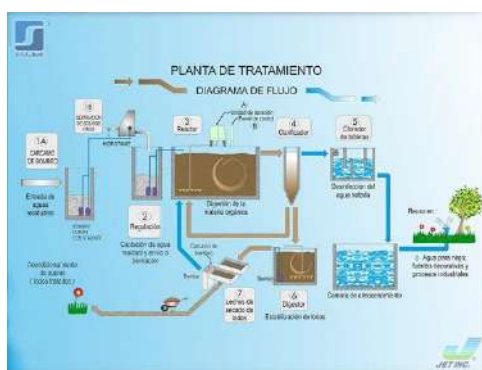
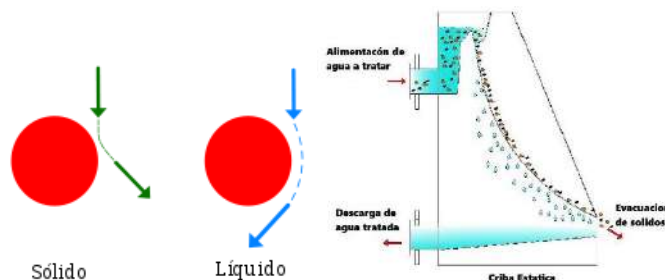


Figura 2. Diagrama de una planta de tratamiento  
Fuente: ASA jet

El funcionamiento de las cribas consiste en la separación de sólidos de líquidos mediante el efecto de COANDA (Carrillo, García, & Castillo, 2024) que es un fenómeno físico donde una corriente de fluido líquido tiende a ser atraída por una superficie vecina a su trayectoria como se muestra en las figuras 3a y 3b. (Carrión & Correa, 2017)





Figuras 3a Efecto Coanda y 3 b separación de sólidos y líquidos

Después de considerar los aspectos mostrados en la figura 1 se realiza el diseño de las piezas que darán solución al problema y retendrán sólidos de menores dimensiones (3mm).

La máquina se colocará dentro de los canales de fosa de separación de sólidos que se representa en la figura 4.

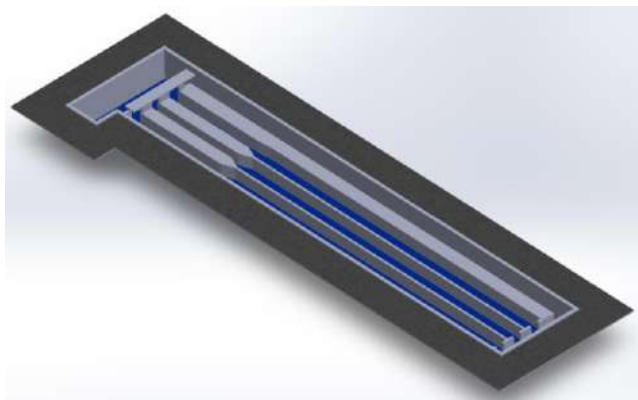


Figura 4. Vista isométrica de la piscina

Se realizará el filtrado por medio de una rejilla que está directamente relacionada con el tamaño de las aberturas que debe ser lo suficientemente pequeña para contener sólidos no deseados, pero debe permitir que fluya el agua. El diseño de la rejilla debe adaptarse al tipo y tamaño de sólidos a retener (3mm) como se muestra en la figura 5. Las rejillas están dispuestas en paralelo y separadas con precisión para cumplir con la clasificación deseada.

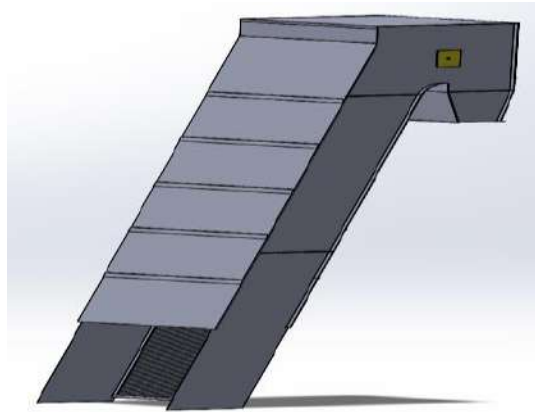


Figura 5. Criba

Se utilizará un sistema de transmisión con cadenas dentro de la carcasa, lo cual provoca que el rastrillo suba limpiando la rejilla y elevando los residuos hacia el tornillo infinito, el cual se encargará de transportar los residuos para su posterior deposito

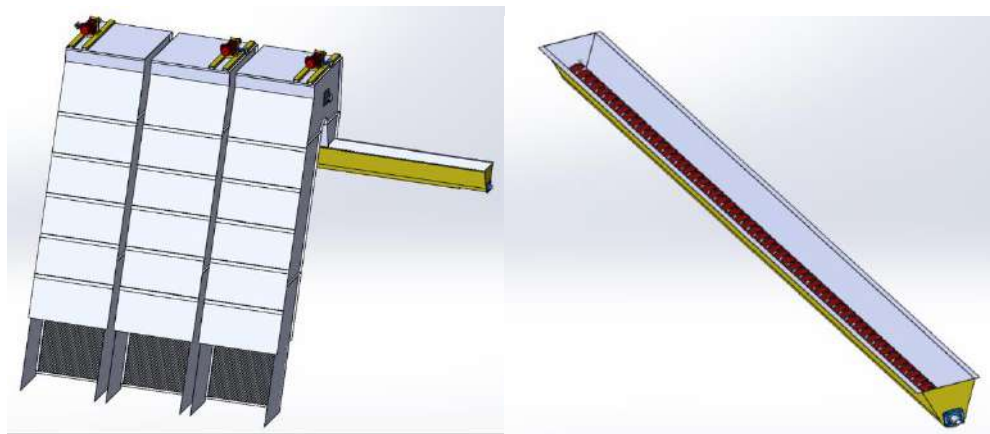


Figura 6. Colocación del tornillo infinito

Finalmente, en la figura 7 se muestra el diseño final del filtro que abarca todo el espacio solicitado por la empresa, contiene los sistemas de filtrado y el sistema que trasportará los sólidos recolectados

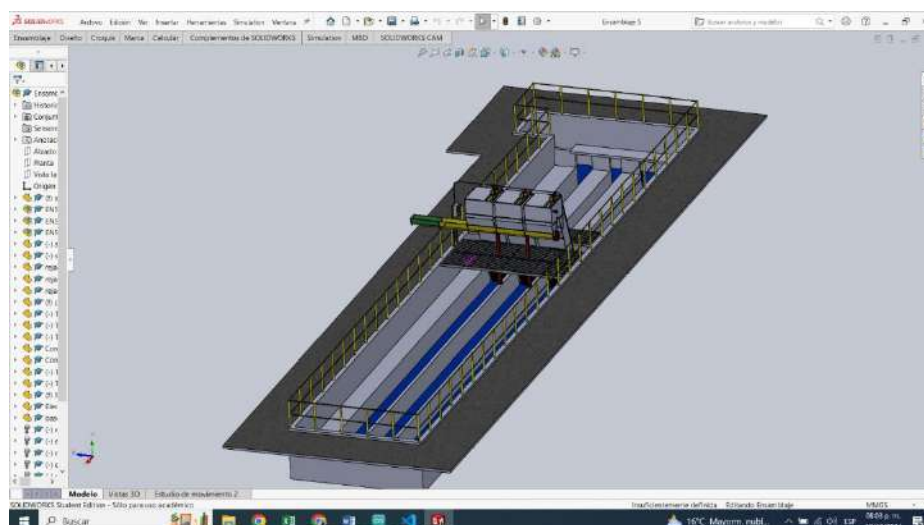


Figura 7. Diseño final del filtro

## 1. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto permitió diseñar una solución técnica viable y contextualizada para mejorar el proceso de pretratamiento en la Planta Tratadora de Aguas Residuales (PTAR) de San Martín Texmelucan. A partir del análisis detallado del funcionamiento actual del sistema de filtración y de la problemática generada por la insuficiente recolección de sólidos pequeños, se identificó la necesidad de implementar un filtro recolector más eficiente que optimice la operación de las etapas posteriores, particularmente el captador de agua que alimenta al biorreactor.

Se realizó el diseño del nuevo filtro de recolección de sólidos que cumple con las mejoras propuestas de retener basura de hasta 1/8 de pulgada, los materiales para la construcción tienen mejor calidad para el uso en aguas residuales.

La selección de materiales y el diseño estructural final reflejan una solución sustentada en parámetros ingenieriles, garantizando una mayor resistencia al desgaste y un desempeño óptimo ante las condiciones reales de operación. En términos generales, el proyecto contribuye a prolongar la vida útil de los equipos, reducir obstrucciones y asegurar un flujo más limpio hacia el biorreactor, favoreciendo así la calidad del tratamiento y la continuidad operativa de la PTAR.

El diseño está ajustado a la medida del lugar solicitado, indicando que no es una máquina estandar la que puede emplearse.

Los materiales propuestos pueden ser utilizados durante 24 hr los 365 días del año. El proceso de construcción de la máquina depende de Planta Tratadora de Aguas Residuales PTAR de San Martín Texmelucan “filtros rociadores”.

## 2. Referencias

- Atoyac, D. I. (Marzo de 2017). Municipios de Puebla con plantas de tratamiento de aguas residuales, público urbano en la cuenca del alto Atoyac.
- Carrillo, S. J., García, B. J., & Castillo, E. L. (2024). Modelización de la hidrodinámica de tamices con efecto Coanda, Evaluación de la capacidad de retención de sólidos en imbornales para la captación de la escorrentía urbana. VII Jornadas de Ingeniería del Agua., 210-217.
- Carrión, C. E., & Correa, S. D. (2017). Estudio numérico de la hidrodinámica local y estudio de la influencia de parámetros relevantes: forma y orientación de alambres en rejillas de efecto Coanda. Repositorio Institucional de la UTPL.
- Gobierno de México. (2024). Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Hernández, S. A., Moreno, S. J., & Sandoval, H. L. (2017). Tratamiento de aguas residuales industriales en México: Una aproximación a su situación actual y retos por atender. Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable RINDERESU, 2(1-2), 75-87.
- Nuñez, J. E. (2017). Los Derechos Humanos y el Nuevo Orden Económico Mundial. Revista AFESE, 12.
- Román, B. M. (febrero de 2024). La crisis de agua en México: Desafío central en las elecciones presidenciales 2024.



**Rojas, Nando, Julio Cesar <sup>1</sup>, Reyes, Luna, Nayely <sup>2</sup>, Flores, Trujillo, Iván Antonio <sup>3</sup>, Reyes, Andon, Brayan Alexis <sup>4</sup>**

1. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, [jc.rojas@hotmail.com](mailto:jc.rojas@hotmail.com)
2. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, [nayely.reyes@itsao.edu.mx](mailto:nayely.reyes@itsao.edu.mx)
3. Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, [ivan.flores@utim.edu.mx](mailto:ivan.flores@utim.edu.mx)
4. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, [221309040@acatlan.tecnm.mx](mailto:221309040@acatlan.tecnm.mx)

**Resumen:** El presente artículo abordó la problemática de la gestión ineficiente de la información sobre la aplicación de fertilizantes orgánicos en parcelas de caña de azúcar del municipio de Epatlán, Puebla. El objetivo principal fue desarrollar una página web que centralizara y organizara los datos de productores, parcelas y fertilizaciones. La metodología aplicada correspondió a la programación extrema (XP), lo que permitió un desarrollo ágil, iterativo y enfocado en la retroalimentación constante. Entre las técnicas utilizadas se incluyeron el diseño de una base de datos, la integración de un mapa interactivo y funcionalidades de búsqueda y visualización de estadísticas. Los resultados mostraron un sistema digital funcional que facilitó el registro, consulta y gestión de la información agrícola, reduciendo errores y duplicidades en la planificación de fertilizaciones. En conclusión, este proyecto contribuyó a modernizar la gestión agrícola en la región, con implicaciones potenciales en la productividad y sostenibilidad del sector cañero.

**Palabras Clave:** gestión agrícola, fertilizantes orgánicos, caña de azúcar, sistema web, programación extrema.

**Abstract:** This article addressed the problem of inefficient information management regarding the application of organic fertilizers in sugarcane plots located in the municipality of Epatlán, Puebla. The main objective was to develop a web-based system to centralize and organize data related to producers, plots, and fertilization activities. The methodology applied was Extreme Programming (XP), which enabled an agile, iterative development process focused on continuous feedback. The approach included the design of a database, the implementation of an interactive map, and the development of search and statistical visualization functionalities. The results demonstrated a functional digital platform that improved the recording, consultation, and management of agricultural information, reducing errors and duplications in



fertilization planning. In conclusion, this project contributed to the modernization of agricultural management in the region, with potential implications for increased productivity and sustainability in the sugarcane sector.

Keywords: agricultural management, organic fertilizers, sugarcane, web system, Extreme Programming.

### 1. Introducción

La agricultura constituye uno de los sectores productivos más relevantes para la economía y la seguridad alimentaria en México. Dentro de este ámbito, el cultivo de la caña de azúcar representa una actividad estratégica tanto por su aporte económico como por el número de familias que dependen directamente de su producción. Sin embargo, la productividad del sector enfrenta retos asociados a la gestión de recursos y la aplicación de tecnologías de información que permitan mejorar la toma de decisiones y la eficiencia de los procesos agrícolas.

En la actualidad, uno de los principales problemas detectados en el municipio de Epatlán, Puebla, es la administración ineficiente de la información relacionada con la aplicación de fertilizantes orgánicos en las parcelas de caña de azúcar. La ausencia de un sistema centralizado provoca dificultades en el registro de datos, errores en las dosis aplicadas, duplicación de esfuerzos y limitaciones en la capacidad de análisis de los resultados obtenidos. Estas carencias impactan directamente en la productividad de los cultivos y en el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.

Diversos estudios han documentado la importancia de digitalizar procesos agrícolas mediante plataformas web y sistemas de información geográfica. Estas herramientas permiten centralizar datos, garantizar la trazabilidad de las prácticas y facilitar la generación de reportes y análisis comparativos. No obstante, la mayoría de las soluciones implementadas en otros contextos se enfocan en cultivos de exportación o de gran escala, lo que deja desatendidas a comunidades agrícolas más pequeñas que requieren sistemas accesibles y adaptados a sus necesidades locales.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una página web orientada a la gestión de la información agrícola en parcelas de caña de azúcar de Epatlán, Puebla. El sistema fue diseñado bajo la metodología ágil de programación extrema (XP), lo que permitió un proceso iterativo, adaptable y enfocado en la retroalimentación continua. A diferencia de trabajos previos, esta propuesta integró un mapa interactivo, un gestor de base de datos y funcionalidades de búsqueda y visualización estadística diseñadas específicamente para la realidad de productores locales de caña de azúcar.

### 2. Sustento Teórico

En México, los retos agrícolas contemporáneos están fuertemente ligados al deterioro del suelo, al uso excesivo de insumos químicos, y a la falta de herramientas digitales que permitan optimizar la gestión de parcelas. Estudios recientes han mostrado que los fertilizantes orgánicos representan una estrategia viable



para mejorar la salud del suelo, la biodiversidad microbiana y la retención de agua, siempre que su producción y uso estén bien regulados y controlados.

Por ejemplo, la investigación “Caracterización de biofertilizantes utilizados en el valle agrícola de México” examina los tipos de biofertilizantes que los agricultores locales emplean, sus propiedades físico-químicas, limitaciones y potenciales mejoras, destacando la carencia de normas técnicas nacionales que definan estándares claros para estos productos.

Además, políticas públicas mexicanas como las impulsadas por la SAGARPA han dado impulso a la producción de fertilizantes orgánicos, con el propósito de aumentar la disponibilidad de insumos sostenibles para pequeños productores, disminuir el uso de químicos y fomentar prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente.

Este proyecto está compuesto por las siguientes herramientas:



**Figura 1. Visual Studio Code**

**Nota:** Editor de código gratuito, multiplataforma y ligero

**Visual Studio Code** es un editor de código fuente avanzado, gratuito y multiplataforma, desarrollado por **Microsoft**. Nació en 2015 con el objetivo de ofrecer una experiencia de desarrollo liviana pero poderosa, distinta al entorno más pesado de Visual Studio IDE. Desde entonces, se ha mantenido en constante evolución, recibiendo nuevas funcionalidades y una inmensa cantidad de extensiones creadas por la comunidad y por la propia Microsoft (TecnoDigital, 2025).



**Figura 2. Lenguaje de Programación PHP**

**Nota:** programación de código abierto para desarrollo web para el servidor y compatible con múltiples plataformas.



PHP es un lenguaje de programación destinado a desarrollar aplicaciones para la web y crear páginas web, favoreciendo la conexión entre los servidores y la interfaz de usuario.

Entre los factores que hicieron que PHP se volviera tan popular, se destaca el hecho de que es de código abierto ya que cualquiera puede hacer cambios en su estructura ya que es de código abierto, no hay restricciones de uso vinculadas a los derechos. El usuario puede usar PHP para programar en cualquier proyecto comercializarlo sin problemas y está en constante perfeccionamiento, gracias a una comunidad de desarrolladores proactiva y comprometida (2021b).



**Figura 3. Lenguaje de programación JavaScript**  
**Nota: permite funciones interactivas en páginas web, como animaciones y actualizaciones dinámicas**

JavaScript es un lenguaje de programación o de secuencias de comandos que te permite implementar funciones complejas en páginas web, cada vez que una página web hace algo más que sentarse allí y mostrar información estática para que la veas, muestra oportunas actualizaciones de contenido, mapas interactivos, animación de Gráficos 2D/3D, desplazamiento de máquinas reproductoras de vídeo, etc., puedes apostar que probablemente JavaScript está involucrado. Es la tercera capa del pastel de las tecnologías web estándar, dos de las cuales (HTML y CSS) hemos cubierto con mucho más detalle en otras partes del Área de aprendizaje (MDN, 2025).



**Figura 4. Lenguaje de programación HTML**  
**Nota: Lenguaje de marcado utilizado para estructurar y presentar contenido en la web.**





## 100CIATEC

HTML son las siglas en inglés de HyperText Markup Language, que significa Lenguaje de Marcado de HiperTexto. Se llama así al lenguaje de programación empleado en la elaboración de páginas Web, y que sirve como estándar de referencia para la codificación y estructuración de las mismas, a través de un código del mismo nombre (html).

### 3. Metodología

Este proyecto nació de la necesidad de una herramienta tecnológica que apoye a los productores de caña de azúcar en el municipio de Epantlán, Puebla, en la gestión de la información sobre la aplicación de fertilizantes orgánicos. Debido a que los registros se realizaban de forma manual, se detectaron problemas de duplicación de datos, errores en las dosis y falta de trazabilidad. A partir de ello, se propuso el desarrollo de una página web que centraliza esta información, ofreciendo un sistema práctico y accesible.

Para su desarrollo se eligió la programación extrema (XP) como metodología ágil, por permitir entregas rápidas, la retroalimentación constante y la corrección temprana de errores. XP fue idónea porque el proyecto requería flexibilidad y adaptación a las necesidades locales de los usuarios.

El proyecto utilizó tanto software como hardware que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Materiales**

Software	Hardware
Base de Datos MySQL	Laptop Lenovo (Intel Core i3, 8 GB RAM)
Sistema operativo Windows 11	Teclado numérico
Visual Studio Code	
PHP	
HTML y CSS	
JavaScript	

**Nota:** Software y Hardware para el desarrollo de la página web.

Por otro lado, elegimos la programación extrema (XP) como un método ágil que permite el desarrollo del software con entregas rápidas y la posibilidad continua de reajustes conforme a las necesidades. Gracias a XP pudimos trabajar de forma colaborativa, realizando pruebas de manera continua que aseguraran el correcto funcionamiento del sistema.



### a. Planificación:

Para iniciar se identificó la problemática de gestión de fertilizantes mediante consultas con fuentes secundarias y entrevistas informales a productores. Con base en ello, se definieron los requisitos iniciales del sistema, priorizando el registro de parcelas, productores y aplicaciones de fertilizantes.

### b. Diseño:

Se elaboraron diagramas de flujo, modelos de base de datos y prototipos de interfaces. Se planearon las funcionalidades clave: mapa interactivo para localizar parcelas, registro de datos, búsquedas y estadísticas.



**Figura 5. Pantalla Principal**  
Nota: Muestra la interfaz principal de la pagina



**Figura 6. Ubicación registrada**  
Nota: Interfaz de la ubicación de la fertilización

### c. Codificación:

Se implementó el sistema en Visual Studio Code usando PHP para la lógica del servidor, JavaScript para la interactividad, HTML y CSS para las interfaces, y MySQL para la gestión de la base de datos. El desarrollo se realizó en ciclos cortos, incorporando retroalimentación continua conforme a XP.

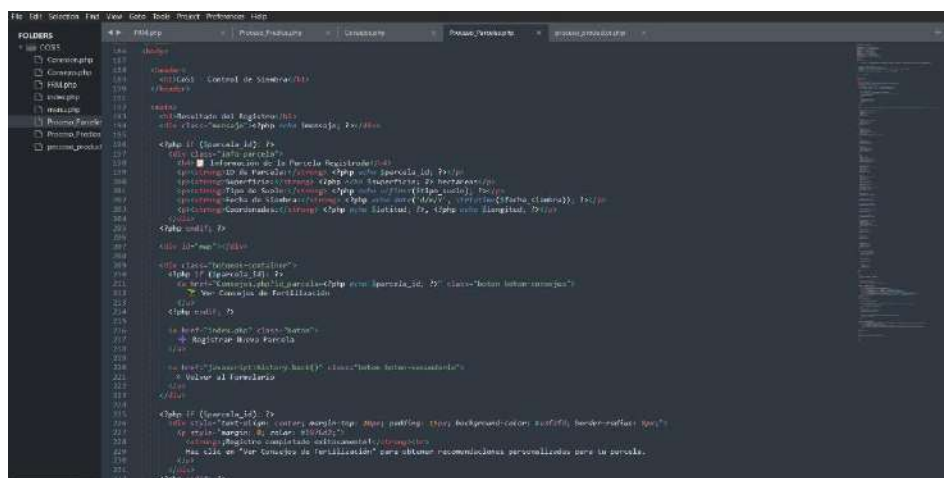


Figura 7.

#### Codificación

Nota: estas líneas de código es el formulario para registrar la ubicación y los datos del propietario.

### d. Pruebas:

Se llevaron a cabo pruebas unitarias e integrales en cada módulo, verificando la correcta funcionalidad del registro, la consulta de datos y el despliegue del mapa interactivo. Se usaron datos simulados de parcelas de caña de azúcar para validar el sistema sin comprometer información real.



Figura 8.

#### del registro

Resultado

Nota: Se muestra la ubicación del lugar donde se aplicarán los fertilizantes



#### **4. Resultados de discusión**

El desarrollo del sistema CoSi permite crear una página web funcional para la gestión de información agrícola en el municipio de Epantlán, Puebla. El sistema integra un mapa interactivo, un módulo de registro de proveedores y parcelas. Las pruebas realizadas con datos simulados confirmaron que el sistema reduce errores de duplicación en el registro y facilita la consulta de información, funciones que previamente eran efectuadas de manera manual. En total se ejecutaron diez pruebas unitarias y cinco integrales, todas con un nivel de éxito del 90%, lo que respalda la confiabilidad del prototipo.

La planificación de fertilizaciones y mejora la trazabilidad de los procesos; en el caso de Cosi, el uso de un mapa interactivo permitió ubicar parcelas y relacionar información de fertilización con su localización geográfica, lo que representa una innovación en comparación con otras propuestas. Otro aspecto relevante fue la aplicación de la metodología ágil XP, la cual permitió la adaptación continua de los requerimientos y la corrección temprana de fallas.

Esta metodología resulta adecuada en proyectos que requieren entregas rápidas y retroalimentación constante, lo cual se comprobó en el desarrollo del sistema. No obstante, entre las limitaciones encontradas destaca que el prototipo aún no se ha probado en campo real con productores de caña de azúcar, lo que limita la validación de su impacto práctico. Sin embargo, su estructura modular y escalable permite pensar en futuras fases de implementación que incorporen nuevas funciones, como notificaciones automáticas y análisis comparativos entre parcelas. En conclusión, los resultados obtenidos muestran que Cosi constituye una herramienta tecnológica capaz de modernizar la gestión agrícola en Epantlán, con potencial de contribuir al incremento de la productividad y la sostenibilidad en comunidades rurales de México.

#### **5. Conclusiones**

El desarrollo del sistema Cosi permitió comprobar que la digitalización de la gestión agrícola en Epantlán, Puebla, reduce de manera significativa los errores en el registro de información, alcanzando un nivel de éxito superior al 90 % en las pruebas realizadas con datos simulados. En comparación con métodos tradicionales basados en registros manuales, donde los errores podían superar el 30 %, el sistema evidenció una mejora notable gracias a la integración de módulos de registro de productores, parcelas y aplicaciones de fertilizantes, complementados con un mapa interactivo que optimizó la trazabilidad de las prácticas agrícolas.



Los resultados demostraron que la metodología XP fue adecuada para el desarrollo, ya que permitió iteraciones rápidas, retroalimentación continua y corrección temprana de fallos, logrando un sistema funcional en un tiempo reducido. Entre las aplicaciones actuales del sistema se encuentra su uso inmediato en comunidades productoras de caña de azúcar para mejorar la planificación de fertilizaciones y optimizar el uso de fertilizantes orgánicos. Como aplicación potencial, el sistema puede adaptarse a otros cultivos en distintas regiones de México, ampliando su impacto en la productividad y sostenibilidad del sector agrícola. En conclusión, Cosi constituye una herramienta innovadora y replicable que impulsa la modernización del campo y fortalece la transición hacia la agricultura digital en el país.

### 6. Referencias

- Desarrollo de un sistema web y móvil para la gestión de cultivos agrícolas. (2022). *Ingeniería, Ciencia y Tecnología*, 17(2), 45-60. [Redalyc](#)
- Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento de cultivos. (2021). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(1), 100-110. [SciELO México](#)
- Fertilizantes orgánicos: influencia de la dosis sobre indicadores fisicoquímicos. (2024). e-*Cucba*, Universidad de Guadalajara. [E-Cucba](#)
- Los fertilizantes orgánicos disminuyen dos plagas en col forrajera en comparación con el fertilizante sintético. (2024). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(4), Art. e3448. [Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas](#)
- Conocimiento y manejo de los abonos orgánicos por productores de caña de azúcar del Valle Grullo-Autlán, Jalisco. (2023). *CIBA Revista Científica Agropecuaria*, 8(2), 25-38. [CIBA](#)
- Software para el apoyo a la toma de decisiones en el sector agrícola. (2022). *Revista de Tecnología Agrícola y Sistemas de Información*, 7(3), 70-85.



## NutriPlayer

**Rojas ,Nando-Julio Cesar <sup>1</sup>, Reyes, Luna- Nayely<sup>2</sup>, Reyes Andon Brayan Alexis<sup>3</sup> , González Bravo Pablo Emanuel<sup>4</sup>**

1. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, jc.rojas@hotmail.com
2. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Nayely.reyes@itsao.edu.mx
3. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309040@acatlan.tecnm.mx
4. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 231411006@acatlan.tecnm.mx

**Resumen:** El proyecto fue sobre hacer una nueva página web con un menú de juegos divertidos como el ahorcado, memórama y atrapa puntos para ayudar a los niños y jóvenes a tener buenos hábitos alimenticios. Mediante juegos y enseñanza divertida se mostraron ideas importantes sobre comer bien de forma atractiva. Este sistema ayuda a encontrar partes que se pueden mejorar en nuestra nutrición y fomenta un modo vida equilibrado. Se usaron herramientas para crear webs, organizar datos y estar seguros. Las primeras pruebas señalaron su valor como ayuda educativa sobre temas como alimentación y bienestar en edades tempranas.

**Palabras Clave:** Nutrición, Bienestar, Hábitos, alimentación, Proyecto, Desarrollo

**Abstract:** The project was about making a new website with a menu of fun games such as hangman, memorama and catcher points to help children and young people have good eating habits. Through games and fun teaching, important ideas about eating well in an attractive way were shown. This system helps to find parts that can be improved in our nutrition and promotes a balanced way of life. Tools were used to create websites, organize data and be secure. Early evidence pointed to its value as an educational aid on topics such as food and well-being at an early age.

**Keywords:** Nutrition, Well-being, Habits, food, Project, Development

### 1. Introducción

Fomentar hábitos alimenticios saludables desde pequeños es clave para el crecimiento físico y mental de niños y adolescentes. Hoy en día, usar herramientas tecnológicas y actividades



divertidas se ha convertido en una forma efectiva de hacer que aprendan y se interesen más. Por eso, este proyecto tuvo como objetivo crear una página web interactiva que funcione como apoyo en temas de nutrición, usando juegos digitales como el ahorcado, memorama y atrapa puntos. Estos juegos están diseñados para enseñar conceptos importantes sobre una alimentación equilibrada de forma entretenida, y también para motivar a quienes los usan a pensar en sus propias decisiones alimenticias. La plataforma ayuda a identificar áreas en las que se pueden mejorar los hábitos nutricionales y promueve un estilo de vida saludable, accesible y divertido. Mientras se desarrollaba, se usaron herramientas modernas de diseño web, gestión de datos y medidas de seguridad para cuidar la información y el avance de cada usuario. Las primeras pruebas con un grupo pequeño mostraron que esta idea tiene mucho potencial para apoyar la educación en temas de nutrición y bienestar, sobre todo en momentos clave del crecimiento y la formación personal.

## **2. Sustento teórico**

Después de varias investigaciones en fuentes confiables, se encontró información sobre los efectos del consumo de comida chatarra en niños han revelado alarmantes consecuencias para su salud. Según The Lancet, el 18% de los niños en el mundo padecen obesidad, estrechamente vinculada con los alimentos ultraprocesados, los cuales afectan tanto el desarrollo físico como el cognitivo y emocional. JAMA Pediatrics señala que una dieta alta en grasas y azúcares interfiere con el desarrollo cerebral, reduciendo la memoria y el rendimiento escolar, y aumentando el riesgo de trastornos como el TDAH. Frontiers in Nutrition advierte que estos alimentos provocan inflamación crónica y alteran la microbiota intestinal, debilitando el sistema inmunológico. Pediatrics establece que el consumo excesivo de azúcares puede generar resistencia a la insulina y problemas metabólicos. Además, The American Journal of Clinical Nutrition vincula estos hábitos con un mayor riesgo de ansiedad y depresión debido a efectos negativos sobre neurotransmisores como la serotonina. Finalmente, la OMS y estudios en el Reino Unido destacan que una mala alimentación en la infancia incrementa el riesgo de enfermedades crónicas en la adultez, como diabetes tipo 2, hipertensión y ciertos tipos de cáncer. (Sosa 2025).

Este proyecto está compuesto por las siguientes herramientas:





Figura 1. Visual Studio Code

Nota: Editor de código gratuito, multiplataforma y ligero

**Visual Studio Code** es un editor de código fuente avanzado, gratuito y multiplataforma, desarrollado por **Microsoft**. Nació en 2015 con el objetivo de ofrecer una experiencia de desarrollo liviana pero poderosa, distinta al entorno más pesado de Visual Studio IDE. Desde entonces, se ha mantenido en constante evolución, recibiendo nuevas funcionalidades y una inmensa cantidad de extensiones creadas por la comunidad y por la propia Microsoft (TecnoDigital, 2025).



Figura 2. Lenguaje de programación PHP

Nota: programación de código abierto para desarrollo web para el servidor y compatible con múltiples plataformas.

PHP es un lenguaje de programación destinado a desarrollar aplicaciones para la web y crear páginas web, favoreciendo la conexión entre los servidores y la interfaz de usuario.

Entre los factores que hicieron que PHP se volviera tan popular, se destaca el hecho de que es de código abierto ya que cualquiera puede hacer cambios en su estructura ya que es de código abierto, no hay restricciones de uso vinculadas a los derechos. El usuario puede usar PHP para programar en cualquier proyecto comercializarlo sin problemas y está en constante perfeccionamiento, gracias a una comunidad de desarrolladores proactiva y comprometida (2021b).





**Figura 3. Lenguaje de programación JavaScript**  
 Nota: permite funciones interactivas en páginas web, como animaciones y actualizaciones dinámicas

JavaScript es un lenguaje de programación o de secuencias de comandos que te permite implementar funciones complejas en páginas web, cada vez que una página web hace algo más que sentarse allí y mostrar información estática para que la veas, muestra oportunas actualizaciones de contenido, mapas interactivos, animación de Gráficos 2D/3D, desplazamiento de máquinas reproductoras de vídeo, etc., puedes apostar que probablemente JavaScript está involucrado. Es la tercera capa del pastel de las tecnologías web estándar, dos de las cuales ([HTML](#) y [CSS](#)) hemos cubierto con mucho más detalle en otras partes del Área de aprendizaje (MDN, 2025).



**Figura 4. Lenguaje de programación HTML**  
 Nota: Lenguaje de marcado utilizado para estructurar y presentar contenido en la web.

HTML son las siglas en inglés de HyperText Markup Language, que significa Lenguaje de Marcado de HiperTexto. Se llama así al lenguaje de programación empleado en la elaboración de páginas Web, y que sirve como estándar de referencia para la codificación y estructuración de las mismas, a través de un código del mismo nombre (html).

El W3C o World Wide Web Consortium, organización que se dedica a la estandarización de los parámetros de la Red, emplea el html como el más importante lenguaje web, y al cual prácticamente todos los navegadores y exploradores se han adaptado. Es crucial, entonces, para el desarrollo y la expansión de la Red (Equipo editorial, Etecé, 2025).



**Figura 5. Base de datos**  
**Nota: Instalación MySQL para crear la base de datos en tablas para**  
**Almacenar información**

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto (RDBMS, por sus siglas en inglés) con un modelo cliente-servidor. RDBMS es un software o servicio utilizado para crear y administrar bases de datos basadas en un modelo relacional (GPL).

### 3. Metodología

Este proyecto nació de la necesidad de una herramienta innovadora que pueda ayudar a los niños a aprender a alimentarse bien desde pequeños. En un mundo lleno de comida rápida y tentaciones poco saludables, enseñarles buenos hábitos alimenticios se vuelve cada vez más urgente. Por eso, se pensó en una manera divertida y educativa de hacerlo: una página web interactiva con juegos como el ahorcado, memorama y atrapa puntos. La idea es que, mientras juegan, los niños aprendan qué alimentos son buenos para su cuerpo y cuáles no tanto. Además, se busca que ellos mismos puedan reflexionar sobre lo que comen cada día. Más que una simple plataforma, este proyecto es una herramienta pensada para ayudar a mejorar su salud, prevenir enfermedades a futuro y acompañarlos en una etapa importante de su crecimiento. Aunque apenas comienza, las primeras pruebas han mostrado que puede hacer una gran diferencia. En tiempos donde la tecnología forma parte de la vida diaria, usarla para enseñar de manera cercana, divertida y significativa puede ser una de las mejores formas de cuidar a las nuevas generaciones. Ahora bien, este proyecto necesita de diversas tecnologías tanto hardware como software y algunos otros elementos para poder ser construido el prototipo a escala, como se muestra en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1. Tecnología utilizada para el proyecto**

Software	Hardware
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema operativo Windows 11.</li> <li>• Visual Studio Code</li> <li>• PHP</li> <li>• JAVA SCRIPT</li> <li>• HTML</li> <li>• Base De Datos MySQL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laptop Lenovo Requisitos del sistema: Procesador Intel Core i3, 8 GB de RAM.</li> <li>• Teclado numérico.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración Propia.**

Para llevar a cabo este proyecto utilizamos la metodología de investigación tecnológica, cuya función es resolver problemas concretos que las personas tienen en el uso de la tecnología disponible. Esto nos



permitió la recopilación de información útil y el empleo de las soluciones que nos acercaran a los objetivos a través del método experimental.

Por otro lado, elegimos la programación extrema (XP) como un método ágil que permite el desarrollo del software con entregas rápidas y la posibilidad continua de reajustes conforme a las necesidades. Gracias a XP pudimos trabajar de forma colaborativa, realizando pruebas de manera continua que aseguraran el correcto funcionamiento del sistema.

### a. Planificación:

Como primer paso fue identificar el problema de algunos niños que no identifican bien su alimentación y decidimos hacer algo e ir a pláticas con nutriólogos y doctores para hablar sobre el tema de Comida chatarra y los daños a la salud en menores de edad, Estas conversaciones nos ayudaron a entender mejor el problema y nos motivaron a investigar más a fondo. Con base en lo aprendido, surgió la idea de crear una página web que pudiera funcionar como apoyo educativo, usando recursos divertidos y fáciles de entender para que los niños aprendan a alimentarse mejor.

### b. Diseño:

Para la parte del diseño teníamos ya clara la idea y el objetivo del proyecto, comenzamos a planear cómo queríamos que se viera y funcionara. Sabíamos que debía ser algo atractivo para los niños, fácil de usar y que además les permitiera aprender jugando. Así que empezamos a construir nuestras primeras interfaces para la página web, pensando siempre en que fueran coloridas, dinámicas y amigables.

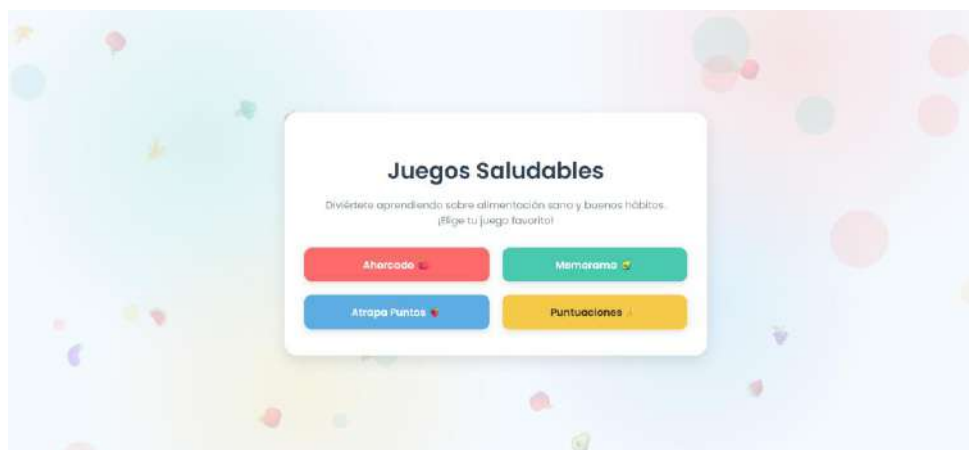


Figura 6. Menú de los juegos

Nota: muestra una interfaz de la página web llamada "Juegos Saludables".

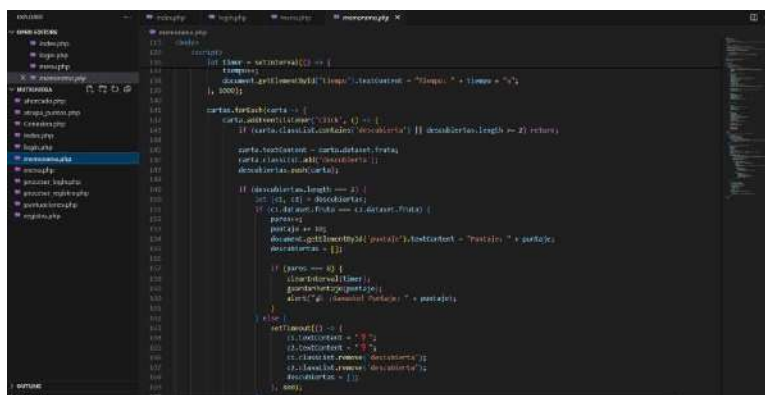


### Figura 7. Juego del ahorcado

**Nota:** presenta la interfaz de un juego de ahorcado.

**c. Codificación:**

Se decidió Trabajar en equipo ya que empezamos a buscar líneas de código que sea capaz de analizar y también trabajamos el código para basarnos en las partes de diseño para que sea de agrado de los niños y les llame la atención.



### Figura 8. Líneas de código

**Nota: estas líneas de código sirven para analizar y clasificar los resultados de los juegos**

Una vez ya hechas estas líneas de código introducimos la base de datos para almacenar por medio de tablas los datos más importantes como datos del usuario y su resultado que sería su puntuación de los juegos.

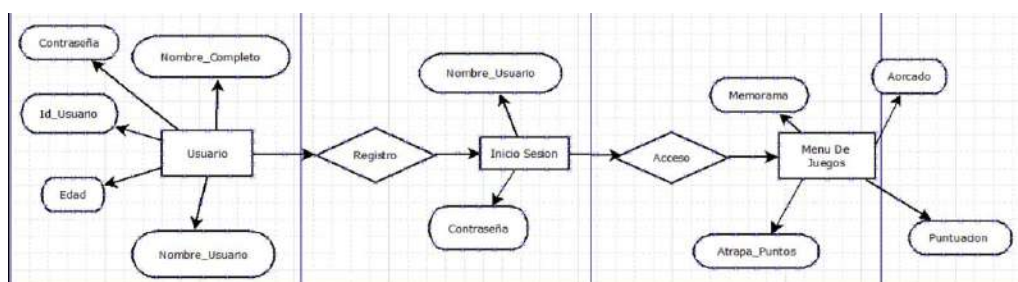


Figura 9. Diagrama

Nota: Diagrama de flujo del proyecto NutriPlayer para verificar

En la figura 10 muestra la creación de tablas en MySQL para la base de datos

```

2 * use SistemaEmociones;
3
4 * CREATE TABLE usuarios (
5   ncontrol VARCHAR(10) PRIMARY KEY,
6   nombre VARCHAR(30),
7   contraseña VARCHAR(20),
8   apellidos VARCHAR(50)
9 )
10
11 * CREATE TABLE registro_emociones (
12   id_emocion INT AUTO INCREMENT PRIMARY KEY,
13   ncontrol VARCHAR(10),
14   fecha DATE,
15   emocion VARCHAR(20),
16   FOREIGN KEY (ncontrol) REFERENCES usuarios(ncontrol) ON DELETE CASCADE
17 )

```

Figura 10. Líneas de código de la base de datos

Nota: esta es la codificación de la creación de tablas y para almacenar información

#### d. Pruebas:

Durante el desarrollo se hicieron pruebas a los niños y ellos empezaron a identificar que las verduras y frutas hacen bien para la salud y que si se come cosas chatarras tendrán una mala alimentación, así mismo identificamos la funcionalidad del sistema para poder llevar a cabo el ajuste de esta manera.

En la figura 11 se muestra la página principal o el inicio que le da la bienvenida a los niños, en la figura 12 se muestra el inicio de sesión si ya cuentas con tu registro de usuario si no también tenemos lo que muestra la figura 13 que te puedes registrar con tus datos para que después puedas introducir al menú de juegos



Figura 11. Página de bienvenida  
Nota: página principal de bienvenida al juego

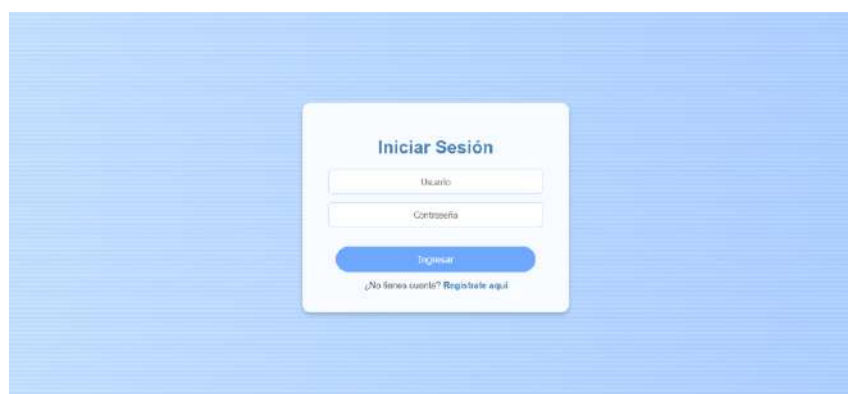


Figura 12. Inicio de sesión  
Nota: Inicio de Sesión para que puedan ingresar a su cuenta



Figura 13: Registro  
Nota: un apartado para registrar nuevos usuarios

### 4. Resultados de discusión

En este punto se realizó lo más importante ya que se hicieron las pruebas finales para verificar que el proyecto no contuviera errores y estuviera en perfecto estado, buscando cubrir cualquier posible error y poder tener un proyecto eficiente.

Un objetivo importante fue crear cada una de las interfaces de manera correcta y con un diseño que sea llamativo para el público.

Una vez que cada una de las interfaces quedaran diseñadas de manera correcta se comenzó con la programación de cada una de las interfaces para darle paso a la depuración de errores del código.

Para finalizar se realizaron diversas pruebas con diferentes niños en una primaria, ya que se presentó en un evento alusivo al día del niño, al cual asistieron niños de diferentes edades entre 6 y 12 años, el proyecto les pareció un buen juego educativo ya que les enseña a tener una alimentación saludable, como se muestra en las figuras 14, 15 y 16.



**Figura 14. Prueba 1**  
Nota: Pruebas de la página web con niños.



**Figura 15. Prueba 2**  
Nota: Niños participando en una actividad de la página.







**Figura 16. Prueba 3**  
**Nota: Niños interactuando con las interfaces de la página.**

## 5. Conclusiones

El proyecto NutriPlayer resultó ser una herramienta muy eficaz para enseñar a los niños de 6 a 12 años sobre hábitos alimenticios saludables. Usando juegos interactivos como el ahorcado, memorama y atrapa puntos, logramos captar su atención y hacer que aprendan, de una manera divertida, la diferencia entre alimentos sanos y comida chatarra. Las pruebas que realizamos mostraron que los niños entendieron mucho mejor por qué es importante comer bien. Esto demuestra que el proyecto tiene un gran potencial para apoyar la educación, usando tecnologías como HTML, JavaScript, PHP y MySQL para crear una plataforma que no solo funciona bien, sino que también es atractiva y fácil de usar. Gracias a la metodología ágil XP, nuestro equipo trabajó de forma colaborativa, haciendo entregas rápidas y mejorando el proyecto continuamente. En resumen, NutriPlayer es una propuesta innovadora con mucho potencial para ser implementada en aulas y otros entornos educativos, ayudando a mejorar la salud infantil mediante el uso de la tecnología como una herramienta para aprender.

## 6. Referencias

- B, G., & B, G. (2024, 3 septiembre). *¿Qué es MySQL? Explicación detallada para principiantes.* Tutoriales Hostinger. [https://www.hostinger.mx/tutoriales/que-es-mysql/#%C2%BFQue\\_es\\_MySQL](https://www.hostinger.mx/tutoriales/que-es-mysql/#%C2%BFQue_es_MySQL)
- De Souza, I. (2021b, febrero 12). *Descubre qué es el lenguaje de programación PHP y en qué situaciones se hace útil.* Rock Content - ES. <https://rockcontent.com/es/blog/php/>
- Equipo editorial, Etecé. (2025, 15 enero). *HTML - Concepto, historia, cómo funciona y etiquetas.* Concepto. <https://concepto.de/html/>
- *¿Qué es JavaScript? - Aprende desarrollo web | MDN.* (2025, 31 marzo). MDN Web Docs. [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn\\_web\\_development/Core/Scripting/What\\_is\\_JavaScript](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn_web_development/Core/Scripting/What_is_JavaScript)



- Mancuzo, G. (2024, 30 abril). ▷ Metodología XP: La Mejor Vía para el Desarrollo de Software. *ComparaSoftware*. [https://blog.comparasoftware.com/metodologia-xp/#:~:text=La%20Metodolog%C3%ADa%20XP%20\(o%20Programaci%C3%B3n%20Extrema\)%20de%20desarrollo](https://blog.comparasoftware.com/metodologia-xp/#:~:text=La%20Metodolog%C3%ADa%20XP%20(o%20Programaci%C3%B3n%20Extrema)%20de%20desarrollo)
- Sosa, J. T. (2025, 29 marzo). Comida chatarra: los daños a la salud son mayores en menores de edad. *Infobae*. <https://www.infobae.com/mexico/2025/03/29/comida-chatarra-los-danos-a-la-salud-son-mayores-en-menores-de-edad/>
- TecnoDigital. (2025, 25 abril). *Visual Studio Code: Todo lo que necesitas saber sobre el editor más versátil*. Informática y Tecnología Digital. <https://informatecdigital.com/que-es-visual-studio-code/>



# DIFICULTADES EN EL EMPRENDIMIENTO DE LA FLORICULTURA PROTEGIDA EN PRODUCTORES DE 3 MUNICIPIOS DE LA SIERRA NEVADA, PUEBLA.

Guevara Brindis-Jesús<sup>1</sup>, Méndez Espinoza-José Arturo<sup>2</sup>, Pérez Ramírez-Nicolás<sup>2</sup>, Sánchez Olarte-Josset<sup>3</sup>

1. Posgrado en Gestión del Desarrollo Social, Colegio de Postgraduados. Campus Puebla, [guevara.jesus@colpos.mx](mailto:guevara.jesus@colpos.mx)
2. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, [jamendez@colpos.mx](mailto:jamendez@colpos.mx)  
[perez.nicolas@colpos.mx](mailto:perez.nicolas@colpos.mx)
3. Tecnológico Nacional de México. Campus San Martín Texmelucan, [josset.sanchez@smartin.tecnm.mx](mailto:josset.sanchez@smartin.tecnm.mx)

## Resumen:

Actualmente, la incursión en la agricultura protegida es un tema relevante y de productividad para los productores que la practican, sin embargo, para los pequeños productores de las zonas rurales se vuelve todo un reto, principalmente por el desconocimiento de los mecanismos y los conocimientos mínimos necesarios que se requieren para esta actividad en este caso el relacionado con la floricultura. El objetivo fue; *identificar las principales dificultades que enfrentan los productores al emprender en la floricultura protegida en tres municipios de la Sierra Nevada, Puebla*. Se utilizó una metodología mixta y la recopilación información fue a través de datos secundarios complementados con una entrevista semiestructurada aplicada a 46 productores de flor. Los resultados permitieron visibilizar las principales dificultades de los productores agrícolas que decidieron emprender en esta actividad, entre las que destacan la falta de financiamiento y asesoría técnica en aspectos de producción y comercio, constante aumento en el costo de mano obra y materiales de construcción para invernaderos y dificultad para acceder a mercados formales para asegurar la venta de las flores ornamentales.

**Palabras clave:** Agricultura protegida, floricultura emprendimiento, financiamiento.

## Abstrac

Currently, the introduction of protected agriculture is a relevant and productive issue for producers who practice it. However, for small-scale producers in rural areas, it becomes a challenge, mainly due to a lack of understanding of the mechanisms and minimum knowledge required for this activity, in this case related to floriculture. The objective was to identify the main challenges producers face when starting protected floriculture in three municipalities in the Sierra Nevada, Puebla. A mixed methodology was used, collecting



information through secondary data, complemented by a semi-structured interview with 46 flower producers. The results shed light on the main challenges faced by agricultural producers who decided to embark on this activity, including a lack of financing and technical advice on production and marketing, a constant increase in the cost of labor and greenhouse construction materials, and difficulty accessing formal markets to ensure the sale of ornamental flowers.

**Keywords:** Protected agriculture, Floriculture, Entrepreneurship, Financing.

### 1. Introducción

La tecnología de producción basada en la agricultura protegida es utilizada para producir cultivos en zonas agrícolas rurales y que están sujetas a variaciones climáticas, ya que según Segrelles (2015), este tipo de agricultura es capaz de suministrar a los consumidores rurales y urbanos, alimentos frescos, sanos, nutritivos e inocuos en cantidades suficientes, asegurando la cosecha, además de producir un acercamiento entre productores y consumidores.

En agricultura protegida, se pueden establecer cultivos de horticultura, fruticultura y floricultura, siendo esta última, el objeto del presente estudio, ya que acuerdo con SADER (2022), las flores de mayor producción en México son el crisantemo con más de 11 millones de gruesas, rosa con más 8 millones de gruesas y gladiola con más de 5 millones de gruesas y generan un ingreso significativo a quienes la producen.

En Puebla existen alrededor de 17 especies de flores ornamentales, las cuales representan cada año ingresos para las y los floricultores por más de mil 300 millones de pesos y las plantas ornamentales son una parte fundamental del mercado en fechas donde se festeja a la familia y seres queridos. Puebla resalta por su amplia oferta gracias a los más de 50 municipios productores de flores, del mismo modo, destaca la producción de rosa con 330 hectáreas cultivadas que generan más de 550 mil plantas cada año principalmente en las zonas de Atlixco y San Martín Texmelucan-San Salvador el Verde (SADER, 2020).

En el caso de los municipios de Chiautzingo, San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan, pertenecientes a la denominada de la Sierra Nevada, Puebla, este conjunto de municipios concentra un número importante de invernaderos destinados a la floricultura de plantas ornamentales. Sin embargo, a pesar de que esta actividad sigue en constante aumento y ha sido identificada como una de las más productivas, se desconocen aquellas dificultades o retos que experimentaron los floricultores para emprender, instalarse y llevar a cabo la floricultura protegida.



Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo *identificar las principales dificultades que enfrentan los productores al emprender en la floricultura protegida en tres municipios de la Sierra Nevada, Puebla*. El propósito fue generar información relevante sobre la práctica de la floricultura en dichos municipios y ofrecer elementos que orienten a los productores que decidan emprender en la producción de flores ornamentales bajo agricultura protegida, de manera que comprendan las diversas barreras a las que la mayoría de los productores locales se enfrentaron en sus primeros años de actividad.

## 2. Revisión de literatura

### Agricultura protegida

De acuerdo con Pérez (2017), la agricultura protegida se define como una serie de técnicas o métodos de producción que permiten resguardar y alterar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con la intención de garantizar un crecimiento óptimo. Contribuyendo a la obtención de un alto rendimiento en diferentes cultivos, o bien, obtener cosechas en fechas fuera de temporada que no pueden obtenerse si no es con un alto riesgo de siniestro.

La agricultura protegida se practica bajo diferentes tipos de estructuras que contribuyen al cuidado de los cultivos ante los cambios climáticos. Estas estructuras ofrecen distintas alternativas para generar las condiciones ambientales adecuadas que permitan el desarrollo de los cultivos de acuerdo con las exigencias climáticas de cada especie. También desempeñan un papel fundamental en el crecimiento del sector agrícola mexicano y de acuerdo con la SADER (2017) clasifica 4 tipos de instalaciones más utilizadas en México.

Invernadero: Estructura alta y fija que permite controlar de manera eficiente los principales factores ambientales que impiden el desarrollo de los cultivos, tales como lluvias e inundaciones.

Casa o malla sombra: Regula la cantidad de luz solar que llega a las plantas, a las que también protege de las inclemencias del tiempo, así como de los insectos y efectos negativos del uso de pesticidas.

Macrotúnel o túnel alto: Este elemento de fácil construcción tiene forma semicircular y está cubierto por malla sombra o polietileno. Es ideal para la producción de hortalizas y plantas ornamentales.



Microtúnel, túnel bajo o mini invernadero: Estructura pequeña y construida con arcos sobre los que se adhieren cubiertas de plástico. Disminuye los efectos perjudiciales de las bajas temperaturas en los cultivos.

El último censo agrícola publicado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2022), resalta que la superficie total de agricultura protegida es de 77,417 ha con diferentes tipos de instalaciones dedicadas a resguardar los cultivos de las condiciones ambientales desfavorables. Entre estas instalaciones se encuentra el invernadero con 28.1 %, malla sombra con 27.9 %, macro-túnel con 20.1 %, Casa sombra con 10.4 % y las demás instalaciones cubriendo el resto (micro-túnel, vivero, techo sombra y pabellón).

En el caso del estado de Puebla, con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2015), en el estado de Puebla existían 4,880 instalaciones de agricultura protegida con una superficie de 1,284.51 (ha), cultivadas principalmente con tomate, jitomate, chile, pepino, rosa de corte y zarzamora. La agricultura protegida se reportó en 138 municipios del estado de Puebla, sin embargo, solo se concentró en 27 de ellos. El INEGI (2022) reportó que, en el estado de Puebla, la superficie de agricultura protegida aumentó a 2830 ha, de las cuales las estructuras más predominantes son el invernadero con un 57 % y malla sombra con 26.9 %.

### Floricultura protegida

Las flores ornamentales, son cultivos que pueden ser producidos a cielo abierto como en ambientes protegidos y cuyo valor depende de su estética (aspectos visuales) y esta práctica es nombrada como floricultura. De acuerdo con la SADER (2018), la floricultura es una actividad agrícola que se ha convertido en una de las más rentables, ya que genera derrama económica como resultado de la demanda que se genera en el mercado tanto regional, nacional e internacional.

La floricultura es la parte de la horticultura dedicada al cultivo de flores y plantas ornamentales con usos principalmente decorativos. Es un área del conocimiento amplia que abarca varias actividades como la producción de plantas para jardín, producción y comercialización de flores de corte, paisajismo, decoración de interiores, por mencionar solo algunas (Bastida, 2019). A través de los años, esta actividad se ha convertido en una de las más rentables en el sector agrícola, ya que permite obtener una importante derrama económica gracias a la demanda que se genera en el mercado tanto nacional como internacional, en México la producción de flores



requiere de mucha mano de obra, en este rubro la actividad genera 188 mil empleos directos y 50 mil eventuales dependiendo de la temporada, así como más un millón de trabajos indirectos anualmente, (SAGARPA, 2018).

A partir de la generación de las prácticas agrícolas orientadas a la floricultura en instalaciones protegidas, es como se conforma el concepto de floricultura protegida.

### Emprendimiento

El concepto de emprendimiento de acuerdo a la teoría económica clásica este ha sido, durante décadas, un referente importante en el estudio de nuevas formas de generar ingresos. Richard Cantillón (1680-1734) buscó conceptualizarlo describiendo las características de quienes lo ejercen, definiéndolo como aquel individuo que asume riesgos en contextos de incertidumbre y diferenciando a los actores de la economía de mercado entre los “contratados”, que perciben salarios o rentas fijas, y los “emprendedores”, cuya ganancia es variable e incierta (Rodríguez, 2009, p.97). Sin embargo, el concepto de emprendimiento ha evolucionado a lo largo de la historia, llegando a entenderse como un proceso que, mediante la innovación, la disposición a asumir riesgos y las iniciativas pioneras de individuos o colectivos impulsa el crecimiento y el progreso económico. Estas características también pueden aplicarse al ámbito del emprendimiento agrícola, al que se le reconoce un papel relevante como motor del desarrollo rural (Pedrozo, 2016).

En este sentido, los floricultores de la región de la Sierra Nevada son considerados emprendedores, ya que la inversión destinada a la práctica de la floricultura protegida no garantiza por sí misma el éxito.

Entre los principales obstáculos que deben superar los emprendedores, se encuentran diversos factores de carácter estructural y cultural. Jiménez, Campos & Hernández (2017), resaltan que la falta de una cultura empresarial consolidada limita la capacidad de los individuos para planificar, organizar y gestionar proyectos productivos de manera eficiente. Así mismo, mencionan que, el acceso restringido a financiamiento y las altas cargas fiscales representan barreras importantes que desincentivan la formalización de negocios y dificultan la expansión de las iniciativas emprendedoras. A esto se suma el burocratismo gubernamental, que retrasa trámites, genera incertidumbre y complica la operación cotidiana de las empresas. Otro desafío relevante es la ausencia de una estrategia nacional integral que promueva de manera efectiva la creación de empresas y el trabajo autónomo, incentivando la innovación y el desarrollo



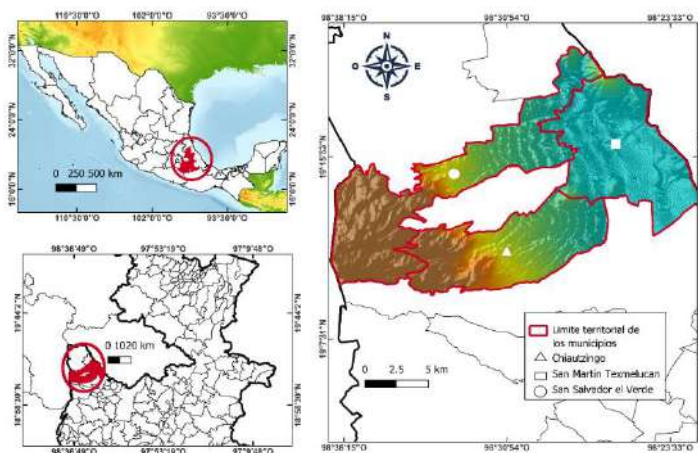
económico sostenible. Superar estas barreras resulta fundamental para construir un entorno más favorable al crecimiento y fortalecimiento del emprendimiento en el país. No obstante, para poder superarlas se requiere de la generación de información que permita visibilizar los principales obstáculos que los productores de zonas rurales experimentan al iniciar un emprendimiento de floricultura en agricultura protegida.

### 3. Metodología

La metodología empleada para el presente estudio fue mixta y consistió en la recopilación, análisis e interpretación de datos tanto de tipo primario, como de tipo secundario. Además, se aplicó una entrevista semiestructurada y una encuesta a 46 productores que practican la floricultura protegida en 3 municipios de la región de la Sierra Nevada (Chiautzingo, San Salvador el Verde, San Martín Texmelucan).

#### Definición del área de estudio

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo (PLANEADER, 2025), los municipios donde se llevó a cabo el estudio forman parte de la macrorregión número 4, llamada Angelópolis, o de la microrregión número 20, llamada San Martín Texmelucan. Sin embargo, muchos habitantes de estos municipios no están familiarizados con esta regionalización. En su lugar, las personas entrevistadas se identifican y coinciden en que sus municipios forman parte de la región Ixta-Popo del Valle de Puebla o Sierra Nevada. Por esta razón y a lo largo del documento, se hizo referencia a los municipios participantes como parte de la región Sierra Nevada (figura 1).

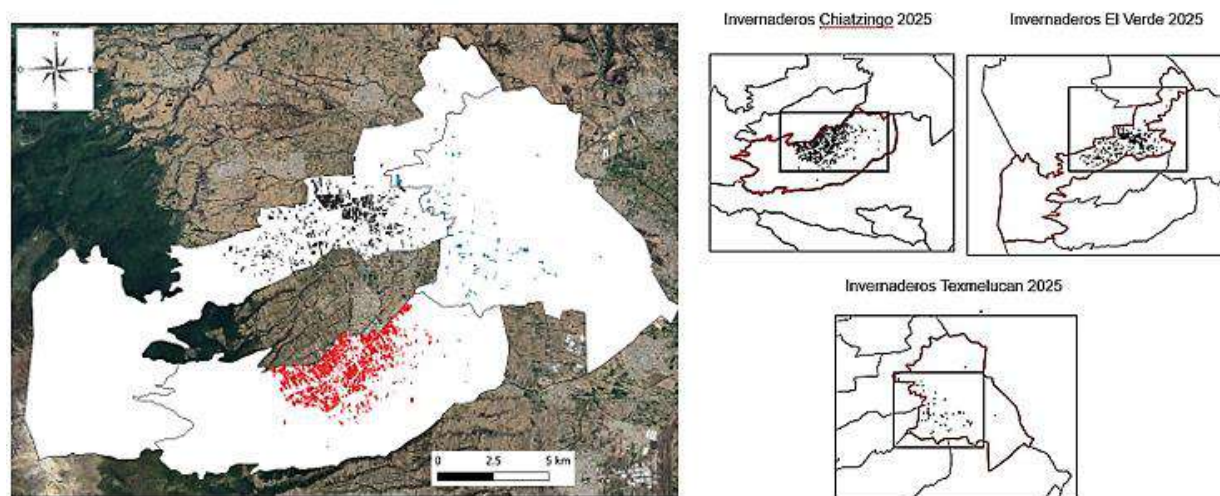


**Figura 1. Municipios de Chiautzingo, San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan**  
Fuente: Elaboración propia con datos geoespaciales de INEGI



#### 4. Resultados

La muestra de 46 floricultores se conformó de la siguiente manera: 22 productores pertenecen al municipio de Chiautzingo, 18 a San Salvador el Verde y 6 a San Martín Texmelucan, esto permitió obtener una perspectiva representativa de la región de la Sierra Nevada en términos de experiencias y características de los productores, disponibilidad y prácticas agrícolas que ejercen, características de sus invernaderos y cultivos y los principales problemas que tuvieron que superar en su trayectoria en la producción de flores ornamentales. A pesar de que se intentó entrevistar la misma cantidad de productores por municipio, esto no pudo concretarse debido a que la mayoría de floricultores de esta región se encuentran en Chiautzingo y San Salvador el Verde (ver figura 2).



**Figura 2. Instalación de agricultura protegida en los municipios de Chiautzingo, San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan**

**Fuente:** Elaboración propia con a partir de imágenes satelitales

El principal aspecto clave que se exploró en los cuestionarios, fue el origen de los recursos económicos utilizados para la construcción de los invernaderos. Los resultados muestran que el 16% de los productores accedieron a algún tipo de ayuda gubernamental para la construcción de sus invernaderos con el objetivo de producir jitomate, pero que al final, estos decidieron producir flores. Por el contrario, el 84% restante manifestó haber financiado sus invernaderos con recursos propios, diversificando sus fuentes de ingreso. Jiménez, Campos & Hernández (2017) resaltan que uno de los principales problemas para emprender en México, es la falta de financiamiento y en este caso, para los floricultores de la Sierra Nevada, no es la excepción, que



se evidencian con las opiniones más recurrentes de aquellos productores que solicitaron préstamos a diversas instituciones bancarias y les fue casi imposible acceder a financiamientos para el emprendimiento de invernaderos.

Es decir, los problemas identificados fue el proceso administrativo tan complicado para obtener la aprobación de los bancos, donde se vieron gravemente afectados en aspectos burocráticos o agilidad de tramites. Este retraso no solo estuvo relacionado con la burocracia interna de las instituciones, sino que también, estuvo asociado por factores vinculados a la garantía de los pagos, la falta de un aval adecuado y nulos historiales crediticios. La combinación de estos elementos generó una serie de obstáculos que complicaron considerablemente la tramitación de los préstamos.

Dentro del grupo que utilizó financiamiento propio, los productores señalaron cuatro fuentes principales a través de las cuales reunieron el capital necesario para construir sus invernaderos entre los que destacan; ahorros, solicitud de préstamos a conocidos y familiares, venta de propiedades y remesas.

Un aspecto que está ligado a este entorno desfavorable por parte de los floricultores es el constante aumento del precio de insumos y materiales para la construcción de invernaderos. La agricultura protegida, al ser una actividad que requiere una gran inyección de capital, dificulta las oportunidades para que los productores ejerzan esta actividad. Esto se visualiza principalmente en el costo de la construcción de un invernadero. Moreno-Resendez, Aguilar-Durón & Luévano-González (2011) clasificaron las estructuras destinadas de la agricultura protegida conforme a la tecnología que emplean, siendo el invernadero de baja tecnología, el de menor costo (\$70/m<sup>2</sup>), los de tecnología media (\$250/m<sup>2</sup>) y por último los de alta tecnología que están 100% automatizados (\$1,500/m<sup>2</sup>). De acuerdo con una reciente cotización que se realizó con portales como Agrofacto<sup>1</sup>, Irristeeel<sup>2</sup> y Cronoshare<sup>3</sup> (2025), se identifica que el costo promedio por m<sup>2</sup> de un invernadero de baja tecnología (incluye la cubierta y estructura sin ningún otro equipo) es de \$300 a \$600 MXN.

---

<sup>1</sup> <https://agrofacto.com/>

<sup>2</sup> <https://www.irristeel.com/>

<sup>3</sup> <https://www.cronoshare.com.mx/cuanto-cuesta/contruir-invernadero>



Al hacer una comparación de los precios de construcción de invernaderos entre los años 2011 y 2025, se observa un aumento considerable en los costos. En el caso del precio más bajo, \$300 MXN por m<sup>2</sup>, el incremento aproximado es del 329%, mientras que, para el costo más alto, \$600 MXN por m<sup>2</sup>, el aumento alcanza un 757%. Este aumento refleja un cambio significativo en los costos de construcción a lo largo de los últimos 14 años analizados.

Este incremento en los precios puede depender de diversos factores, como el costo de materiales y equipos tecnológicos, transporte, mano de obra y asesoría técnica, además de las variaciones en distintas regiones. Desde este punto de vista, los 46 floricultores entrevistados han señalado que este problema se ha convertido en un desafío para aquellos que interesados en reconvertir sus cultivos de cielo abierto a agricultura protegida.

Otro aspecto abordado en la encuesta fue la instalación de cultivos de flores ornamentales. Todos los productores encuestados coincidieron en que su primer cultivo ornamental fue la Rosa (*Rosa spp*), y con el tiempo, la superficie dedicada a la floricultura se fue diversificando hacia otras especies como crisantemo, gladiola, gerbera, astromelia o girasol. Durante el proceso de diversificación, se identificaron diversas variedades de rosas presentes en los cultivos. Las principales variedades encontradas fueron: Señorita, Abnesia, Explorer, Freedom, Dolomita blanca y rosa, Hummer, Confidential, Hype Purple, Cherry Fashion, Candy, Caricia, Pegasso, Hermosa y Rockstar. Entre estas, las variedades más producidas fueron “Freedom” y “Explorer”, las cuales representaron el 78% de la producción total entre los productores encuestados.

Aunque la selección de variedades no parece ser un problema en sí misma que dificulte las actividades de producción de los floricultores, surge como un desafío cuando los productores comienzan con una siembra centrada en una sola variedad de rosa. Desde este punto de vista, 29 productores mencionaron que, durante los primeros 2 a 3 años, tuvieron que cambiar o trasplantar su cultivo de rosas (rosales), específicamente aquellos invernaderos que solo concentraban las variedades de Freedom y Explorer. Este cambio se debió a las dificultades inherentes a la demanda de estas variedades en el mercado, que está sujeta a fechas específicas en las cuales algunas variedades son más demandadas que otras. Esta variabilidad en la demanda es considerada como un obstáculo para los productores, ya que dificulta la venta de flores durante todo el año y costos adicionales.



De acuerdo con los productores entrevistados, esta situación generó costos innecesarios en la producción, ya que muchos tuvieron que realizar ajustes y modificaciones en sus cultivos sin haber anticipado estos cambios y necesidades en el mercado de flores. Aunque reconocen que antes de comenzar a plantar es importante tener en cuenta la variedad de rosas u otras flores y sus ciclos de demanda, la mayoría de ellos desconocían los detalles del entorno de producción y comercio de flores ornamentales. De acuerdo con los productores que identificaron esta falta de conocimiento se debió, en gran medida, a la ausencia de asesoría técnica especializada que no pudieron adquirir, debido a las constantes inversiones iniciales, así como los costos constantes en producción, insumos, mano de obra en la floricultura, el transporte y el empaquetado de la floricultura protegida.

En relación con el aspecto de la comercialización de las flores ornamentales, la dinámica de comercio entre los floricultores entrevistados muestra que la totalidad de ellos vende su producción en mercados donde están asociados (espacios donde se garantiza la venta total de la cosecha), o, en su defecto, comercializan sus flores sobrantes de manera informal en vías, carreteras o en florerías locales. Este modelo de comercialización representa una gran barrera para los productores, especialmente aquellos que están comenzando a incursionar en el negocio de la floricultura protegida.

El 100% productores entrevistados mencionaron que, para poder asociarse a un mercado formal y asegurar un espacio de venta, tuvieron que pagar una inscripción y obtener una credencial para adquirir dicho espacio. El costo de este tipo de credencial varía según el mercado, y se identificó que oscila entre los \$400,000.00 y \$1,000,000.00 MXN. Según los entrevistados, este gasto es necesario para poder garantizar que su producción se comercialice de forma rápida y efectiva, ya que, con el tiempo, se desarrollan conexiones con clientes potenciales y se asegura una demanda constante para sus flores.

Sin embargo, el costo tan elevado para acceder a estos espacios de comercialización representa una barrera comercial para los productores que tienen un presupuesto inicial ajustado, debido al constante gasto en la construcción de su invernadero, producción de flores, pago de mano de obra e insumos. Esta situación dificulta la capacidad de los floricultores rurales para acceder a los mercados formales y consolidados en esta región, lo que los lleva a optar por la venta informal en las vías, carreteras o directamente a florerías. Sin embargo, esta opción no está exenta de riesgos, ya que muchos productores enfrentan la posibilidad de no vender gran parte de su



producción. Esta barrera comercial es considerada como un obstáculo para los floricultores emprendedores de la Sierra Nevada.

## **5. Conclusiones**

El análisis e interpretación de la encuesta aplicada a los 46 productores, revela que la principal dificultad que enfrentan los floricultores emprendedores es la falta de financiamiento y su accesibilidad para desarrollar esta actividad. A partir de esta dificultad, se generan otras que agravan las condiciones productivas y comerciales de los floricultores, tales como la falta de asesoría técnica y comercial, instalaciones de baja tecnología, aumento de los precios de insumos y materiales agrícolas, así como la falta de acceso a mercados formales que garanticen la venta de la producción.

Si bien estas son algunas de las principales dificultades que enfrentan los floricultores emprendedores de la Sierra Nevada en Puebla, es importante destacar que no abarcan la totalidad de los retos a los que se enfrentan. La floricultura protegida presenta una gran diversidad en aspectos ambientales, sociales y comerciales, que varían considerablemente respecto a otras regiones, lo que demuestra que las condiciones en la Sierra Nevada son particulares de este territorio y contexto. Por lo que es necesario continuar realizando investigación para ampliar este tipo de información.

## **6. Referencias**

- INEGI. (2022). Censo Agropecuario (CA) 2022. *Presentacion de resultados nacionales* <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/default.html>
- Jiménez, R. A., Campos, P. C., & Hernández, J. V. (2017). Retos del emprendedor en México. FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 17(1), 55-64.
- Moreno-Reséndez, A., Aguilar-Durón, J., y Luévano-González, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de agronegocios, 29(1345-2016-104296), 763–774.
- Rodríguez Ramírez, A. (2009). Nuevas perspectivas para entender. Pensamiento y Gestión. 94-119.
- SADER. (2017). Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Tipos de estructura para la agricultura protegida. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/tipos-de-estructura-para-la-agricultura-protegida>
- SADER. (2020). Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Noticias. Resalta Puebla por producción de flores. <https://sdr.puebla.gob.mx/noticias/resalta-puebla-por-produccion-de-flores>
- SADER. (2022). Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Noticias. Las flores están en el campo, en las miradas, en las palabras. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/las-flores-estan-en-el-campo-en-las-miradas-en-las-palabras>



- SAGARPA. (2018). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Fundación produce Chiapas. Manual de producción de rosa. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14364081/manual-rosapdf-fundacion-produce-chiapas>
- Segrelles, Serrano, J.A. (2015). Agricultura periurbana, parques naturales agrarios y mercados agropecuarios locales: una respuesta territorial y productiva a la subordinación del campo a la ciudad. Scripta Nova. <http://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/15107/18310>
- SIAP. (2015). *Datos abiertos: Servicio de información agroalimentaria y pesquera*. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- Pérez Andrade, L. F. (2017). Evaluación de una Malla Agrícola Anti-Insectos con Propiedades Antitérmicas en el cultivo de tomate. "Solanum lycopersicum". (Tesis de maestría). Centro de investigación en química aplicada. Saltillo, Coahuila.
- Plan Estatal de Desarrollo <https://planeader.puebla.gob.mx/regionalizacion> (2025). Regionalización. Planeader.



# OPCIONES PARA ORIENTAR LA CREACIÓN DE UN DEPARTAMENTO DE REUTILIZACIÓN EN EMPRESAS INDUSTRIALES

Dr. Rodríguez Moreno Edgardo<sup>1</sup>

1. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca, Tecnológico Nacional de México  
edgardo.rm@ixtapaluca.tecnm.mx

**Resumen:** Este trabajo expone la necesidad de elaborar un análisis para la elección del modelo estructural enfatizando el acopio y reciclaje más adecuado a escoger de entre seis opciones organizacionales que se proponen para establecer un departamento de reutilización en empresas, comprendiendo una unidad interna o externa que acopie, recicle y hasta diseñe productos bajo criterios de economía circular. Se describen los puntos clave de cada una de seis opciones de estructura, como mejorar ventajas y mitigar desventajas, las estrategias para reducir costos, maximizar beneficios y mitigar riesgos. Con un enfoque cualitativo basado en revisión documental y diseño conceptual de procesos se muestra el desarrollo organizacional DO aplicado para crear estas opciones que se constituyen en productos viables que pondrían en marcha el reaprovechamiento y refuerzan el compromiso con la sostenibilidad corporativa.

**Palabras clave:** Reutilización, residuos; economía circular; gestión; acopio; reciclaje.

**Abstract:** This paper highlights the need for an analysis to select the most appropriate organizational model for establishing a reuse department in companies, emphasizing the collection and recycling of materials. The analysis focuses on six proposed organizational options, encompassing internal or external units that collect, recycle, and even design products based on circular economy principles. The key aspects of each of the six structural options are described, including how to enhance advantages and mitigate disadvantages, as well as strategies for reducing costs, maximizing benefits, and mitigating risks. Using a qualitative approach based on document review and conceptual process design, the paper demonstrates the organizational development (OD) principles applied to create these viable options, which would implement reuse and reinforce the company's commitment to corporate sustainability.

**Keywords:** Reuse, waste; circular economy; management; collection; recycling.



## 1. Introducción

La gestión de residuos industriales se ha convertido en un factor estratégico para la competitividad y la sostenibilidad empresarial (Aguilar & Rubio, 2020). Las prácticas de reutilización y reciclaje integradas permiten optimizar recursos, reducir costos de disposición y fortalecer la imagen corporativa ante clientes y autoridades (SEMARNAT, 2017).

En esta misma revista he publicado tres partes de un mismo texto con el título *‘HACIA UNA GUÍA ORGANIZACIONAL PARA CREAR NEGOCIOS QUE INDUSTRIALICEN RESIDUOS’* la entrega 1 comenzó el proceso de la investigación con el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos e hipótesis, basados en la pandemia por COVID cuándo muchas empresas cerraron sus actividades y de mostro la incapacidad de las MiPymes para percibir los cambios del entorno y la falta de cuidado de los recursos; contrastando, con otras empresas del mundo que se mantuvieron a la vanguardia o alcanzaron un éxito mayor e incluyeron modelos circulares. En la entrega 2 se teorizó y se hizo observación directa e investigación documental sobre las aplicaciones realizadas con desarrollo organizacional y se ejemplificó con casos reales. Por ello, para el marco teórico se generaron las teorizaciones del DO aplicado a la inserción de economías circulares como un proceso donde las primeras, preceden a la segunda en la construcción de premisas y significados inéditos que se fueron creando. En la entrega 3 se hizo esa construcción teórica con el desarrollo organizacional, lo que implicó usar las fuentes documentales a fin de conceptualizar, categorizar, establecer relaciones existentes, desprenderse de las relaciones y argumentos innecesarios; para finalizar con la abstracción generalizante propia de las teorías. Como consecuencia, se estudiaron las siete etapas de un modelo del desarrollo organizacional de alta aplicación por obedecer a los principios del propio DO, y que es útil para entender cómo las organizaciones evolucionan y buscan formatos para adaptarse a los nuevos escenarios.

Entonces el aporte estaba en medir el potencial de la empresa para evolucionar hacia la mejora continua pro circular, identificando áreas de oportunidad, mejorando la eficiencia y la productividad, y aumentar la satisfacción del cliente: Al alinear los procesos internos de reciclado y reutilización con las necesidades y expectativas de los clientes damos en una realidad que reclama la forma de gestionar modelos de inclusión para la Economía Circular a la estructura organizacional, al talento humano, y a trascender la cultura y la comunicación organizacional.

Así, en medio de tanto textos de economía circular y de creaciones de empresas que incursionan empíricamente en este mercado, faltaba algo, completar los artículos de la guía orientando este



trabajo hacia la elección de entre un conjunto de opciones, del mejor modelo estructural para el acopio y reciclaje que sea más adecuado a cada empresa, considerando que depende de múltiples variables como inversiones, riesgos, capacitación, capacidad operativa y requisitos normativos. Por lo que en este estudio me di a la tarea para desarrollar seis opciones de esos modelos, evaluando sus implicaciones técnico-económicas y organizacionales, con el fin de brindar un marco de referencia decisional para las empresas interesadas.

## **2. Sustento Teórico**

Se consideró el marco normativo mexicano en materia de residuos sólidos y peligrosos (NOM-052-SEMARNAT, 2017) y se revisaron informes sectoriales sobre economía circular (Creswell, 2014). El alcance abarca todo tipo de residuos generados en procesos productivos e incluye modelos que van desde la internalización de procesos, dentro o bajo control de la empresa, hasta la colaboración con terceros (cooperativas u outsourcing). No se profundizó en la disposición final en vertederos, si en estrategias que valoren y reincorporen materiales a la producción.

Además, la reutilización y el ambiente ha dejado de ser una mera responsabilidad ética para sumarse como una estrategia empresarial. Diversos estudios demuestran que las empresas que se adaptan organizacionalmente a prácticas ecológicas pueden reducir costos operativos, mejoran su competitividad y diversifican sus ingresos de modo sustentable:

### **A. Reducción de Costos**

La implementación de tecnologías limpias, reciclaje interno y eficiencia energética permite a las empresas ahorrar en consumo de recursos y disminuir gastos operativos. Por ejemplo, el uso de materiales reciclados puede reducir hasta un 40% el consumo energético en ciertos procesos industriales. (empresasdehoy.com, 2024). “Las empresas que adoptan prácticas sostenibles disfrutan de ahorros significativos en costos operativos, especialmente al invertir en energía renovable y optimizar recursos” (Lucialpiazzale, 2024).

### **B. Mejora de la Competitividad**

Menciona (García Quesada, 2025) que “La sostenibilidad empresarial fortalece la reputación y permite a las empresas posicionarse como líderes responsables en su sector”. Las empresas sostenibles tienden a ser más resilientes ante cambios regulatorios y demandas del mercado. Además, la imagen corporativa mejora, lo que puede traducirse en mayor fidelidad del cliente y preferencia de compra.





### C. Generación de Nuevas Fuentes de Ingreso

Modelos de economía circular permiten reutilizar residuos como insumos productivos y/o vender materiales reciclados, lo que diversifica las fuentes de ingreso como lo menciona (Lucialpiazzale, 2024) “La economía circular no solo contribuye al cuidado del medio ambiente, sino que también crea nuevas oportunidades comerciales”.

### D. Acceso a Incentivos Fiscales

En muchos países, las empresas que implementan prácticas sostenibles pueden acceder a descuentos tributarios, subvenciones y depreciación acelerada de activos. “Las compañías que integran prácticas sostenibles pueden beneficiarse de diversos incentivos fiscales diseñados para promover la responsabilidad ambiental” (Simmons, 2025).

### E. Rentabilidad Financiera Directa

Estudios académicos han demostrado que existe una correlación positiva entre la inversión en sostenibilidad-desempeño financiero, en especial en empresas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), según (Roffé & González, 2023) “Las prácticas sostenibles benefician a las empresas en términos financieros, brindando una ventaja competitiva”.

## 3. Metodología

La presente investigación se fundamenta en una **metodología cualitativa de diseño constructivo (Constructive Research Design)**. Este enfoque es especialmente pertinente dado que el objetivo principal no es solo describir la realidad existente, sino **generar soluciones prácticas y teóricamente fundamentadas** (los seis modelos organizacionales) para un problema específico: la falta de estructuras formales para la reutilización en empresas industriales.

El proceso metodológico se estructuró en tres fases secuenciales para garantizar el rigor y la replicabilidad del estudio:

### Fase 1: Revisión documental y delimitación normativa

Esta fase inicial consistió en la recopilación y análisis sistemático de fuentes primarias y secundarias para construir el sustento teórico y el marco contextual.

1. **Revisión de literatura académica:** Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas (incluyendo Scopus, Web of Science y Google Scholar) utilizando



palabras clave como "economía circular", "gestión de residuos industriales", "desarrollo organizacional", "modelos de reutilización" y "logística inversa".

2. **Análisis normativo:** Se examinó el marco legal mexicano aplicable, con especial énfasis en la **NOM-052-SEMARNAT-2017**, para asegurar que los modelos propuestos fueran viables y cumplieran con los requisitos regulatorios.
3. **Análisis de casos de estudio:** Se rastrearon y compararon informes sectoriales y casos de estudio nacionales e internacionales sobre implementaciones de economía circular, extrayendo lecciones aprendidas, barreras comunes y factores de éxito.

La información fue clasificada, sintetizada y criticada, identificando una brecha significativa en la literatura: la ausencia de modelos que integren formalmente el Desarrollo Organizacional (DO) con el diseño estructural de departamentos de reutilización. Esta brecha justificó la transición de un análisis puramente documental a un diseño conceptual constructivo.

## Fase 2: Diseño conceptual y elaboración de modelos

Esta es la fase central del trabajo empírico-conceptual. En lugar de limitarse a la fenomenología, se siguió un proceso estructurado de diseño para desarrollar las seis opciones organizacionales:

1. **Identificación de variables críticas:** A partir de la Fase 1, se aislaron las variables clave que definen cualquier modelo de gestión de residuos: nivel de inversión, complejidad operativa, grado de control del proceso, riesgos asociados, requisitos de espacio y potencial de generación de ingresos.
2. **Síntesis y conceptualización:** Se utilizó la "teorización propia" como un ejercicio de diseño ingenieril-organizacional. Los datos de la Fase 1 se usaron como insumos para conceptualizar seis arquetipos (las "Opciones") que representan distintas configuraciones de estas variables.
3. **Desarrollo iterativo:** Cada modelo se construyó definiendo sus componentes clave, ventajas, desventajas y estrategias de mitigación, adaptando los procesos conceptuales a las realidades empresariales.

## Fase 3: Estructuración de herramientas analíticas y de decisión

Para que los modelos fueran aplicables y permitieran la replicabilidad, la metodología culminó con el diseño de un marco de análisis comparativo.



1. **Construcción de la matriz comparativa (Tabla 1):** Se diseñó una matriz de decisión estratégica que cruza las seis opciones (resultados de la Fase 2) con las variables críticas (identificadas en la Fase 2). Esta herramienta sintetiza la información y sirve como el principal instrumento analítico del estudio.
2. **Análisis de viabilidad y aplicabilidad:** Se definieron los formatos de acopio (sólido, líquido, gaseoso) y los niveles de capacitación requeridos (Tabla 2) para cada modelo, dotándolos de especificidad técnica.
3. **Generación de escenarios de hibridación:** Finalmente, se analizaron las combinaciones viables de los modelos para ofrecer soluciones flexibles y adaptables a distintos tipos de empresas (ej. transformación vs. comercial).

Este enfoque metodológico en tres fases permite que los resultados (los seis modelos y la matriz de decisión) sean transparentes, estén fundamentados en la teoría y la práctica existentes, y constituyan una guía replicable para la toma de decisiones gerenciales en sostenibilidad.

#### 4. Desarrollo/Resultados

Ahora, se procederá a la organización y análisis de la información recopilada para retomarla de forma útil, coherente y sistemática en cada uno de los modelos, son los resultados, los seis modelos y la matriz de decisión, con teorización y utilizando esquemas, cuadros, diagramas y dándoles sentido en un texto asequible y accesible a emprendedores MiPymes, recordando que está es un complemento para la guía ya publicada creada para fomentar eco negocios.

Debe quedar claro que se trata de un discurso abstracto y abarcador propio de las generalizaciones y las teorías, presentándolos como los resultados de la investigación en el formato de esta revista 100CiaTec de forma clara, concisa, organizada.

#### **Opción 1: La empresa incluye su propio departamento de acopio y reciclado.**

##### **Puntos que considerar: Estructura General**

La empresa crea un departamento propio para gestionar el acopio, reciclaje e inserción de residuos sólidos en sus procesos productivos.



Componentes Clave del Modelo	
<p><b>Acopio</b>  Clasificación detallada de residuos generados.  Sistema interno de recolección eficiente (contenedores, rutas, personal).  Espacio físico para almacenamiento temporal.  Capacitación continua del personal.  Registro y métricas por área y proceso.</p> <p><b>Reciclado</b>  Evaluación técnica y económica del reciclaje interno.  Identificación de procesos donde se reincorporan materiales reciclados.  Estándares de calidad para materiales reciclados.  Permisos ambientales necesarios.  Inversión en infraestructura y capacitación especializada.</p> <p><b>Inserción en Producción</b>  Adaptación gradual de procesos productivos.  Protocolos para recepción e inspección de materiales reciclados.  Pruebas de calidad en productos finales.  Seguimiento con indicadores clave de desempeño (KPIs).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del Tamaño del Acopio basado en:  Volumen y tipo de residuos generados.  Capacidad de reciclaje interna.  Frecuencia de recolección y procesamiento.  Demanda de material reciclado.  Espacio disponible y proyecciones de crecimiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ventajas</b>  Control integral del proceso.  Reducción de costos y generación de ingresos adicionales.  Mejora de imagen corporativa y reputación.  Seguridad en el suministro de materiales reciclados.  Oportunidad de innovación en productos.</li> <li>• <b>Desventajas</b>  Alta inversión inicial.  Mayor complejidad operativa.  Requiere espacio físico considerable.  Necesidad de actualización normativa constante.  Curva de aprendizaje y optimización inicial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estrategias para Maximizar Ventajas</b>  Planificación estratégica detallada.  Inversión inteligente en tecnología.  Capacitación continua.  Comunicación transparente con stakeholders.  Sistema de mejora continua.</li> <li>• <b>Acciones para Mitigar Desventajas</b>  Análisis de riesgos y planes de mitigación.  Gestión eficiente con sistemas integrados.  Optimización del espacio disponible.  Asesoría especializada.  Implementación gradual por fases.</li> </ul>

Este modelo requiere implementar un sistema de seguimiento y evaluación para identificar áreas de mejora y optimizar los procesos por fases escalables.

**Opción 2: La empresa contrata una empresa externa para el acopio de los residuos y la entrega de material reciclado.**

- **Puntos que Considerar: Estructura General**



La empresa subcontrata a un proveedor especializado para gestionar el acopio, reciclaje y entrega de materiales reciclados, manteniendo un sistema interno de separación y coordinación.

Componentes Clave del Modelo	
<p><b>Acopio</b>  Selección rigurosa de empresas con reputación y certificaciones.  Contratos detallados: frecuencia, tipos de residuos, costos y responsabilidades.  Sistema interno de separación accesible y señalizado.  Comunicación fluida y protocolos de coordinación con el proveedor.</p> <p><b>Reciclado</b>  El proveedor se encarga del reciclaje; se requiere auditoría de sus procesos.  Definición clara de especificaciones técnicas de los materiales reciclados.  Métodos de prueba y criterios de aceptación definidos por la empresa.</p> <p><b>Inserción en Producción</b>  Protocolos para recepción e inspección de materiales reciclados.  Controles de calidad por lote recibido.  Adaptación de procesos productivos si es necesario.  Seguimiento del rendimiento y calidad comparativa con materias primas vírgenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del Tamaño del Acopio basado en:  Frecuencia de recolección.  Volumen y tipo de residuos generados.  Eficiencia del sistema interno.  Espacio disponible.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ventajas</b>  Menor inversión inicial en infraestructura y personal.  Delegación de la complejidad técnica a expertos.  Ahorro en espacio físico.  Acceso a tecnología y economías de escala.  Flexibilidad ante cambios en tipos y volúmenes de residuos.</li> <li>• <b>Desventajas</b>  Menor control sobre calidad y procesos.  Dependencia del proveedor externo.  Costos potencialmente más altos a largo plazo.  Menor visibilidad del impacto ambiental.  Requiere coordinación y seguimiento constante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estrategias para Maximizar Ventajas</b>  Selección rigurosa del proveedor con auditorías periódicas.  Contratos claros con especificaciones técnicas y mecanismos de evaluación.  Comunicación abierta y continua.  Establecimiento de SLA (Acuerdos de Nivel de Servicio).</li> <li>• <b>Acciones para Mitigar Desventajas</b>  Definición precisa de estándares de calidad.  Diversificación de proveedores.  Seguimiento continuo del desempeño.  Cláusulas de rescisión en caso de incumplimiento.</li> </ul>

Este modelo permite el acceso a la experiencia, la tecnología y las economías de escala de empresas dedicadas a la gestión y el reciclaje de residuos, pero también implica realizar



auditorías periódicas a las instalaciones y los procesos del proveedor para verificar el cumplimiento de los estándares acordados.

**Opción 3: La propia empresa crea otra empresa independiente para el acopio y el reciclado.**

- **Puntos que Considerar: Estructura General**

La empresa madre funda una nueva entidad empresarial (filial o subsidiaria) dedicada exclusivamente al acopio y reciclaje, con autonomía operativa y posibilidad de atender a terceros.

Componentes Clave del Modelo	
<p><b>Acopio</b> Gestión interna similar a la Opción 1, con protocolos para transferir residuos a la nueva empresa. Definición legal y operativa de la nueva empresa (estructura, gobernanza, autonomía). Plan de negocios detallado: inversión, costos, ingresos, mercado externo.</p> <p><b>Reciclado</b> La empresa independiente gestiona el reciclaje de residuos propios y de terceros. Requiere permisos ambientales, infraestructura, equipos y personal especializado. Acuerdos comerciales formales entre ambas empresas (precios, volúmenes, especificaciones).</p> <p><b>Inserción en Producción</b> Similar a la Opción 2: recepción, inspección y uso de materiales reciclados como si fueran de un proveedor externo. Relación comercial formal para evitar conflictos de interés</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tamaño del Acopio</b>  En la empresa madre, similar a la Opción 1. Depende del volumen de residuos y frecuencia de transferencia a la empresa independiente. Debe garantizar flujo constante de residuos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ventajas</b> Mayor control que con proveedores externos. Posibilidad de generar ingresos atendiendo a otras empresas. Flexibilidad para innovar en reciclaje y tecnologías. Mejora de imagen corporativa por compromiso con la sostenibilidad.</li> <li>• <b>Desventajas</b> Alta inversión inicial. Complejidad administrativa, legal y fiscal. Riesgos de rentabilidad en un mercado competitivo. Potenciales conflictos de interés si no se gestiona con transparencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estrategias para Maximizar Ventajas</b> Plan de negocios sólido y realista. Gestión profesional con autonomía. Contratos claros entre ambas empresas. Estrategia comercial para captar clientes externos.</li> <li>• <b>Acciones para Mitigar Desventajas</b> Estructura legal transparente. Gobernanza corporativa robusta. Sistema de gestión de riesgos. Comunicación abierta con stakeholders.</li> </ul>



Este modelo puede mejorar la reputación del grupo empresarial en general lo que a su vez conlleva una comunicación transparente con todos los stakeholders sobre esa relación entre la empresa madre y la empresa independiente.

#### Opción 4. Colaboración con Cooperativas o Asociaciones de Recicladores:

- **Puntos que considerar: Estructura General**

Este modelo establece necesarios **acuerdos de colaboración** con cooperativas o asociaciones locales de recicladores, aprovechando su experiencia en acopio y clasificación, y brindándoles capacitación para cumplir con estándares de calidad.

Componentes Clave del Modelo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del Modelo Acuerdos justos y transparentes. Capacitación técnica a cooperativas. Control de calidad de materiales recibidos. Coordinación logística para recolección y entrega.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del Tamaño del Acopio basado en: Capacidad de acopio y clasificación de las cooperativas. Necesidades de producción de la empresa. Frecuencia de entrega de materiales reciclados. Espacio disponible para almacenamiento temporal.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventajas Impacto social positivo al apoyar comunidades locales. Reducción potencial de costos de acopio. Acceso a redes de recicladores ya establecidas.</li> <li>• Desventajas Variabilidad en calidad y cantidad de materiales. Requiere gestión y coordinación cercana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias para Maximizar Ventajas Selección cuidadosa de cooperativas con experiencia y reputación. Acuerdos formales con roles, precios y estándares definidos. Fomento de relaciones de largo plazo basadas en confianza.</li> <li>• Acciones para Mitigar Desventajas Programas de capacitación continua. Establecimiento de estándares de calidad claros. Sistemas de inspección y control de calidad. Logística eficiente y bien coordinada.</li> </ul>

Este modelo requiere de establecer acuerdos formales que especifiquen claramente los roles, responsabilidades, precios, estándares de calidad y mecanismos de seguimiento para que se cumplan los estándares de calidad para los materiales devueltos.

#### Opción 5. Implementación de un Sistema de Logística Inversa con Proveedores:



- **Puntos que considerar: Estructura general**

La empresa establece un sistema de devolución de embalajes y residuos generados y recibe insumos, en colaboración con sus proveedores, quienes se encargan de reacondicionar o reciclar dichos materiales o insumos.

Componentes Clave del Modelo:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del Modelo</li> </ul> Negociación de acuerdos con proveedores. Diseño de un sistema eficiente de recolección y devolución. Definición de estándares de calidad para materiales devueltos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del Tamaño del Acopio basado en:</li> </ul> Volumen estimado de devoluciones. Frecuencia de recolección y envío de materiales. Espacio disponible para almacenamiento temporal y seguro.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventajas</li> </ul> Reducción de la responsabilidad directa en acopio y reciclaje. Potencial ahorro en costos de embalaje a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias para Maximizar Ventajas</li> </ul> Selección de proveedores comprometidos con la sostenibilidad. Acuerdos con incentivos para participación activa. Promoción de embalajes reutilizables y retornables.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desventajas</li> </ul> Dependencia del compromiso de los proveedores. No aplicable a todos los tipos de insumos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones para Mitigar Desventajas</li> </ul> Comunicación clara y continua con proveedores. Establecimiento de estándares de calidad para materiales devueltos. Diseño flexible del sistema para adaptarse a distintos proveedores. Formalización de acuerdos mediante contratos específicos.

Se requiere de priorizar la colaboración con proveedores comprometidos con la sostenibilidad y que tengan la capacidad de incluirse en un sistema de logística inversa ya que deben participar en los procesos de reacondicionamiento o reciclaje.

#### **Opción 6. Fomento de la Economía Circular a Través del Diseño de Productos:**

- **Puntos que considerar: Estructura General**

La empresa rediseña sus productos para que sean más duraderos, reparables, reutilizables y reciclables, reduciendo la generación de residuos desde el origen.





Componentes Clave del Modelo:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del Modelo Investigación y desarrollo de nuevos materiales y diseños sostenibles. Colaboración con diseñadores y expertos en sostenibilidad. Análisis del ciclo de vida de los productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño del Acopio Este modelo no implica directamente nuevas áreas de acopio, pero influye en la reducción y transformación del tipo de residuos generados, afectando indirectamente las necesidades de acopio y reciclaje en los otros modelos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventajas Reducción directa en la generación de residuos. Posibilidad de nuevos modelos de negocio (reparación, reutilización). Mejora de la imagen de marca y reputación ambiental.</li> <li>• Desventajas Requiere inversión significativa en I+D. Cambios en procesos productivos pueden ser complejos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias para Maximizar Ventajas Inversión en I+D sostenible. Colaboración con expertos en diseño circular. Análisis de ciclo de vida para identificar mejoras. Comunicación clara al cliente sobre sostenibilidad del producto.</li> <li>• Acciones para Mitigar Desventajas Planificación estratégica a largo plazo. Implementación gradual de cambios en diseño. Búsqueda de financiamiento para innovación sostenible. Colaboración con proveedores para adoptar materiales y procesos sostenibles.</li> </ul>

Si bien no es directamente un método de acopio y reciclaje, es una estrategia fundamental para reducir la generación de residuos. La empresa podría enfocar sus esfuerzos en el diseño de productos más duraderos, reparables, reutilizables y fácilmente reciclables al final de su vida útil.

**Tabla 1. Matriz de decisión estratégica de modelos de economía circular**

Comparativa estratégica de modelos organizacionales para la economía circular Aspecto	Opción 1: Departamento Interno	Opción 2: Contratación Externa	Opción 3: Empresa Independiente	Opción 4: Colaboración con Cooperativas	Opción 5: Logística Inversa con Proveedores	Opción 6: Economía Circular en Diseño
Enfoque Principal	Gestión Integral Interna	Externalización del Reciclaje	Creación de Empresa Dedicada	Alianza con Recicladores Locales	Devolución y Reciclaje por Proveedores	Reducción de Residuos en Origen
Acopio	Interno y Controlado	Interno, Recolección Externa	Interno, Transferencia a Filial	Externo por Cooperativas	Devolución por Proveedores	No Aplica Directamente
Reciclado	Interno y Controlado	Externo por Contratista	Interno en Empresa Filial	Externo por Cooperativas	Externo por Proveedores	No Aplica Directamente
Inversión Inicial	Alta	Baja	Muy Alta	Baja	Baja (principalmente acuerdos)	Media a Alta (I+D)
Complejidad Operativa	Alta	Media	Muy Alta	Media	Media	Media
Control del Proceso	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio
Costos a Largo Plazo	Potencialmente Bajos	Potencialmente Altos	Depende de la Eficiencia	Potencialmente Bajos	Potencialmente Bajos	Potencialmente Bajos
Generación de Ingresos	Venta de Excedentes	Baja	Potencialmente Alta	Baja a Media	Baja	Potencial (nuevos modelos)



Riesgos Principales	Inversión, Operación, Normativa	Dependencia, Calidad, Costos	Inversión, Gestión, Mercado	Calidad, Cantidad, Coordinación	Compromiso Proveedores, Alcance	I+D, Cambios Productivos
Ventajas Clave	Control, Ahorro a Largo Plazo, Imagen	Baja Inversión, Simplicidad	Control, Ingresos Adicionales, Imagen	Impacto Social, Potencial Ahorro	Reducción de Responsabilidad, Costos Embalaje	Reducción de Residuos, Imagen, Innovación
Desventajas Clave	Alta Inversión, Complejidad, Espacio	Menor Control, Dependencia	Alta Inversión, Complejidad, Riesgos	Variabilidad, Coordinación	Dependencia, Alcance Limitado	Inversión, Cambios Productivos
Aprovechamiento de Ventajas	Planificación, Inversión Inteligente, Capacitación	Selección Rigurosa, Contratos Detallados, Comunicación	Plan de Negocios Sólido, Gestión Profesional, Acuerdos	Selección Cuidadosa, Acuerdos Detallados, Relaciones	Selección Proveedores Estratégicos, Acuerdos Mutuos	Inversión en I+D, Colaboración con Expertos, Análisis Ciclo de Vida
Eliminación de Desventajas	Análisis de Riesgos, Gestión Eficiente, Asesoramiento	Especificaciones Claras, Diversificación, SLAs, Seguimiento	Estructura Legal Clara, Gobernanza Sólida, Gestión de Riesgos	Capacitación, Estándares, Control de Calidad, Logística	Comunicación, Estándares, Flexibilidad, Acuerdos Formales	Planificación a Largo Plazo, Implementación Gradual, Búsqueda de Financiamiento
Determinación del Acopio	Volumen Generado vs. Capacidad Interna, Demanda Producción	Almacenamiento Temporal entre Recolectores Externas	Volumen Generado vs. Capacidad Filial, Demanda Producción	Capacidad de las Cooperativas, Necesidades de Producción, Frecuencia de Entrega	Volumen de Devoluciones de Proveedores, Frecuencia de Envío	No Aplica Directamente (impacta la generación futura)

Fuente: Elaboración propia.

Esta matriz analiza y compara distintas estrategias de implementación de economía circular en función de criterios clave. “Estratégica” enfatiza que es una herramienta de decisión para identificar el modelo adecuado según las capacidad y objetivos de la organización. El uso de “modelos” engloba estructuras internas como colaborativas y externas.

Con esta **matriz de decisión** cualquier empresa pueda elegir la opción de acopio y reciclaje más adecuada, considerando **tipo de empresa, volumen de residuos, recursos disponibles, complejidad técnica, costos, riesgos y relación con terceros**.

## 2. ¿Cómo usar esta matriz?

1. Identifica el tipo de empresa.
2. Evalúa el volumen y tipo de residuos.
3. Cruza recursos disponibles (infraestructura, personal, relaciones).
4. Considera comparativa de costos, riesgos, ventajas y desventajas
5. Elige la(s) opción(es) más alineada(s) a tus condiciones.

Por ejemplo:

Una empresa comercial con poco espacio y alta relación con terceros puede combinar **Opción 2 + 4 + 5**.

## 100CIATEC

Una empresa transformadora con capital e infraestructura puede iniciar con **Opción 1** y evolucionar a la **Opción 3** y aplicar **Opción 6** para rediseño.

**Para cruzar los recursos:**

### 3. Matriz de Decisión (bloque lateral izquierdo o inferior)

**Título: "Matriz de Selección de modelo de la empresa ..."**

Utiliza un formato de tabla con colores por cruce (por ejemplo: verde = alto, amarillo = medio, rojo = bajo). Tu selección se indicará por las incidencias verdes y las combinaciones irán apareciendo de a poco.

**Columnas:**

Criterios vs Opción 1, Opción 2, ..., Opción 6

Criterios: Todos los de la columna 1 de la tabla 1.

**Puedes usar barras de color o íconos (↑ ↓ ⇒) para calificar.**

### 4. Pie de Página

**Texto**

**pequeño:**

“Propuesta desarrollada para capacitación, planeación técnica y toma de decisiones en sostenibilidad industrial. Elaborado por [Tu Empresa/Nombre].”

#### Paleta de Colores Recomendada

Azul marino (#003366)

Verde medio (#66BB6A)

Gris claro (#F5F5F5)

Amarillo suave (#FFF59D)

Blanco puro (FFFFFF)

#### Perfiles de Aplicabilidad y Sinergias Estratégicas

La viabilidad de cada modelo organizacional propuesto depende directamente del contexto empresarial. Factores como la capacidad de inversión, el espacio físico disponible, el tamaño de la empresa y la madurez de la cadena de suministro determinan la idoneidad de cada opción. Por ejemplo, un departamento interno (Opción 1) es viable para grandes empresas, la



contratación externa (Opción 2) se adapta a pymes. El diseño circular (Opción 6), será una estrategia viable para empresas dispuestas a invertir en I+D para reducir residuos en el origen.

### 1. Usos viables de cada opción

- Opción 1 (Departamento interno) Viable para empresas con capacidad de inversión y espacio físico. Ofrece control total y potencial de ahorro a largo plazo, pero demanda altos gastos iniciales y una curva de aprendizaje operativa.
- Opción 2 (Contratación externa) Altamente viable para pymes y organizaciones con recursos limitados. Reduce la inversión y la complejidad operativa, aunque depende de la calidad y continuidad del proveedor.
- Opción 3 (Empresa independiente) Viable para grupos empresariales con alto capital y visión de diversificación. Permite control superior y generación de ingresos externos, pero implica una gran complejidad legal, fiscal y de gobernanza.
- Opción 4 (Colaboración con cooperativas) Viable en comunidades con redes de recicladores consolidadas. Baja inversión inicial y fuerte impacto social, aunque requiere coordinación estrecha y programas continuos de capacitación para garantizar calidad homogénea.
- Opción 5 (Logística inversa con proveedores) Viable para cadenas de suministro estables y proveedores comprometidos con la sostenibilidad. Minimiza responsabilidad directa y puede abaratar costos de embalaje, pero depende de la voluntad y capacidad de los proveedores.
- Opción 6 (Diseño circular) Viable para toda empresa que busque reducir residuos en origen, independientemente de su tamaño. Requiere inversión en I+D y cambios graduales en procesos productivos, con beneficios sostenibles a mediano y largo plazo.

### 2. Combinación de opciones: Ventajas

- 1 + 6 (Departamento interno y diseño circular) Cierra el ciclo de materiales al integrar desde la concepción del producto hasta su reciclaje. Permite innovar en ambos extremos y maximizar eficiencia de recursos.
- 2 + 4 (Contratación externa y cooperativas) Combina la flexibilidad del outsourcing con el impacto social de las cooperativas. Reduce inversión inicial mientras fortalece vínculos comunitarios y diversifica fuentes de reciclaje.



## 100CIATEC

- 2 + 5 (Empresa externa y logística inversa) Complementa la recolección tercerizada con la devolución de residuos de proveedores. Optimiza costos de acopio y embalaje, y refuerza la corresponsabilidad en la cadena de suministro.
- 3 + 6 (Empresa independiente y diseño circular) Permite a la filial de reciclaje desarrollar nuevas tecnologías de materiales y ofrecer servicios avanzados a terceros, al tiempo que reduce la generación de residuos en origen.
- 4 + 5 + 6 (Cooperativas, logística inversa y diseño circular) Ofrece un modelo de bajo costo y fuerte compromiso social, combinando clasificación comunitaria, retorno de embalajes y productos diseñados para facilitar la reutilización.

Como se aprecia, el mayor potencial se encuentra en la combinación estratégica de estas opciones. La hibridación permite potenciar la resiliencia y equilibrar la inversión con el control, y refuerza la transición hacia una economía circular integral. Vimos que la Opción 1 + 6 permite cerrar el ciclo de materiales desde la concepción del producto. Combinaciones ampliadas como 2, 4+5 reducen costos, refuerzan la cadena de suministro y a la vez generan un impacto social.

### 3. Formatos de Acopio de Residuos que se utilizan en Todo el Mundo

Estos equipos permiten una gestión técnica adecuada del acopio, según el estado físico del residuo.

Por último, ¿Para decidir el funcionamiento del acopio es según el estado del residuo? Si. El funcionamiento varía según si el residuo es sólido, líquido o gaseoso. ¿Cuáles serían los tipos de equipos recomendados para sólidos, líquidos y gaseosos? Son los siguientes:

Sólidos: Contenedores diferenciados, compactadoras, separación por tipo, trituradoras, compactadoras.

Líquidos: Tanques, bidones de seguridad, control de derrames, bombas, sensores de nivel.

Gaseosos: Sistemas de extracción, filtros, scrubbers, almacenamiento presurizado, Extractores, filtros HEPA, sensores de gases.

Cada tipo requiere infraestructura específica para garantizar seguridad, eficiencia y cumplimiento ambiental. Los formatos de acopio (o modalidades de recolección y almacenamiento) varían según el tipo de residuo, la normativa local y las capacidades tecnológicas. Entre los más comunes están:

#### a) Acopio en Contenedores Diferenciados



## 100CIATEC

Por color, tipo de residuo (orgánico, inorgánico, peligrosos, reciclables).

Usado en empresas, industrias y ciudades.

### b) Estaciones de Transferencia

Sitios intermedios donde se consolidan residuos antes de llevarlos a tratamiento/disposición final.

### c) Puntos Limpios o Centros de Reciclaje

Recolección voluntaria y clasificada de residuos reciclables.

### d) Almacenamiento en Sitio (on-site)

Espacios dentro de la empresa donde se almacenan temporalmente residuos.

### e) Recolección Puerta a Puerta

Especialmente en sistemas urbanos o con proveedores externos.

### f) Contenedores Sellados o Tanques para Líquidos y Gases

Para residuos peligrosos, líquidos industriales, gases contaminantes.

**Tabla 2. Formato(s) de Acopio, Justificación y Nivel de Capacitación por modelo**

Propuesta	Formato(s) de Acopio Aplicable(s)	Justificación	Nivel de Capacitación Requerido
<b>1. Departamento Interno de Acopio y Reciclaje</b>	Contenedores diferenciados, almacenamiento en sitio	Control total sobre la separación, acopio y reciclaje. Permite trazabilidad interna.	<b>Alto:</b> Personal técnico y operativo necesita formación continua en clasificación, manejo, mantenimiento de equipo.
<b>2. Contratación de Empresa Externa</b>	Contenedores diferenciados, puntos de recolección interna	Facilita cumplimiento legal y técnico mediante terceros especializados.	<b>Medio:</b> Capacitación en separación correcta, protocolos de entrega y control de calidad.
<b>3. Creación de Empresa Independiente</b>	Almacenamiento en sitio, estaciones de transferencia internas	Mayor control empresarial con posibilidad de modelo de negocio sustentable.	<b>Alto:</b> Capacitación técnica y empresarial, gestión de residuos, calidad, logística, normatividad ambiental.
<b>4. Cooperativas o Asociaciones de Recicladores</b>	Contenedores diferenciados, puntos limpios	Responsabilidad social y economía circular local.	<b>Medio-Alto:</b> Capacitación dual: a cooperativas (técnica y calidad) y a empresa (coordinación, logística).
<b>5. Logística Inversa con Proveedores</b>	Contenedores temporales, espacios para embalajes, estaciones logísticas	Reducción de residuos en origen y corresponsabilidad con la cadena de suministro.	<b>Medio:</b> Formación en logística inversa, control y trazabilidad.
<b>6. Diseño de Productos para Economía Circular</b>	No aplica directamente al acopio	Enfoque preventivo para minimizar residuos desde el diseño.	<b>Alto (I+D):</b> Formación técnica, diseño sostenible, análisis de ciclo de vida.



Fuente: Creación propia.



Tabla 3. Funcionamiento del Acopio según el Estado del Residuo

Tipo de Residuo	Funcionamiento del Acopio
Sólidos	Uso de contenedores específicos, cajas, pallets, compactadores. Separación por tipo (plásticos, metales, orgánicos, peligrosos). Puede incluir triturado o prensado.
Líquidos	Se almacenan en tanques, bidones o recipientes especiales (antiderrames, etiquetados). Se requiere espacio techado, ventilación y control de derrames.
Gaseosos	Captura mediante sistemas de extracción, filtros, scrubbers. Se almacenan en cilindros o sistemas cerrados hasta su tratamiento o liberación controlada.

Fuente: Creación propia.

## Íconos sugeridos:

-  para empresa
-  para reciclaje
-  para residuos sólidos
-  para líquidos
-  para gaseosos
-  para alianzas

## 5. Conclusiones

1. Se demuestra que la gestión estratégica de residuos industriales, articulada mediante los modelos de reutilización propuestos y adaptables a cualquier escala empresarial, no solo mejora la sostenibilidad corporativa, sino que **incrementa la rentabilidad**. Este beneficio económico se materializa a través de la reducción de costos de disposición, la optimización de recursos y el fortalecimiento de la reputación empresarial.
2. Desde el sustento teórico, se evidencia que la **integración de la economía circular (EC) con el desarrollo organizacional (DO)** es un catalizador del rendimiento económico. Las empresas que alinean su estructura (DO) con procesos circulares obtienen ahorros operativos tangibles, acceso a incentivos fiscales y una ventaja competitiva sostenible, fundamentada en la diferenciación verde en el mercado.
3. La metodología cualitativa-documental, basada en el análisis de casos y el diseño conceptual de procesos, revela que la rentabilidad de la EC **depende de la capacidad adaptativa de la organización**. El éxito económico se origina en la habilidad para alinear la estructura interna y el capital humano con modelos circulares eficientes, lo que permite



eliminar gastos improductivos y maximizar el retorno financiero por la valorización de residuos.

4. Específicamente para el modelo de **departamento interno (Opción 1)**, se concluye que la rentabilidad es alta a largo plazo. Dicha rentabilidad se sustenta en el control integral del proceso, que facilita un ahorro sostenido y la generación de ingresos por venta de excedentes. No obstante, este modelo exige una alta inversión inicial y una notable especialización técnica como principales barreras de implementación.
5. En el modelo de **contratación externa (Opción 2)**, la rentabilidad es inmediata y se basa en la reducción de la inversión inicial y la complejidad operativa, posicionándolo como ideal para MiPymes. Se advierte, sin embargo, que los márgenes a largo plazo pueden disminuir debido a la alta dependencia de los proveedores y al potencial incremento en los costos del servicio.
6. El modelo de **empresa independiente (Opción 3)** ofrece una rentabilidad multiplicada, dado que permite la generación de ingresos atendiendo a terceros y el aprovechamiento de economías de escala. Sin embargo, esta estrategia exige, para sostener su viabilidad, una planeación financiera robusta y una gobernanza corporativa sumamente eficiente.
7. Los **modelos colaborativos (Opción 4: cooperativas; Opción 5: logística inversa)** generan una rentabilidad que combina el ahorro económico con el impacto social. Estos esquemas minimizan los costos de acopio, fortalecen las alianzas con proveedores y facilitan el acceso a nichos de mercado responsables, al tiempo que reducen los riesgos y las responsabilidades operativas directas.
8. Finalmente, el **diseño circular (Opción 6)** y la matriz de decisión demuestran la integración de la rentabilidad ambiental y la financiera. La inversión en I+D para el rediseño de productos reduce los residuos en origen, amplía la vida útil del producto y tiene el potencial de crear nuevas líneas de negocio (ej. reparación, remanufactura), garantizando así beneficios económicos duraderos y un posicionamiento competitivo superior.
9. Se aportan seis modelos estructurados para la gestión de residuos, detallando para cada uno sus criterios de implementación, ventajas, desafíos y estrategias de optimización. Se concluye que la elección del modelo más adecuado **no es universal**, sino que debe ser una decisión estratégica basada en las variables críticas de cada empresa: nivel de inversión, capacidad operativa, grado de control deseado y visión de sostenibilidad a largo plazo.



10. La explicación de los formatos de acopio de residuos (ej. contenedores diferenciados, estaciones de transferencia) utilizados a nivel mundial resulta fundamental. Este análisis **contextualiza las opciones organizacionales propuestas** dentro de un marco técnico y normativo global, facilitando su adaptación a las realidades empresariales específicas y asegurando la viabilidad técnica, el cumplimiento legal y la eficiencia operativa.
11. Esta guía aporta un **marco práctico y accionable** para los sectores industriales, así como para las entidades de apoyo (incluyendo especialistas del TECNM y los CCAI del Edo. de México), que busquen opciones viables, o combinaciones de estas, para integrar de manera efectiva la economía circular en sus operaciones.

## 6. Referencias

- Aguilar, L., & Rubio, S. (2020). Gestión de residuos sólidos en la industria. *Revista Internacional de Ingeniería Ambiental*, 12(3), 45–58.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.ª ed.). SAGE Publications.
- Empresas de Hoy. (2024). *¿Qué impacto tiene el reciclaje en la economía?* <https://empresasdehoy.com>
- García Quesada, M. (2025). *Modelos de negocio sostenibles: Estrategias para equilibrar rentabilidad y responsabilidad ambiental* [Tesis, Universidad Pontificia Comillas]. Repositorio Institucional Comillas. <https://repositorio.comillas.edu>
- ISO. (2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization.
- Lucialpiazzale. (2024). *La relación entre sostenibilidad y rentabilidad empresarial*. Corporate Beat. <https://corporatebeat.lucialpiazzale.com>
- Roffé, M. A., & González, F. A. I. (2023). El impacto de las prácticas sostenibles en el desempeño financiero de las empresas: Una revisión de la literatura. *Revista Visión de Futuro*, 28(1), 195–220. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2023.28.01.006.es>
- SEMARNAT. (2017). *NOM-052-SEMARNAT-2005, especificaciones para manejo de residuos peligrosos*. Diario Oficial de la Federación.
- Simmons, D. (2025). *Los beneficios fiscales de implementar prácticas sostenibles en las empresas*. Área GSP. <https://areagsp.com>

## Lista de Tablas

Tabla 1 *Matriz de Decisión Estratégica de Modelos de Economía Circular*

Tabla 2 *Formato(s) de Acopio, Justificación y Nivel de Capacitación por Modelo*

Tabla 3 *Funcionamiento del Acopio según el Estado del Residuo*



# **SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD ALIMENTARIA ALINEADO A LA NORMA INTERNACIONAL ISO 22000:2018 A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA PHVA, CASO: EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

**Garces, Fuentes-Joalin Catalina<sup>1</sup>, Hernández, Cruz-Araceli<sup>1</sup>, Paredes, Pérez-Nayeli<sup>2</sup>**

1. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, L19270031@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, araceli.hernandez@smartin.tecnm.mx
3. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad politécnica de Tlaxcala, nayeli.paredes@uptlax.edu.mx

**Resumen:** En la búsqueda de participar en mercados internacionales la empresa dedicada a la maquila de bebidas carbonatadas se trazó el objetivo de alinear su Sistema de Gestión de Inocuidad alimentaria a la norma internacional ISO 22000:2018, utilizando como herramienta de implementación el Ciclo Deming. Se inicio con un diagnóstico para determinar el nivel de cumplimiento de la empresa e identificar las áreas de oportunidad; obteniendo como resultado un 50% de cumplimiento, se generó un plan en el que se determinaron estrategias necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos. En el presente trabajo solo se presenta el análisis y mejora de los apartados 4. Contexto de la organización, 5. Liderazgo, 6. Planificación. Una vez que se implementaron las acciones correctivas, se realizó una evaluación final con un resultado del 95% de cumplimiento, finalmente se recibió una auditoría externa en la que se demostró el cumplimiento de las especificaciones del cliente, logrando la certificación de ISO 22000:2018 y el aumento de la cartera de clientes para exportación.

**Palabras clave:** Ciclo Deming, ISO 22000:2018, Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria, Bebidas carbonatadas



**Abstract:** In seeking to participate in international markets, the company dedicated to the manufacturing of carbonated beverages set the objective of aligning its Food Safety Management System to the international standard ISO 22000:2018, using the Deming Cycle as an implementation tool. It begins with a diagnosis to determine the company's level of compliance and identify areas of opportunity; resulting in 50% compliance, a plan was generated in which necessary strategies were determined to comply with the requirements. In this work, only the analysis and improvement of sections 4. Context of the organization, 5. Leadership, 6. Planning are presented. Once the corrective actions were implemented, a final evaluation was carried out with a result of 95% compliance, finally an external audit was received in which compliance with the client's specifications was demonstrated, achieving ISO 22000:2018 certification and increasing the client portfolio for export.

**Keywords:** Deming Cycle, ISO 22000:2018, Food Safety Management System, Carbonated beverages.

### 1. Introducción

La inocuidad alimentaria es un proceso complejo que abarca toda la cadena de suministro alimentaria, la cual inicia desde los proveedores y termina con el consumidor, la inocuidad se define como la característica que garantiza que los alimentos que se consumen no causan daño a la salud, es decir que durante su producción se aplicaran la adopción de metodologías que permitan identificar medidas de higiene para reducir el riesgo de que los alimentos se contaminen. Con el fin de participar en mercados globales y asegurar la inocuidad de sus productos la empresa SIESA implemento la norma internacional ISO 22000:2018 obteniendo como resultado la mejora continua en sus procesos, logrando la certificación de la norma internacional y con ello el aumento de cartera de clientes.

García (2022) menciona que la implementación de la norma internacional ISO 22000:2018 ayuda a estructurar procesos, definiendo los resultados tras mejoras implementadas y señala los principales beneficios a corto plazo de la implementación del sistema, por otro lado el autor Ballesteros (2022) menciona que es importante identificar los riesgos que puedan presentarse en las instalaciones y durante la manipulación de ingredientes, para que de esta manera se pueda proponer una matriz que permita evitar y actuar ante incidentes.



La inocuidad alimentaria es un tema de suma importancia en la industria de alimentos, por lo que les permite cumplir con regulaciones y estándares de la industria, lo que es fundamental para mantener su licencia y operar de manera legal, Morales (2023)

Mientras tanto Ruiz (2023) menciona que se llevó a cabo una validación, verificación y mejora del sistema de gestión de inocuidad del producto con la finalidad de que se esté llevando a cabo la mejora continua, se elaboró una validación de las combinaciones de las medidas de control. Se logró planificar e implementar, un sistema de gestión de inocuidad alimentaria. Por medio del cual se asegura y verifica la calidad e inocuidad del producto, por lo que se determinó y estableció la norma, para este caso la ISO 22000:2018.

En el presente trabajo se utilizará primero la herramienta del FODA que consiste en determinar áreas de oportunidad a través de identificar las Fortalezas, amenazas, oportunidades y debilidades de acuerdo a Huerta D.S (2020) que ayuda a la toma de decisiones para entender los factores internos y externos de la situación que se desea mejorar o prevenir. Así mismo para la implementación de las áreas de oportunidad identificadas en el Sistema de Gestión Alimentaria (SGIA) se tomó el ciclo Deming el cual consiste en cuatro fases Planear, hacer, verificar y actuar (PHVA) según Martins (2019) de acuerdo con que es una herramienta de gran utilidad para estructurar y ejecutar los proyectos de mejora de la calidad y de la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. Para la verificación del sistema se utilizó un Check List, la cual es una lista que se utiliza para comprobar la conformidad a una norma o procedimiento, según Gonzales et al. (2017) suele ser una herramienta que resulta redundante, ya que quienes aplican esta herramienta conocen que los aspectos a los que se refieren los ítems pueden ser tareas, actividades o requerimientos.

Se realiza un plan de acción con el uso de un cronograma de actividades en el que se dice que es un programa muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un paquete de trabajo y tiene la virtud de que puede realizarse tanto como una herramienta de planificación, así como una herramienta de seguimiento y control, según Talbert (2025) esta herramienta se construye para la identificación y listado de todas las actividades que se deben realizar para cumplir con el proyecto, para determinar la secuencia de ejecución de las acciones, se puede agregar y graficar una columna más al final incluyendo indicadores o puntos de control.

El objetivo de este proyecto fue dar cumplimiento de los requerimientos 4. Contexto de la organización, 5. Liderazgo, 6. Planificación, determinando los requisitos que la norma



## 100CIATEC

internacional solicita, trabajando bajo la necesidad de mejora continua, con el objetivo de planear, controlar y mejorar de forma organizada el sistema.

Para realizar el Mapa de procesos solicitado en el punto 4.4 Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos se tomó en cuenta la definición del proceso que es el conjunto de actividades relacionadas entre sí, debe contener una entrada donde se lleva a cabo la actividad descrita del proceso, los procedimientos o documentos los cuales serán evidencias, información documentada (procesos, procedimientos, formatos, registros, entre otros) y la salida, que será el resultado obtenido de las actividades descrito según la Guía de la norma ISO 22000, s.f.

Para el cumplimiento del punto 5. Liderazgo, la alta dirección debe asegurarse que la política y objetivos del Sistema sean compatibles con la organización, comunicación de la importancia del SGIA con los requisitos legales y reglamentarios y acordados con el cliente, evaluar en base a los objetivos establecidos para la mejora continua, considerando lo siguiente según Aenor México, s.f.

La Política Integral de la empresa deberá cumplir los siguientes aspectos:

- La Satisfacción de necesidades y requerimientos.
- Los estándares Internacionales
- La Partes Interesadas
- Los requisitos legales
- Requisitos reglamentarios

### 2. Delimitación contextual

SIE, S.A. (Servicios Integrados de envasado) de C.V., es una empresa dedicada a la maquila de bebidas carbonatadas, no carbonatadas y bebidas alcohólicas, contando con siete líneas de producción ( Línea Pet y Línea Vidrio), que garantiza en todo momento la satisfacción de clientes y consumidores, esto a través de un Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria (SGIA) que se conforma con la norma internacional ISO 22000:2018 ,debido a que les permite a las empresas mejorar el desempeño global de inocuidad y calidad en sus productos, brindándoles la oportunidad de llegar a más mercados.



### 3. Metodología

La investigación tiene un enfoque cualitativo, en la cual se realizó una investigación documental, explicativo, porque se indaga en las causas de los problemas y de corte transversal ya que se realiza en un corto periodo de tiempo, considerada como un caso de aplicación. Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Análisis FODA para identificar las áreas de oportunidad
- Lista de Verificación de ISO 22000:2018 (Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos).
- Plan de Implementación
- Análisis de modos y efectos de fallas (AMEF)

La empresa SIE, S.A. de C.V. es la principal fuente de información, debido a que la comunicación con el personal es directa, los cuales proporcionan información relevante para dar cumplimiento a cada punto solicitado por la norma a certificarse. Como fuente secundaria se recurrió a información documentada como artículos de investigación, normativas internacionales y tesis.

### 4. Desarrollo

Para realizar un análisis FODA se consideró la participación de la alta dirección, los aspectos financieros y todos los procesos que influyen en su funcionamiento.

Tabla 1 FODA Analítico de la empresa.

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
1. Buenas Instalaciones e infraestructura	1. Recursos financieros limitados
2. Buena relación con los clientes	2. Los competidores certificados en ISO 22000:2018
3. Conocimiento del proceso por parte del personal	3. Pasillos obstaculizados
4. Amplia variedad de productos	4. Productos rechazado.
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
1. Seguir el principio de liderazgo para la motivación de los colaboradores de la empresa.	1. Empresas en el rubro.
2. Ofrecer un producto con inocuidad y calidad a los clientes	2. Auditorias no favorables de nuevos clientes.
3. Certificación en ISO 22000:20018	3. Accidentes en el área de trabajo.
4. Cartelera de clientes para exportación.	

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)



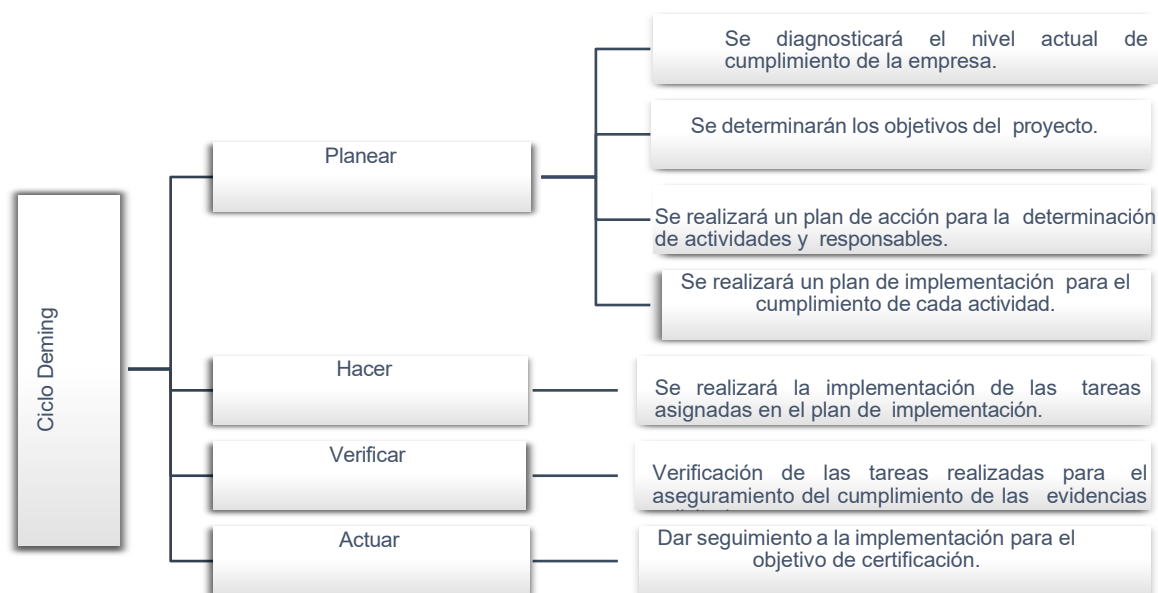


Figura 1. Metodología del proyecto

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024), basada en el círculo de Deming obtenido de: Martins (2019)

Se realizó un diagnóstico del SGIA vs la norma internacional ISO 22000:2018, en la que se observan los documentos requeridos para evidenciar el cumplimiento.

Tabla 2 Diagnostico de verificación ISO 22000;2018

Ítem	Numeral	Requisito	Como se demuestra	Quien lo realiza
1	4.1	<b>Comprensión de la organización y de su contexto</b>		
2	4.1	Están determinadas las cuestiones internas y externas en el SGIA.	Análisis FODA.	La organización
3	4.2	<b>Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas</b>		
4	4.2.a	Están Identificadas las partes interesadas que son pertinentes al SGIA	"Matriz de elaboración de las partes interesadas"	SGIA y dueños de procesos
5	4.2.b	Están determinados las necesidades, expectativas y requisitos específicos de las partes interesadas para el Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos	Matriz "necesidades y expectativas de las partes interesadas"	SGIA y dueños de procesos
6	4.2	Dar seguimiento y revisar la información de forma periódica. (Alcances, Limitaciones, Requisitos del SGIA)	Seguimiento a alcances, limitaciones y requisitos de SGIA de acuerdo a lo Programado	SGIA
7	4.3	<b>Determinación del alcance del sistema de gestión de inocuidad de los alimentos</b>		
8	4.3.	Están determinados los límites y la aplicabilidad del SGIA para establecer su alcance	Manual del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.	Procesos estratégicos/ Realiza dirección general con SGSI
9	4.3.a	Están determinadas las cuestiones externas e internas indicadas descritos en el 4.1	Análisis FODA y/o Análisis PESTEL	Responsable SGSI y encargados de
...				





				procesos.
22	6.1.1.	Se planifica el SGIA se determina los riesgos y las oportunidades teniendo en cuenta las cuestiones que se hace referencia en el apartado 4.1 y los requisitos que se hace referencia en el apartado 4.2	Matriz de riesgos y SGIA y oportunidades, Análisis AMEF	encargado de cada proceso
23	<b>6.2</b>	<b>Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos</b>		
24	6.2.1.	Se establecen objetivos para el SGIA para las funciones y niveles pertinentes.	Minutas de reunión para determinar los objetivos	SGIA y dirección general
<b>Elaborado por:</b>		<b>Joalin Catalina Garcés Fuentes</b>		<b>Fecha:</b> <b>10/01/2024</b>

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

Posteriormente se aplicó un check list para obtener el nivel de cumplimiento.


**Tabla 3 Lista de Verificación antes de la Implementación de ISO 22000:2018**

<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD ALIMENTARIA</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Requerimiento de la norma</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>4. Contexto de la organización</b>			
4.1	Comprensión de la organización y de su contexto.	5.00%	
4.2	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.	5.00%	
4.3	Determinación del alcance del Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos.	5.00%	
4.4	Se establece e implementa y mejora continuamente un SGIA, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo a los requisitos de la norma	5.00%	
<b>5. Liderazgo</b>			
5.1	Se asegura que la política de inocuidad de las bebidas y los objetivos del SGIA están establecidos, estos son compatibles con la dirección estratégica de la organización.	5.00%	
5.2	Se establece, implementa y se mantiene una política de la inocuidad de los alimentos.	5.00%	
5.3	Se asegura que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes que asignen, se comuniquen y se entiendan en toda la organización.	5.00%	
<b>6. Planificación</b>			
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades-	5.00%	
6.2	Se establecen objetivos para el SGIA para las funciones y niveles pertinentes.	5.00%	
6.3	Planeación de los cambios	5.00%	
<b>TOTAL</b>		<b>50%</b>	

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

**Tabla 4. Plan de acción.**



PLAN DE ACCIÓN								
Estado			7% Completo 	Clasificación		Cuenta	Porcentaje	53% 47% 0% Gráfico de pastel que muestra la clasificación: 53% Necesaria de la gerencia, 47% No se requiere asistencia, 0% Otros recursos necesarios.
A = Abierta	14	No se requiere asistencia		7	47%			
C = Cerrada	1	Otros recursos necesarios		0	0%			
Total	15	Necesaria de la gerencia	8	53%	Total			15
Completo	7%							
Item	Estado	Clasificación	Actividad	Responsable	Encargado	RECURSOS MATERIALES	ENTREGABLE	
1	C	C	Detección de las necesidades de la organización.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Diagnostico	
2	A	C	Análisis y obtención de objetivos sobre la Norma ISO 22000:2018	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Objetivos específicos	
4	A	A	Realizar un análisis FODA para determinar las cuestiones internas y externas	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Análisis FODA	
5	A	A	Diseñar un Check-List que garantice la revisión periódica de los requisitos de la Norma Internacional ISO 22000:2018	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Diagnostico de implementación de ISO 22000:2018 (Lista de Verificación)	
6	A	A	Realizar un plan de implementación con acciones necesarias determinadas con el Check-List	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Plan de Implementación	
7	A	A	Realizar un análisis Estratégico para determinar las cuestiones internas y externas de la organización.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Análisis FODA estratégico	
8	A	A	Elaboración de matriz de expectativas y necesidades de las partes interesadas sobre el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora	Matriz de Riesgos y Oportunidades	

9	A	A	Determinar alcance del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria sobre la cadena de suministro.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
10	A	C	Desarrollar mapa de procesos en el cual se establezca, mantenga y mejore continuamente el Sistema.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
11	A	C	Realizar una reunión para determinar los objetivos y política del Sistema que sea compatible con la organización.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
12	A	C	La política debe ser visible para el personal y visitantes.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
13	A	C	Realizar un Organigrama para determinar los representantes con tareas específicas.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
14	A	C	Realización de una descripción de puestos para determinar las responsabilidades y autoridades que debe cumplir la vacante.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
15	A	A	Planificar acciones para abordar riesgos y oportunidades y minimizarlos.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
16	A	C	Determinación de objetivos del Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos para lograrlos.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora
17	C	C	Determinar la necesidad de cambios en el Sistema de Gestión de Inocuidad, incluyendo los cambios de personal y deben comunicarse de manera planificada.	Residente de Prácticas profesionales	Coordinadora del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	Computadora

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)



## 100CIATEC

Se elaboró un llamado plan de implementación con el propósito de planear las estrategias para el cumplimiento de la normatividad de ISO 22000:2018 en un tiempo determinado. Este parte de dos objetivos intermedios o productos que de acuerdo al resumen operativo gerencial debe cumplir el programa o proyecto dentro del marco estratégico que definen las actividades básicas.

Tabla 5. Plan de implementación

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN																	
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1. Diagnóstico de las necesidades de la empresa para la planeación de las actividades.	P	X															
	R	X															
2. Determinar los objetivos de la empresa.	P	X															
	R	X															
3. Diagnóstico de verificación de entregables de la norma Internacional ISO 22000:2018 en los apartados 4.5 y 6.	P	X															
	R	X															
4. Realizar lista de verificación y evaluar el estado de cumplimiento actual de la empresa.	P		X														
	R		X														
5. Realizar un plan de acción de las actividades para dar cumplimiento a los requisitos que afectan el proyecto.	P		X														
	R		X														
6. Realizar un plan de implementación para dar cumplimiento a los requisitos exigidos en los apartados 4.5 y 6 de la norma internacional, en un tiempo determinado.	P		X														
	R		X														
7. Realizar capacitación de la implementación de ISO 22000:2018.	P			X													
	R			X													
8. Determinar las cuestiones internas y externas del contexto de la organización.	P			X													
	R			X													
9. Determinar las expectativas y necesidades de las partes interesadas, y resultados que tienen dentro del Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos.	P			X													
	R			X													
10. Determinar el alcance del sistema de gestión de inocuidad.	P			X													
	R			X													
11. Realizar mapeo de procesos del Sistema de Gestión de Inocuidad.	P			X													
	R			X													
12. Mantener la información documentada, actualizando formatos de versiones (última versión de documentos).	P					X		X									
	R					X		X									
13. Realizar reunión para determinar los requisitos para la política de inocuidad de la empresa.	P									X							
	R									X							
14. Realizar con la alta dirección el programa del conjunto de elementos administrativos de la empresa.	P										X						
	R										X						
15. Realizar formato de descripción de puestos.	P											X					
	R											X					
16. Realizar matriz de riesgos y oportunidades.	P												X				
	R												X				
17. Determinar los objetivos del sistema de gestión de inocuidad de los Alimentos.	P													X			
	R													X			
18. Realizar formato de gestión de cambios.	P														X		
	R														X		

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

## 5. Resultados

Para dar cumplimiento al punto 4.1 Contexto de la organización de la norma internacional ISO 22000:2018 (SGIA) en la empresa, se realizó una reunión con los encargados de cada proceso para el análisis FODA teniendo en cuenta a la partes internas y externas pertinentes en el proceso de maquilado de bebidas, monitoreando de forma periódica.

Tabla 6. FODA Estratégico

"SIE (SERVICIOS INTEGRADOS DE ENVASADO) S.A de C.V"	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	1. Buenas Instalaciones e infraestructura	1. Recursos financieros limitados
	2. Buena relación con los clientes	2. Los competidores certificados en ISO 22000:2018
	3. Conocimiento del proceso por parte del personal	3. Pasillos obstaculizados



<b>OPORTUNIDADES</b>	4. Amplia variedad de productos	4. Productos rechazado.
	ESTRATEGIAS OFENSIVAS (F-O)	ESTRATEGIAS DEFENSIVAS (F-A)
	1. Seguir el principio de liderazgo para la motivación de los colaboradores de la empresa.	Aliarse a los nuevos competidores como oportunidad de mejora (A1, A2, F4, F1)
	2. Ofrecer un producto con inocuidad y calidad a los clientes	Capacitar al personal con base a la importancia de los riesgos que puedan presentarse durante su jornada laboral. (A3, F3)
	3. Certificación en ISO 22000:20018	
	4. Cartelera de clientes para exportación.	
<b>AMENAZAS</b>	ESTRATEGIAS REORIENTACIÓN ( D-O)	DE ESTRATEGIAS SUPERVIVENCIA (D-A) DE
1. Empresas en el rubro.	Capacitar al personal con base a tener conocimientos de los procesos de cada área y mejora resultados en calidad e inocuidad. (O1, O2, D3, D4)	Inversión en estrategias para la mejora continua de la empresa. (D1, D3, D4)
2. Auditorias no favorables de nuevos clientes.	Alineación de información documentada sobre la normatividad vigente con el	Inversión en la mejora continua en el cumplimiento de normativas para el Sistema de Gestión (Auditorías

Tabla 6.

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

Para dar cumplimiento al apartado 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, se realizó una matriz donde se presentan las necesidades y expectativas que tienen las partes interesadas y sus requisitos dentro del SGIA.

Tabla 7 Matriz de necesidades y expectativas

Parte Interesadas(Pi)	Necesidades	Expectativas	Planificación En El SGI
<b>Clientes</b>	1. Se cumplan las especificaciones solicitadas 2. El producto se entregue en tiempo e inocuo	1. Satisfacción del cliente final	Establecer los objetivos de calidad
<b>Proveedores</b>	1. Cumplimiento entrega de pedidos,	1. Información adecuada para establecer los productos de manera conforme	Seleccionar y evaluar de forma periódica a proveedores
<b>Accionistas</b>	1. Rentabilidad creciente de la Compañía	1. Incremento de Ventas	Elaborar el planeamiento estratégico de la empresa
<b>Colaboradores</b>	1. Cumplir con los requerimientos del cliente.	1. Productividad efectiva	Planificar y ejecutar el programa de Buenas Prácticas de Manufactura, capacitación y evaluación de desempeño.



<b>Regulatoria</b>	1. Cumplimiento de las normativas aplicables. (Normas Oficiales Mexicanas NOM-251-SSA1- 2009)	1. Cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura	Planificar, controlar y monitorear las normas y leyes aplicables a la empresa.
<b>Población</b>	1. El producto sea seguro para la salud.	1. Relación calidad/precio competitivo	Establecer los objetivos de calidad e indicadores de desempeño

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

En el caso del cumplimiento al apartado 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de inocuidad de los alimentos, se estableció el alcance que se mantiene como información documentada en los procesos.

### ALCANCE:

El Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria creada por la ISO 22000:2018 para la Empresa SIE (Servicios Integrados de Envasado) S.A de C.V cubrirá a áreas productivas (Líneas de vidrio y Líneas Pet), Almacenes y laboratorio para mantener un sistema efectivo en la gestión de inocuidad alimentaria para el maquilado de bebidas inocuas y de calidad para el consumo humano.

En el apartado 4.4 Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos, se desarrolló un mapa de procesos en el cual se establecen, mantienen y mejoran continuamente en el SGIA, los procesos necesarios y sus interacciones.

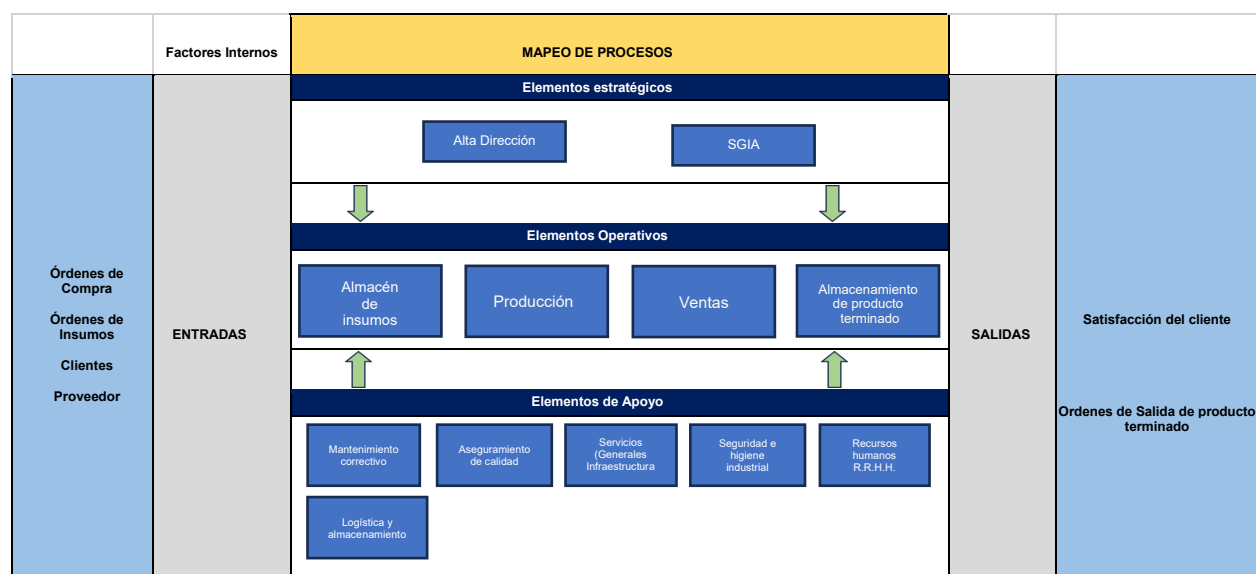


Figura 2. Mapa de Procesos

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)



En el apartado 5.1 Liderazgo y compromiso se realizaron reuniones para la creación de estrategias como se observa en la figura 3, para la toma de estrategias, considerando a la alta dirección y procesos involucrados en el SGIA.

SERVICIOS INTEGRADOS DE ENVASADO S.A DE C.V			
AGENDA DEL EQUIPO DE INOCUIDAD			
CÓDIGO: PA-AC-FO-342		REVISIÓN: 01	FECHA REV.: 27-Octubre-2022
Descripción de etapas de proceso.			
1. Objetivo Reunión del Equipo de Inocuidad para evaluar la eficacia y eficiencia de la Política Integral, y/o aplicar actualización, determinar la necesidad de cambios que impacten al SGIA, así como confirmar la precisión de diagrama de flujo.			
2. Orden del día:			
1. Revisión anual de la Política Integral de SIESA, de acuerdo con los lineamientos establecidos en ISO 22000:2018 (Punto 5.2 Política)			
2. Determinar los canales de comunicación de la Política Integral. (Punto 5.2.2 ISO 22000:2018)			
Difusión e implementar el procedimiento Planificación y gestión de cambio. (Cambios relacionados a la Inocuidad del Producto, Punto 6.3 ISO 22000:2018)			
4. Confirmar si la precisión del diagrama de flujo de tratamiento de agua.			
3. Personal requerido			
Turno	Nombre		
1	Ana Huerta Muñoz		
2	Stefani Domínguez		
3	Sandra Amaro Amaro		
4	Zayra Paola Pérez Sandoval		
5	Iván García Salazar		
6	Javier Castillo Duran		
7	Alejandro Vázquez López		
8	Mario García Martínez		
9	Leopoldo López Pomposo		
10	Dina Ramírez Carreón		
11	Felipe Tonis Mayen		
12	María Elena Zempoalteca Mejía		
Elaboró: Ana Huerta M. / Coord. SGIA			Autorizó: Raymundo M./ Director de Operaciones

Figura 3. Agenda de política

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

Se logrará cumplir los aspectos para la política integral gestionando los procesos, realizando mejora continua con una comunicación efectiva

**5.2 Política Integral:**

La alta dirección debe definir, documentar y comunicar su política de inocuidad de los alimentos.

**Mecanismos Comunicación Interna:**

La alta dirección debe asegurarse de que la política de inocuidad de los alimentos:

- a) Es apropiada para la función que cumple la organización dentro de la cadena alimentaria.
- b) Es respaldada por objetivos medibles
- c) es conforme con los requisitos legales, reglamentarios y con los requisitos acordados mutuamente con los clientes sobre la inocuidad de los alimentos.
- d) se comunica, implementa y mantiene en todos los niveles de la organización.  
**Mecanismos Comunicación Interna:**
- e) Incluye compromiso con la mejora continua.
- f) Aborda las competencias relacionadas con la inocuidad, e integra los conceptos seguridad, medio ambiente

**Política Integral 2024**

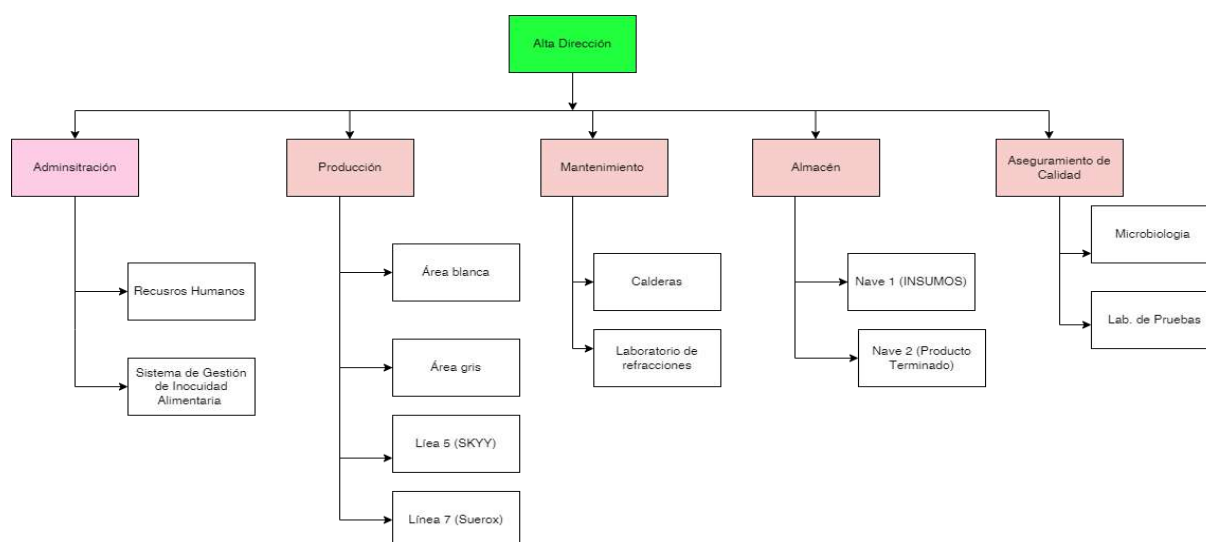
En SIESA estamos comprometidos en proporcionar servicios de envasado de maquila de bebidas satisfaciendo necesidades, requerimientos y expectativas de nuestras partes interesadas.

A través del cumplimiento de nuestros objetivos, estándares de calidad, inocuidad, legales, reglamentarios y de protección al medio ambiente desde la recepción de materiales hasta el embarque de los productos con base en la mejora continua de los procesos, la comunicación efectiva e impulsando la competencia, seguridad y bienestar de nuestro talento humano.

**Figura 4. Política de la organización**

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

De tal manera que el Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos es conforme con los requisitos de la normativa. Se desarrolló una descripción de puestos que consiste en enumerar las tareas o funciones que lo conforman y los diferencien de los demás puestos, para poder determinar las descripciones de puestos correctas la alta dirección debe elaborar un organigrama del conjunto de elementos administrativos de la empresa.



**Figura 5 Organigrama de la empresa**

Nota: Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)





LOGO	SERVICIOS INTEGRADOS DE ENVASADO S.A DE C.V	
	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	
	Revisión:	Fecha:
Nombre del puesto:		
Objetivo		
1. Establecer, documentar, implementar y mantener el Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos mejorando continuamente su eficacia de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 22000:2018		
Valores organizacionales		
2. Honestidad 3. Compromiso 4. Respeto 5. Profesionalismo 6. Confianza		
Responsabilidades y Autoridades		
1. Establecer, incrementar, mantener y actualizar la información documentada para el SGIA. 2. Determinar el grado de cumplimiento del SGIA de acuerdo con lo establecido. 3. Supervisión y revisión del programa de aseguramiento de la inocuidad dando tanto puntual y total el cumplimiento. 4. Llevar a cabo los intervalos planificados, auditorías externas para determinar si el SGIA es conforme a las disposiciones de la norma internacional ISO 22000:2018.		
Relaciones con otras posiciones de la Organización		
Puesto al que reporta:	Director de Operaciones	Internas: Todas las áreas
Puestos que le reportan:	N/A	Externas: Clientes, proveedores
Perfil del Puesto		
Educación:	Licenciatura en Ingeniería Industrial, Administración de empresas	
Área o especialidad:	Productividad y/o calidad, Sistema de Gestión.	
Experiencia:	1 Año	
Formación	Nivel de conocimiento requerido	
0 = No requerido	Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria	
1= Conocimiento elemental	Conocimiento ISO 22000:2018	
2= Buen conocimiento	Paquetería Office	
3= Conocimiento con constancia	Conocimiento de Buenas Prácticas de Manufactura	
Habilidades	Nivel de desempeño requerido	
1= Requerido	Identifica y diagnostica sistemas de inocuidad y calidad	
2= Regular	Trabajo en Equipo.	
3= Bueno		
4= Excelente		

**Figura 6 Formato para descripción de puestos**  
Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

El análisis de riesgos y oportunidades es una pieza clave de la planeación de un Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria.

Los procesos identificados son el almacenamiento, la preparación de ingredientes, etiquetado, envasado, la distribución y los puntos de ventas, entre otros. Por lo tanto, los riesgos incluyen la contaminación cruzada, la contaminación microbiana y el etiquetado incorrecto. Análisis de riesgos y oportunidades para la empresa.

**Tabla 7 Riesgos y Oportunidades**

Proceso	Riesgo	Descripción	Oportunidad	Descripción
Almacenamiento	Deterioro de los productos	Posibilidad de que los productos se deterioren debido a una mala gestión del almacenamiento	Mejora de la gestión de almacenamiento	Implementar un sistema de gestión de inventarios y asegurar que los productos sean almacenados en las condiciones adecuadas.
Preparación de	Contaminación Cruzada	Posibilidad de que los ingredientes se	Capacitación del	Capacitación del personal para que siga las buenas

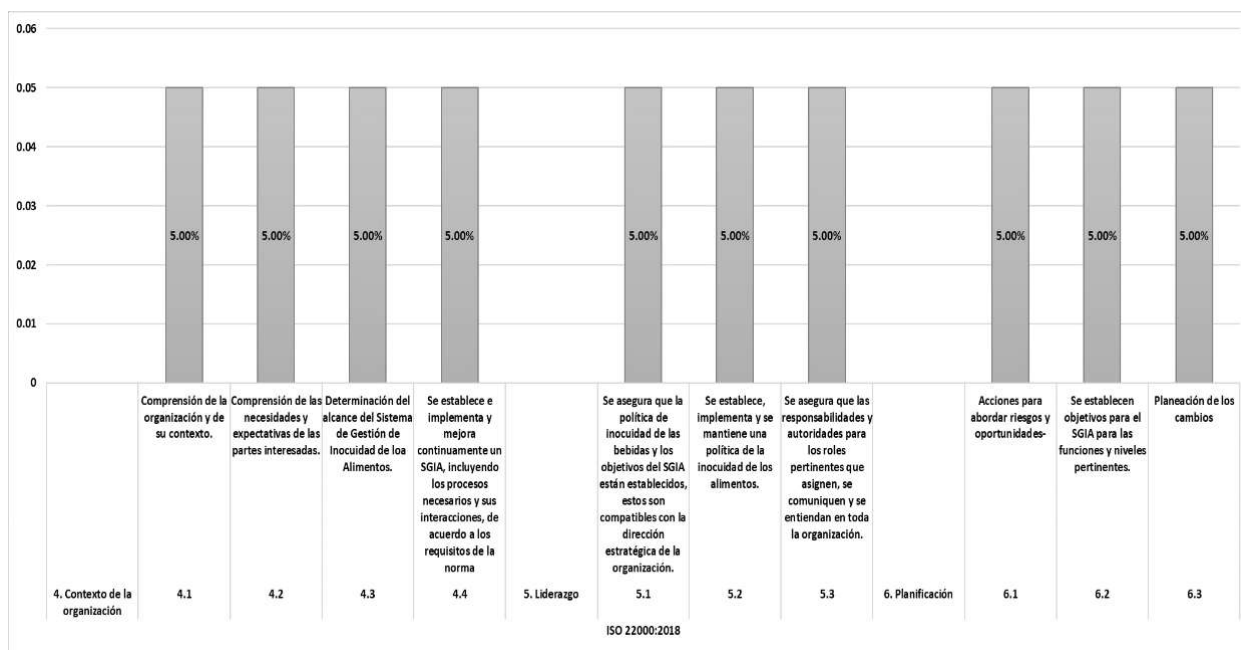


Ingredientes		contaminen con agentes patógenos.	personal	prácticas de manufactura, asegurando los equipos y utensilios
Etiquetado	Etiquetado inadecuado	La información la etiqueta sea incorrecta.	Mejoramiento del control de calidad	Aseguramiento de la información en la etiqueta sea precisa y completa.
Procesamiento	Contaminación microbiana	La posibilidad de que las bebidas se contaminen con microorganismos durante el procesamiento.	Validación de los procesos.	Validación de los procesos para asegurar que se están cumpliendo los requisitos de seguridad alimentaria y tomar medidas para corregir cualquier problema.
Envasado	Contaminación cruzada	La posibilidad de que los alimentos se contaminen con agentes patógenos durante el envasado.	Mejora del control de calidad.	Implementación de un Sistema de control de calidad más riguroso para detectar posibles contaminaciones durante el envasado.
Puntos de venta.	Mala manipulación.	Posibilidad de que los productos se manipulen	Capacitación del personal.	Capacitar al personal de los puntos de venta para que siga

Fuente: Elaboración Propia con información de la empresa SIESA (2024)

Al contemplar los puntos antes mencionados que la norma internacional solicita para la determinación de objetivos del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria con la participación de los jefes de cada proceso, por lo tanto, los objetivos se comunicaron para el personal en general para: Asegurar la calidad e inocuidad de los procesos con la finalidad de garantizar las expectativas de nuestras partes interesadas. Garantizar la permanencia y compromiso del talento humano a través del desarrollo de sus competencias laborales. Asegurara la confiabilidad de los activos e instalaciones a través del uso eficiente de los recursos. Al concluir la implementación de los apartados 4. (Contexto de la Organización), 5. (liderazgo), 6. (Planificación) se realizó una lista de verificación para determinar el cumplimiento final, logrando obtener el 95% de cumplimiento. Se muestran gráficas comparativas del antes y después de la implementación.





## Después de la implementación

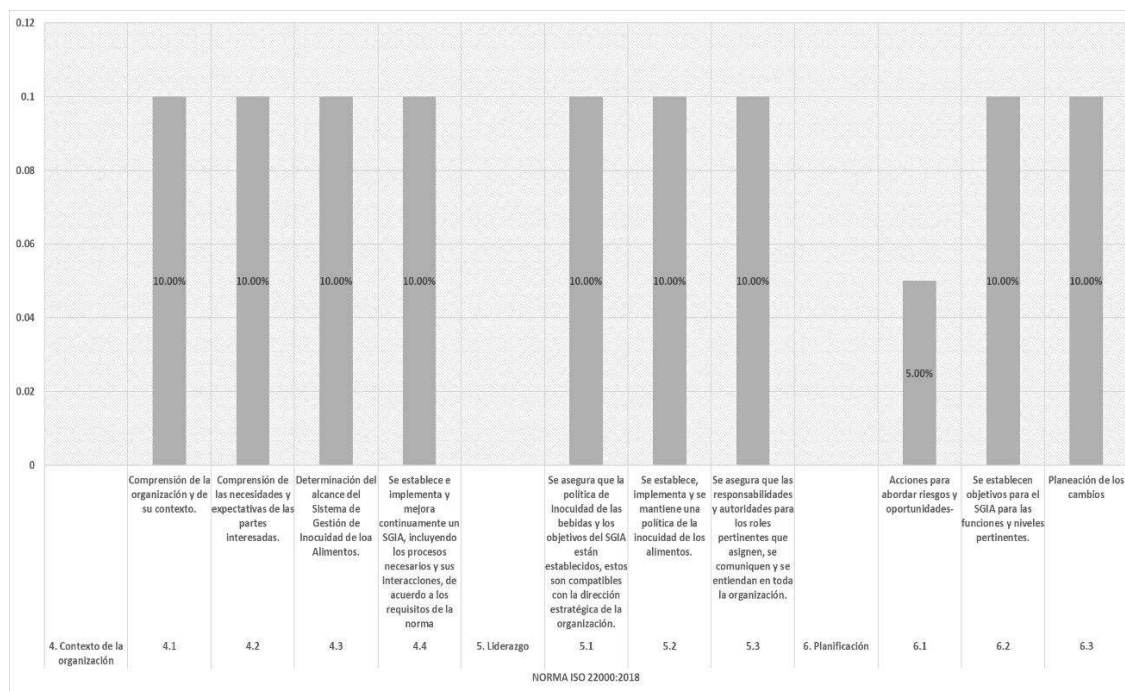


Figura 7 Gráficas comparativas del antes y después de la implementación  
Fuente: Elaboración propia



## **6. Conclusiones**

Se concluye que la metodología propuesta en este trabajo se puede seguir sistemáticamente para la revisión e implementación de los otros los puntos normativos de la norma ISO 22000:2018, ya que, a través del desarrollo de esta metodología se probó que es posible analizar, planificar e implementar los apartados establecidos en la norma, en este caso se desarrollaron los puntos 4. (Contexto de la Organización), 5. (Liderazgo) 6. (Planificación), con resultados positivos. Una vez que se mejoraron los procedimientos e instrucciones del sistema de gestión de inocuidad Alimentaria se llevaron a cabo capacitaciones sobre el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentara para evitar que riesgos en la cadena de suministros y contaminación cruzada en los productos.

Se demuestra que la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) tiene fases que aseguran el cumplimiento de cada uno de los puntos de la normativa, al aplicarla se demostró que el cumplimiento se elevó en un 50 %, dicha metodología fortalece la tomando decisiones estratégicas para el mejoramiento de la información documentada dentro del Sistema de Gestión de Inocuidad. Por medio de la lista de verificación se logró la determinar de la situación en la que la empresa, se encontraba, se realizó el plan de implementación para dar cumplimiento a las áreas de oportunidad encontradas y se estableció el tiempo de ejecución, logrando la implementación de los apartados establecidos para este proyecto, una vez aplicado el plan, se aplicó la lista de verificación por segunda vez para verificar si se cumplieron los objetivos planteados para el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria. Se logró el cumplimiento al 95% de los apartados asignados para este proyecto sobre la norma internacional ISO 22000:2018, así mismo se logra el objetivo planteado de la empresa de llegar a más mercados y se espera ampliar la cartera de clientes.

Como trabajos futuros se recomienda aplicar la metodología PHVA en la revisión de los otros puntos del Sistema de Gestión de Calidad. Así mismo se recomienda darle continuidad con auditorías internas periódicas.

Se concluye que la metodología propuesta en este trabajo se puede seguir sistemáticamente para la revisión e implementación de los otros los puntos normativos de la norma ISO 22000:2018, ya que, a través del desarrollo de esta metodología se probó que es posible analizar, planificar e implementar los apartados establecidos en la norma, en este caso se desarrollaron los puntos 4. (Contexto de la Organización), (Liderazgo) 6. (Planificación), con resultados



positivos. Una vez que se mejoraron los procedimientos e instrucciones del sistema de gestión de inocuidad Alimentaria se llevaron a cabo capacitaciones sobre el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentara para evitar que riesgos en la cadena de suministros y contaminación cruzada en los productos.

Se demuestra que la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) tiene fases que aseguran el cumplimiento de cada uno de los puntos de la normativa, al aplicarla se demostró que el cumplimiento se elevó en un 50 %, dicha metodología fortalece la tomando decisiones estratégicas para el mejoramiento de la información documentada dentro del Sistema de Gestión de Inocuidad. Por medio de la lista de verificación se logró la determinar de la situación en la que la empresa, se encontraba, se realizó el plan de implementación para dar cumplimiento a las áreas de oportunidad encontradas y se estableció el tiempo de ejecución, logrando la implementación de los apartados establecidos para este proyecto, una vez aplicado el plan, se aplicó la lista de verificación por segunda vez para verificar si se cumplieron los objetivos planteados para el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria. Se logró el cumplimiento al 95% de los apartados asignados para este proyecto sobre la norma internacional ISO 22000:2018, así mismo se logra el objetivo planteado de la empresa de llegar a más mercados y se espera ampliar la cartera de clientes.

Como trabajos futuros se recomienda aplicar la metodología PHVA en la revisión de los otros puntos del Sistema de Gestión de Calidad. Así mismo se recomienda darle continuidad con auditorías internas periódicas.

## 7. Referencias

- Ballesteros K. (2022). Diseño para la implementación de la norma ISO 22000:2018 en la cadena de producción de capsulas blandas de un producto veterinario, con la aplicación de parámetros de HACCP y BPM; en conjunto con la norma NTC-ISO 9001:2015. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49214>
- Eanor-NormasISO.org. (2023, 23 julio). Norma ISO 22000. Normas ISO. <https://normasiso.org/iso-22000/>
- González-Enríquez, L. R., & García-Pérez, E. (2022). Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en una comercializadora de alimentos. <https://www.redalyc.org/journal/944/94472192002/html/>
- González, L. M. (2017). Check-list para el diagnóstico empresarial: Una herramienta clave para el control de gestión. Profit Editorial. Check-list para el diagnóstico empresarial: Una herramienta clave para el ... - Luis Muñoz González - Google Libros



- Guía de implementación de la norma ISO 22000. (s. f.). NQA Certification Body. <https://www.nqa.com/es-mx/certification/standards/iso-22000/implementation>
- Huerta, D. S. (2020). Análisis foda o dafo. Bubok. ANÁLISIS FODA O DAFO - David Sánchez Huerta - Google Libros
- [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6h0JEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT10&dq=FODA&ots=8\\_OkQhhrAq&sig=\\_kSIAJndmGnY9sW3KHRz5GwhbA0#v=onepage&q=FODA&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6h0JEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT10&dq=FODA&ots=8_OkQhhrAq&sig=_kSIAJndmGnY9sW3KHRz5GwhbA0#v=onepage&q=FODA&f=false)
- Marybel, M. S. V. (2023). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de inocuidad alimentaria según la norma ISO 22000:2018 para una empresa de conservas de pescado atún (thunnus), Chimbote. Repositorio de la Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/eb9d2988-e8c0-4bca-b9e1-c2f58f6dc45e>
- Martins, V. M. A., Cribillero, Y. I. N., & Pesantes, E. G. (2019). Aplicación de ciclo Deming para la mejora de la productividad en una empresa de transportes. Revista Científica EPígmalió, 1(2).
- Talbert, M. (2025, 4 febrero). Cronograma de actividades: qué es y cómo crearlo en 7 pasos [2025] • Asana. Asana. <https://asana.com/es/resources/create-project-management-timeline-template>



# LA NORMA ISO 9001:2026 Y SUS CAMBIOS ADAPTADOS AL CONTEXTO MUNDIAL

Córdova, Espino-Samuel Friarte<sup>1</sup>, Calixto, Rodríguez-Alejandro<sup>2</sup>, Morales, Ronces-Jessica<sup>3</sup>.

1. División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México Campus San Martín Texmelucan, samuel\_f.cordova@tecnm.smarttin.mx
2. Dirección General, EDUCERT, contacto@educert.org.mx
3. Departamento de Auditoría Interna, EDUCERT, jessmronces@gmail.com

**Resumen:** Este artículo tiene como objetivo principal dar a conocer al lector los posibles cambios que incluirá la norma ISO 9001:2026 a unos meses de su publicación oficial por parte de la Organización Internacional de Estandarización (ISO). Los cambios que hasta ahora se han anunciado por parte de la ISO responden a los retos actuales del mundo y se centran en los conceptos de: digitalización, sostenibilidad, residencia, ética y flexibilidad. El artículo se elaboró analizando el contenido de las normas ISO de acuerdo a sus versiones, para posteriormente identificar sus principios y de esa manera interpretar la razón de los cambios que incluirá la norma ISO 9001:2026 atendiendo los temas de interés mundial. Como conclusión se observa que la norma ISO 9001:2026 será una herramienta útil para atender en las organizaciones para enfrentar los retos mundiales en temas de Digitalización, Sostenibilidad, Residencia, Ética y Flexibilidad.

**Palabras Clave:** Mejora Continua, Gestión, Calidad, Digitalización, Sostenibilidad, Resiliencia, Ética, Flexibilidad.

**Abstract:** This article aims to inform the reader about the potential changes that the ISO 9001:2026 standard will include, a few months before its official publication by the International Organization for Standardization (ISO). The changes announced so far by ISO address current global challenges and will focus on the concepts of digitalization, sustainability, resilience, ethics, and flexibility. The article was developed by analyzing the content of ISO standards across their various versions, identifying their underlying principles, and thus interpreting the rationale behind the changes that ISO 9001:2026 will include, in light of globally relevant issues. In conclusion, it is observed that ISO 9001:2026 will be a useful tool for organizations to address global challenges related to digitalization, sustainability, resilience, ethics, and flexibility.



**Keywords:** Continuous Improvement, Management, Quality, Digitalization, Sustainability, Resilience, Ethics, Flexibility

### 1. Introducción

Las normas internacionales ISO son herramientas importantes que han adoptado las organizaciones del mundo para Gestionar Sistemas que les permitan mejorar su desempeño en temas estratégicos como: El Cuidado del Medio ambiente (ISO 14001), Salud y Seguridad Ocupacional (ISO 45001), Inocuidad de los alimentos (ISO 22000), entre otros. Sin lugar a dudas la norma internacional más utilizada es la ISO 9001, ya que se trata del estándar que permite que las organizaciones implementen Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) que les permita estandarizar procesos y ofrecer productos y servicios que cumplan con los requisitos de sus clientes, normalmente llamados “De calidad”.

A lo largo de la historia la norma ISO 9001 ha tenido 5 versiones: la de 1987 (Primera edición), 1994, 2000, 2008 y la última del año 2015. Cada una de ellas ha tenido sus principios y características particulares y las versiones han evolucionado de acuerdo a las necesidades del contexto de cada una de las épocas en las que fueron publicadas. Actualmente la ISO ha informado a las organizaciones que trabajan en el diseño y publicación de las normas que pronto se publicará la nueva versión de la norma ISO 9001, que corresponderá al año 2026; por lo que se torna importante reflexionar sobre los posibles cambios que tendrá y la relación que existe con los retos actuales a los que se enfrentan las organizaciones a nivel mundial.

### 2. Delimitación contextual

A lo largo de la historia se han desarrollado diferentes estudios sobre la evolución del concepto de Calidad. Diversos autores aseguran que algunos indicios de este concepto datan de las épocas primitivas, en donde sin saberlo, ni tenerlo en cuenta, sus actividades están relacionadas con los conceptos actuales de calidad. Desde el punto de vista científico – académico la evolución de la Calidad se acredita a los estudios de Taylor y Fayol, quienes al definir las cuatro etapas de la Administración (Planeación, Organización, Dirección y Control) permitieron que otros autores como Deming, Juran y Crosby pudieran desarrollar sus metodologías y/o herramientas que definieron su filosofía de la Calidad.

Los estudios sobre la evolución del concepto de Calidad han cobrado gran relevancia, muestra de ellos es que lo que se consideran los filósofos de la Calidad como Ishikawa, Taguchi, Shingo y Kondo, solo por mencionar algunos, han desarrollado metodologías y/o herramientas muy





importantes para poder contribuir en las necesidades que tienen las organizaciones con el paso del tiempo, estas contextualizadas a un mundo globalizado.

Sin aseverar esta premisa, muchas de las metodologías y herramientas creadas en las últimas décadas están fundamentadas en los requisitos de la norma ISO 9001 vigente en su época.

De lo anterior, se considera importante el estudio de los cambios que ofrecerá la norma ISO en su versión 2026, que sin lugar a dudas debe adaptarse a la constante ola de cambios que son generados por temas ambientales, de salubridad, avance tecnológico e industrial, así como de la propia evolución del ser humano.

### 3. Metodología

La metodología utilizada para la elaboración de este artículo está basado en la investigación documental, comparativa y analítica, para la revisión de la literatura, se consultaron las versiones oficiales de las normas que publicó la ISO, este requisito es importante para poder realizar un cuadro comparativo como instrumento principal de análisis, donde se muestre el contenido en capítulos de los mismos. El análisis del contenido y los criterios están basados en el Ciclo PHVA de Mejora Continua alineados al numeral de los capítulos y el nombre de cada uno de ellos. Es relevante comentar que en ocasiones el número del capítulo coincide, pero los títulos no. Posteriormente se identifican los principios de las versiones de las normas para dar pie a una discusión acerca de los retos que en su momento fueron atendidos a nivel mundial y así concluir en entender los posibles cambios que se publicarán en el año 2026, considerando su relación con la norma ISO 9001:2015. Para este último punto se seleccionaron artículos realizados en un lapso menor de 5 años, publicados en revistas especializadas, con un sustento teórico mayor a 10 fuentes. En su mayoría son estudios documentales enfocados a zonas geográficas específicas, en todos los apartados se buscó tener un escenario global por lo que no solo son de investigadores latinos.

### 4. Desarrollo

Como primera etapa del desarrollo de la investigación se revisó el contenido de las normas ISO en sus 5 versiones y se elaboró el siguiente cuadro comparativo:





Tabla no. 1 Concentrado de los Capítulos de las versiones de las normas ISO 9001:2015

Versión de la ISO 9001 (Año)				
1987 (1ª versión)	1994 (2ª versión)	2000 (3ª versión)	2008 (4ª versión)	2015 (5ª versión)
Cap 1.- Objeto y campo de aplicación	Cap 1.- Alcance	Cap 1.- Objeto y campo de aplicación	Cap 1.- Objeto y campo de aplicación	Cap 1.- Objeto y campo de aplicación
Cap 2.- Referencias	Cap 2.- Referencias	Cap 2.- Referencias normativas	Cap 2.- Referencias normativas	Cap 2.- Referencias normativas
Cap 3.- Definiciones	Cap 3.- Definiciones	Cap 3.- Términos y definiciones	Cap 3.- Términos y definiciones	Cap 3.- Términos y definiciones
Cap 4.- Requerimientos del Sistema de Calidad	Cap 4.- Requerimientos del Sistema de Calidad	Cap 4.- Sistema de Gestión de la Calidad	Cap 4.- Sistema de Gestión de la Calidad	Cap 4.- Contexto de la Organización
		Cap 5.- Responsabilidad de la Dirección	Cap 5.- Responsabilidad de la Dirección	Cap 5.- Liderazgo
		Cap 6.- Gestión de los Recursos	Cap 6.- Gestión de los Recursos	Cap 6.- Planificación
		Cap 7.- Realización del Producto	Cap 7.- Realización del Producto	Cap 7.- Apoyo
		Cap 8.- Medición, Análisis y Mejora	Cap 8.- Medición, Análisis y Mejora	Cap 8.- Operación
				Cap 9.- Evaluación del desempeño
				Cap 10.- Mejora

Fuente: Elaboración propia con apoyo del contenido de las normas ISO

Cada una de las versiones pertenece a una corriente filosófica de la Calidad, de acuerdo a los requisitos de aquella época a continuación se presentan algunas de las justificaciones de la emisión de las versiones.

- Versión 1987

La primera norma de gestión de la calidad se desarrolló en el Reino Unido fue conocida como BS 5750. Impulsada por el Ministerio de Defensa, esta norma especificaba cómo deberían gestionarse los procesos de fabricación, en lugar de mirar qué se había fabricado. En 1987, BSI propuso a ISO adoptar la BS 5750 como una norma internacional. Fue nombrada ISO 9001 con variantes desarrolladas para cubrir los diferentes tipos de empresas. Aunque la norma ISO 9001:1987 siguió la estructura de la BS 5750, también vino con tres modelos para los sistemas de gestión de la calidad. Uno miraba al aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo,



## 100CIATEC

producción, instalación y servicio para las empresas que creaban nuevos productos (Bsigroup.es, 2025).

- Versión 1994 a la 2008

ISO 9001:1994 hizo especial énfasis en el aseguramiento del producto utilizando acciones preventivas, en lugar de solo comprobar el producto final. Esto también requirió por parte de las compañías cumplir con otros procedimientos documentados, reconociendo la tendencia a gestionar la calidad mediante el control más que por el aseguramiento. ISO 9001:2000 situó la gestión de la calidad y de los procesos clave, cambiando las anteriores versiones radicalmente. Su objetivo era comprender primero los requerimientos del cliente antes de diseñar los procesos que les ayudarían a cumplir con estos. La norma también consideraba como mejorar de manera continua los procesos y el seguimiento de la satisfacción del cliente. Donde las versiones anteriores se centraron en el control de la calidad, ISO 9001:2000 se construyó sobre la gestión de la calidad. ISO 9001:2008 sólo hizo una especificación de los requisitos existentes de ISO 9001:2000 con mayor claridad. También incorporó algunos cambios para hacerla más consistente con ISO 14001:2004, la norma del sistema de gestión ambiental. Más tarde, en 2009, ISO 9004 (la cuál acompañó a ISO 9001:2000 por primera vez) fue revisada para promover un enfoque de negocio sostenible. Esta versión se centró en las partes interesadas y no solo en los clientes y en las condiciones sociales (Bsigroup.es, 2025).

- Versión 2015

Sin lugar a dudas el principal cambio de la versión 2015 es la estructura de Alto nivel, esta consiste en 10 capítulos; esta medida se tomó en todas las normas certificables con el objetivo de hacer más simples los llamados Sistemas de Gestión Integrados. Una de las normas que más llamó la atención de un cambio radical fue la ISO 14001 de Medio Ambiente que particularmente paso de tener 4 capítulos a 10.

Por otro lado, se fortalece el diagnóstico organizacional, agregando requisitos enfocados a analizar cuestiones internas y externas de las organizaciones y sobre todo los requisitos de las partes interesadas, este último concepto ampliado por la ISO 9001:2015, anteriormente solo se consideraban los requisitos del cliente.

También uno de los cambios más significativos fue la gestión de riesgos, “ISO 9001:2015 modifica la estructura de alto nivel del estándar para incorporar conceptos como gestión de



riesgos como una vía de establecer medidas preventivas ante la incertidumbre calculada y así lograr un nivel mayor de confianza para lograr los objetivos de la organización (Cruz, 2016).

Por último, es importante mencionar que se le da más énfasis al Ciclo PHVA separando el capítulo 9 y 10, titulándolos “Evaluación del desempeño y Mejora”, que hacen referencia a las etapas de Verificar y Actuar del Ciclo antes mencionado.

Todos estos cambios obedecieron a las necesidades de las organizaciones tomando en cuenta que “La Gestión de Calidad es un elemento que necesita renovarse permanentemente. Las empresas deben estar actualizadas en esta materia para alcanzar los mejores grados de satisfacción entre sus clientes y consumidores” (ESG Innovagroup, 2025).

A manera de resumen se puede observar en la siguiente imagen la evolución de la norma ISO 9001 a lo largo de sus versiones, esta imagen es presentada por Rodríguez en su libro historia de la norma ISO 9001.



Figura 1.- Evolución de la norma ISO 9001, Sistemas de gestión  
Fuente: Rodríguez, 2016

Para finalizar nuestro artículo presentamos los temas centrales que sabemos que abordará la norma ISO 9001:2026 de acuerdo a las necesidades mundiales globalizadas.

- **Digitalización**

El internet es una herramienta que se ha incorporado en el día a día de familias y profesionistas, ya que facilita la realización de procesos que de otro modo resultarían tediosos. Esto se traduce en un incremento de la productividad y en el ahorro de tiempo para resolver diversas tareas. En este tenor, es posible hablar de mejoras continuas, automatización de procesos, almacenamiento en la nube y uso de la inteligencia artificial, beneficios estrechamente vinculados con la digitalización (Tobías et al., 2024). Porporato et al. (2023) señalan que la digitalización apenas

ha comenzado a ocupar un lugar en el debate académico, y los estudios disponibles son en su mayoría de carácter conceptual.

Un mundo digitalizado comprende fenómenos como el internet de las cosas (IoT), la automatización industrial, las ciudades inteligentes (*urbótica*), la inteligencia artificial (IA), el comercio electrónico y los pagos digitales, las energías renovables y la eficiencia energética, así como la ciberseguridad (Tobías et al., 2024). Ante este panorama, las organizaciones deben plantearse cómo integrarse de manera efectiva en estos escenarios.

Un proyecto desarrollado por Naranjo-Armijo y Almeida-Blacio (2024), en el que se analizaron más de 2,000 estudios sobre digitalización y sostenibilidad en países como Alemania, China, Italia, Reino Unido, Estados Unidos, India, España, Rusia, Portugal y Australia, evidenció que, si bien la transformación digital proporciona herramientas valiosas para optimizar el uso de recursos y fomentar la transparencia en los procesos, también enfrenta limitaciones relacionadas con los altos costos de implementación, la resistencia organizacional al cambio y la falta de competencias tecnológicas, entre otros factores.

En efecto, al analizar los costos de inversión asociados a la infraestructura tecnológica, las organizaciones se enfrentan a gastos significativos derivados de la adquisición y actualización de software y hardware, lo que representa un desafío considerable, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (Masood y Sonntag, 2020). Este aspecto se convierte en un factor determinante al momento de decidir invertir —o no— en nuevas tecnologías, particularmente en el caso de las PYMEs que operan con presupuestos limitados (Jonhk et al., 2022; Galarza-Sánchez, 2023). No obstante, al no apostar por la digitalización, estas empresas se exponen a la obsolescencia acelerada de sus equipos, lo que repercute negativamente en la rentabilidad de los proyectos informáticos a corto plazo.

La actualización tecnológica también plantea el desafío de atraer y retener personal especializado en un mercado laboral caracterizado por la escasez de habilidades técnicas necesarias para gestionar la transformación digital (Cedefop, 2021). La falta de profesionales capacitados limita la puesta en marcha de planes de seguridad y ejecución, obstaculizando la implementación y sostenibilidad de los proyectos, además de incrementar el riesgo derivado de la dependencia excesiva en personal clave.

En cuanto al recurso humano, muchas organizaciones deben capacitar a parte de su plantilla para llevar adelante los proyectos digitales, lo que genera un reto adicional: la resistencia al



cambio. Este fenómeno suele originarse en el temor a lo desconocido, en la percepción de que las nuevas tecnologías transformarán radicalmente los procesos establecidos y en la preocupación por la posible reducción de puestos de trabajo (Hubbart, 2023; Galarza-Sánchez, 2023). La resistencia al cambio también se ve influida por la brecha generacional: mientras que los colaboradores de mayor edad pueden percibir la adopción de tecnologías digitales como una amenaza, las generaciones más jóvenes tienden a integrarlas con mayor facilidad. De hecho, más del 50% de las empresas en América Latina han identificado la falta de habilidades digitales como una barrera crítica para la transformación digital, limitando su capacidad de implementar nuevas tecnologías (Galarza-Sánchez, 2023).

Existen organizaciones que ya han iniciado procesos de digitalización; sin embargo, suelen enfrentarse a problemas derivados de la migración de sistemas heredados. Por un lado, surgen dificultades para integrar las nuevas tecnologías con los sistemas informáticos existentes, lo que afecta tanto la implementación como la eficiencia de los procesos organizacionales (Ouni et al., 2023). Por otro lado, deben abordar la depuración, transformación y adaptación de los datos previamente acumulados, tarea que conlleva el riesgo de pérdida de información y que puede comprometer el cumplimiento de los objetivos institucionales.

En relación con los datos, surge también el desafío de la ciberseguridad y la protección de información sensible. El proceso de transición hacia la digitalización expone a las organizaciones a diversos riesgos cibernéticos, lo que obliga a garantizar el cumplimiento de las normativas de protección de datos y a establecer protocolos claros para la gestión de información crítica (Bala, 2022). En este contexto, Cando-Segovia y Medina (2021) señalan que las pequeñas y medianas empresas de Latinoamérica aún carecen de personal especializado o se encuentran en etapas iniciales de conformación de departamentos de ciberseguridad, situación que las mantiene en un estado de vulnerabilidad frente a posibles ataques.

- **Sostenibilidad**

El mundo atraviesa actualmente una crisis ecológica caracterizada por el uso excesivo de los recursos naturales, la degradación ambiental y el cambio climático. Estos fenómenos se originan, en gran medida, por prácticas empresariales orientadas principalmente a la producción económica y a la maximización de beneficios a corto plazo (Carbal, Luna y Caraballo, 2024).



La sostenibilidad se fundamenta en tres dimensiones estrechamente vinculadas: la ambiental, la social y la económica. La primera se orienta a la preservación de los recursos naturales y a la disminución de los efectos adversos sobre los ecosistemas. La dimensión social contempla elementos como la equidad, la justicia y el bienestar comunitario. Por su parte, la dimensión económica está relacionada con la estabilidad financiera y la creación de valor sostenible a largo plazo (Enel, 2023).

En este contexto, la sostenibilidad se presenta como un nuevo paradigma de desarrollo y gestión organizacional, centrado en la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Por ello, resulta indispensable que las organizaciones implementen prácticas sociales y ambientales que fomenten un desarrollo equilibrado y reduzcan el impacto negativo de sus operaciones, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de la normatividad aplicable (Carbal, Luna y Caraballo, 2024).

La sostenibilidad empresarial se ha consolidado como una prioridad para las organizaciones contemporáneas, impulsada tanto por la creciente presión regulatoria en materia ambiental, social y de gobernanza, como por el cambio en las expectativas de los consumidores y de la sociedad. Este escenario exige que las empresas se mantengan atentas a las nuevas normativas locales, nacionales e internacionales, las cuales, al no siempre coincidir con los intereses corporativos, demandan capacidad de adaptación y un cumplimiento proactivo (Martínez y Gómez, 2022).

Si bien el cumplimiento de las normativas ambientales y sociales constituye una obligación en numerosos sectores, cada vez más organizaciones adoptan un enfoque proactivo que trasciende los requisitos mínimos legales. Este modelo de sostenibilidad integral no solo promueve un desarrollo económico equilibrado con responsabilidad social y ambiental, sino que también genera beneficios a largo plazo para las empresas (Fernández et al., 2021). En este sentido, resulta esencial incorporar criterios de sostenibilidad en todas las etapas de los procesos productivos y de servicios, orientados a reducir la huella ecológica, fomentar la eficiencia energética, impulsar la economía circular y garantizar un uso responsable de los recursos naturales.



Cubero (2021) advierte que muchas empresas, en lugar de llevar a cabo cambios profundos y sostenibles en sus prácticas para disminuir su impacto ambiental, recurren a medidas superficiales o declaraciones que solo buscan captar la atención del consumidor sin un compromiso auténtico. Esta conducta refleja una “eco-ilusión corporativa”, en la que la responsabilidad social queda en entredicho. En este sentido, no basta con proclamar la adhesión a la sostenibilidad; es indispensable respaldarla con acciones concretas, verificables y coherentes, evitando prácticas engañosas y garantizando que las estrategias ambientales y sociales estén realmente integradas en la gestión organizacional.

Derivado de lo anterior, es relevante considerar lo que señala Palacín:

“Los consumidores y activistas ambientales pueden actuar como vigilantes críticos, estando alertas ante cualquier intento de las empresas de presentar un compromiso ambiental falso o exagerado. Cuando las compañías intentan adornar su reputación mediante el uso de políticas ambientales sin hacer cambios sustanciales, pueden enfrentar una reacción contundente. La falta de autenticidad en sus promesas medioambientales puede desencadenar una oleada de críticas y un desprestigio significativo, dado que los consumidores se sienten traicionados por la deshonestidad y la falta de compromiso real” (2025, p 57).

Así, la práctica de aparentar sostenibilidad —conocida como **greenwashing**— no constituye únicamente un problema de mercadotecnia, sino que refleja una crisis de autenticidad y responsabilidad en el mundo empresarial. Por ello, se requiere un mayor apego al respeto y a la conexión con la naturaleza (Palacín, 2025).

- **Resiliencia**

De acuerdo con la norma BS 650000, la resiliencia se conceptualiza como “la capacidad de una organización para anticipar, prepararse, responder y adaptarse al cambio exponencial y a las interrupciones repentinas para sobrevivir y prosperar” (2025, p. 1). En consecuencia, es comprensible asumir que algunas organizaciones poseen características particulares que les permiten ser más resilientes que otras, lo cual influye en su capacidad para superar adversidades o alcanzar el éxito con mayor rapidez y eficacia. En este sentido, la resiliencia se vuelve indispensable tanto para las empresas como para las personas, ya que, en el ámbito laboral, resulta esencial contar con la habilidad de sobreponerse a cualquier dificultad que pueda surgir,



garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de los estándares de calidad y eficiencia establecidos (Cruz et al., 2021).

El mundo empresarial se desenvuelve en un entorno competitivo y cambiante, capaz de afectar tanto la eficiencia como la supervivencia de las organizaciones. Ante este escenario, resulta indispensable que cada empresa cuente con una estrategia claramente definida, que oriente a todos los actores hacia el cumplimiento de la visión y misión institucional. La estrategia, entendida de diversas formas por distintos académicos, se convierte en una herramienta clave para enfrentar los retos del entorno. En este marco, la implementación de proyectos —especialmente aquellos de carácter innovador— conlleva riesgos que deben ser anticipados (Villa et al., 2024). La ausencia de un plan de gestión de crisis puede generar impactos significativos en la organización, por lo que disponer de protocolos de respuesta y recuperación resulta esencial para garantizar la continuidad operativa y la sostenibilidad en el tiempo.

Para fortalecer la resiliencia organizacional, es fundamental contar con herramientas que permitan construir una organización de aprendizaje, como repositorios de conocimiento, sistemas de gestión del conocimiento y plataformas de colaboración en línea (Rodríguez, 2021). Estos recursos, junto con mecanismos efectivos, facilitan la adquisición y aplicación estratégica del conocimiento, lo que contribuye a mejorar el desempeño y la competitividad. Paralelamente, fomentar una cultura de aprendizaje continuo favorece la implementación de soluciones frente a situaciones inesperadas, reduce la dependencia de personas clave y fortalece la adaptabilidad del equipo humano. En este sentido, el diseño de programas de capacitación permanentes no solo desarrolla competencias esenciales, sino que también potencia la resiliencia organizacional, permitiendo a la empresa mantener su eficiencia y capacidad de respuesta en contextos de cambio constante (Bravo-Bravo, 2024).

Las alianzas estratégicas han sido históricamente instrumentos clave para el desarrollo empresarial y, en las últimas décadas, las crecientes demandas sociales han impulsado la necesidad de establecer acuerdos de cooperación que generen valor no solo para los socios involucrados, sino también para diversos actores de la comunidad (Talavera y Sanchis, 2021). En este contexto, la creación de redes de colaboración entre proveedores, clientes, instituciones académicas y gobiernos resulta esencial para minimizar riesgos de interrupciones en la cadena de valor, duplicación de esfuerzos y descoordinación. Estas alianzas permiten compartir recursos, conocimientos y objetivos comunes, fortaleciendo la resiliencia organizacional en sus





dimensiones ambiental, social y económica, al tiempo que potencian impactos positivos más amplios en el entorno.

- **Ética**

Desde la perspectiva gerencial, la ética es fundamental, ya que facilita el desarrollo moral dentro de los procesos productivos y en las relaciones interpersonales de la organización. Además, contribuye a fortalecer una cultura basada en el respeto, la tolerancia y la cooperación, promoviendo la implementación efectiva de estrategias que requieren la colaboración de los individuos (Escobedo, 2022).

Ahora bien, las organizaciones operan con información de sus consumidores y/o usuarios, por lo que esos datos deben ser utilizados de manera adecuada. Aquí surge un primer reto: la gobernanza de los datos, que se ha ido consolidando como una condición en la que cada entidad convierte la información en un activo con valor propio, transformándola en un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos (Garnier, 2023).

El manejo ético de la información —desde su recolección hasta su uso y almacenamiento— resulta esencial para construir organizaciones confiables. Para ello, deben establecerse políticas claras sobre privacidad, consentimiento, acceso y uso de datos, alineadas con la legislación vigente y con las buenas prácticas internacionales. Sin embargo, de acuerdo con Atlassian (2022), la implementación de la gobernanza de datos puede representar un desafío interno, ya que existen organizaciones que carecen de una cultura organizacional orientada al cambio. En estos casos, la transición puede no ser colaborativa y llegar a convertirse en un proceso impuesto.

De manera similar a la gobernanza de datos, otro reto relevante es la incorporación de la inteligencia artificial (IA) y la robótica. Las organizaciones están compuestas por personas, mientras que la tecnología funge como un instrumento que transforma y facilita diversas tareas. En consecuencia, las estructuras organizacionales se vuelven más complejas, generando nuevas competencias en favor de sus propios objetivos (Pérez de Paz y Lodoño-Cardozo, 2021).

Asimismo, la IA comienza a integrarse en procesos y sistemas inteligentes de las organizaciones, lo que implica la aparición de riesgos, dilemas éticos y cuestionamientos sobre las buenas prácticas. Según Luz y Malbernat (2021, p. 157), “el uso responsable de la IA va más allá de evitar prácticas ilegales mediante su aplicación; se trata de emplearla de manera que no vulnere



a minorías, que prevenga violaciones a los derechos humanos y que no contribuya al incremento de la desigualdad”, ya sea de forma intencional o no.

Finalmente, las organizaciones pueden entenderse como construcciones sociales artificiales orientadas a la producción y a la obtención de resultados. En este sentido, los integrantes son los primeros en contribuir al equilibrio interno y externo. Por ello, vigilar e incentivar el comportamiento ético en todos los niveles jerárquicos puede favorecer el crecimiento empresarial. La ética, entonces, se mantiene como un componente permanente, ya que su ausencia abre la puerta a problemas como corrupción por incumplimiento de normas, malentendidos, fraudes, actos ilícitos y conductas que afecten la reputación institucional (Moncayo-Ortiz et al., 2022).

- **Flexibilidad**

La aceleración de los procesos en el afán de pertenecer a los entornos competitivos, han generado que la flexibilidad sea una necesidad fundamental en las organizaciones, ya que de esta es posible el actuar y reaccionar los diversos enfoques que se presentan de manera esperada y súbita (Gutiérrez y Tamayo, 2010).

En este rubro resulta fundamental conocer el tamaño y las necesidades de cada tipo de empresa, ya que la operatividad de una organización transnacional difiere sustancialmente de la de un emprendimiento en sus etapas iniciales. Más que concebir estas diferencias como retos, es importante incentivar a cada organización a continuar trabajando en pro de sus objetivos, procurando siempre un equilibrio entre los intereses económicos, personales y sociales, en beneficio del bien común.

La norma ISO 9001 tiene como característica el estar diseñada con un enfoque de flexibilidad, por lo que permite que sus principios y requisitos se adapten a las características de cada organización, la clave de este enfoque que se presenta deriva en la conformación de los procesos y controles con los que operan las organizaciones (ISO, 2015).

Este principio se seguirá manteniendo con especial atención, ya que en cualquier nivel en que se encuentren las organizaciones es posible lograr el funcionamiento de los estándares de excelencia, atrayendo de esta manera beneficios que impactan en la reducción de errores permitiendo una mejora sustancial en la eficiencia operativa; la gestión de los procesos bien definidos permite una gestión de riesgos pertinente al tamaño de las organizaciones (ISO, 2015).



Por lo que si este principio se acota a las pequeñas y medianas empresas su implementación es rentable y accesible, y los beneficios esperados serán fácilmente medidos en la mejora de la satisfacción de los clientes, en la estandarización de los procesos permitiendo un escenario de claridad a cualquier nivel de la organización; lo anterior permitirá a las organización lograr una operatividad reducida en gastos y un incremento en su competitividad con respecto a su competencia directa (Navarro y Pérez, 2025).

Por último, la norma requiere que las organizaciones la implementen pensando en procesos flexibles, que permitan un estilo de gestión enfocado a la innovación efectiva, donde la pronta y cuidadosa detección de oportunidades, su ejecución y la propuesta de soluciones sea a la medida de cada una para llegar a estándares reales (Fuster, s.f.).

### 5. Conclusiones

Las organizaciones contemporáneas enfrentan un entorno caracterizado por la incertidumbre, la transformación tecnológica, la crisis ecológica y las crecientes demandas sociales. En este escenario, la ética gerencial, la resiliencia organizacional, la sostenibilidad, la digitalización y la flexibilidad se configuran como pilares esenciales para asegurar tanto la continuidad operativa como la legitimidad institucional. La ética permite cimentar relaciones basadas en la confianza, la cooperación y el respeto, previniendo prácticas nocivas que afectan la reputación y la sostenibilidad de la empresa. Asimismo, la resiliencia otorga a las organizaciones la capacidad de adaptarse y prosperar frente a crisis, fortalecida mediante estrategias claras, programas de capacitación, cultura de aprendizaje y alianzas estratégicas que integran distintos actores en favor de objetivos comunes. Por su parte, la sostenibilidad exige superar visiones reduccionistas centradas únicamente en la rentabilidad, orientándose hacia un equilibrio entre las dimensiones económica, social y ambiental. Este compromiso debe ser auténtico, evitando caer en prácticas de *greenwashing*, las cuales minan la confianza de los consumidores y ponen en riesgo la legitimidad organizacional. En cuanto a la digitalización, si bien representa una oportunidad invaluable para mejorar la eficiencia, optimizar recursos y ampliar la competitividad, también plantea desafíos relacionados con los costos, la resistencia cultural, la brecha generacional y los riesgos asociados a la ciberseguridad. Para afrontarlos, se requiere no solo inversión tecnológica, sino también un cambio cultural profundo que integre lo digital como parte de la estrategia organizacional. Finalmente, la flexibilidad se convierte en un elemento transversal que permite a las empresas responder de manera ágil a los cambios del entorno y a las exigencias de distintos



actores sociales y económicos y debe ser gestionada conforme a las necesidades de cada organismo.

En este sentido, la **norma ISO 9001:2026** cobra relevancia, al proponer un marco que fomenta la mejora continua, la adaptación estratégica y la gestión basada en procesos con enfoque de riesgos, garantizando así la capacidad de las organizaciones para mantener estándares de calidad en un entorno dinámico y complejo.

### 6. Referencias

- Bala, R. (2022). Challenges and Ethical Issues in Data Privacy. International Journal of Information Retrieval Research, 12(2). <https://doi.org/10.4018/ijirr.299938>
- BSIGROUP.ES (2025). La historia y el futuro de ISO 9001. Documento técnico. <https://www.bsigroup.com/LocalFiles/es-ES/Documentos%20tecnicos/spanish-ISO9001-revision-PRINTv2.pdf>
- Bravo-Bravo, I. F. (2024) Cultura de aprendizaje organizacional y su relación con la adaptabilidad empresarial. Revista científica, Zambos. Vol. 3-Núm. 1/ Enero–Abril2024. <https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec/index.php/home/article/view/9>
- Cando-Segovia, M. R., y Medina, R. P. (2021) Prevención en ciberseguridad enfocada a los procesos de ingraestructura tecnológica. Dialnet 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, ISSN-e 2254-6529, Vol. 10, Nº. 1, 2021, págs. 17-41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7888164>
- Carbal, A, Luna, J, y Carballo, A., (2024) Teoría organizacional y sostenibilidad empresarial. Revista de ciencias sociales. ISSN-e 1315-9518, Vol. 30, Nº. Extra 10 (Especial), 2024, págs. 531-550. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9770743>
- Cedefop. (2021). Digital skills: Challenges and opportunities. CEDEFOP. <https://www.cedefop.europa.eu/en/data-insights/digital-skills-challenges-andopportunities>
- Cruz - Álvarez J. G. (2016). ISO 9001:2015 valor estratégico y retos para su implementación. Red Internacional de Investigación y Competitividad, Memoria del X Congreso. ISBN 978-607-96203-0-5
- Cruz, J. M., Ávila, M., Bringa, J. L., Tejada, G C., (2021) Programación NeuroLinguistica y Resiliencia Organizacional. Revista Venezolana de Gerencia: RVG, ISSN-e 2477-9423, ISSN 1315-9984, Vol. 26, Nº. 93, 2021, págs. 384-396. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890393>
- Enel. (2023). Los 3 pilares de la sostenibilidad: medioambiental, social y económico. Obtenido de <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2023/06/tres-pilares-sostenibilidad>
- Escobedo, R. P. (2022). Ética organizacional: desafíos ante el contexto global [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31837>



- Fuster, L. Integración de ISO 9001 e ISO 56001: Potenciando la Innovación a través de Sistemas de Gestión de Calidad.
- ESGInnovagroup (2025). Principales cambios en la norma ISO 9001:2015. <https://www.isotools.us/2015/11/27/cuales-son-los-principales-cambios-de-la-norma-iso-9001>
- Galarza-Sánchez, P. C. (2023). Adopción de Tecnologías de la Información en las PYMEs Ecuatorianas: Factores y Desafíos. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 21-40. <https://doi.org/10.69484/rcz/v2/n1/36>
- Hubbart, J. A. (2023). Organizational Change: the Challenge of Change Aversion. *Administrative Sciences*, 13(7), 162–162. mdpi. <https://doi.org/10.3390/admsci13070162>
- Jöhnk, J., Ollig, P., Rövekamp, P., & Oesterle, S. (2022). Managing the complexity of digital transformation—How multiple concurrent initiatives foster hybrid ambidexterity. *Electronic Markets*, 32. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00510-2>
- Martínez, D., & Gómez, S. (2022). Cambio en la percepción social de la sostenibilidad empresarial. *Compromiso Empresarial*, 12(2), 67-83.
- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121(121), 103261. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103261>
- Naranjo-Armijo, F. G., & Almeida-Blacio, J. H. (2024). Transformación Digital y Sostenibilidad: Un Nuevo Paradigma en la Administración de Empresas. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E3), 365–391.
- Ouni, A., Islem Saidani, Alomar, E., & Mohamed Wiem Mkaouer. (2023). An Empirical Study on Continuous Integration Trends, Topics and Challenges in Stack Overflow. <https://doi.org/10.1145/3593434.3593485>
- Palacin, G. A. (2025) Eco-ilusión corporativa: el greenwashing como desafío de la criminología corporativa. *Revista Latinoamericana De Sociología Jurídica*, 10, 52-68. <https://ojs.usi.edu.ar/rlsj/article/view/120>
- Rodríguez, L. (2021). Herramientas para crear una organización de aprendizaje. *PrevenControl*. <https://prevencontrol.com/prevenblog/herramientas-para-crear-una-organizacion-de-aprendizaje/>
- Talavera, C. y Sanchis, J. R. (2021). Ética y Responsabilidad Social en las alianzas estratégicas. El caso de las alianzas entre entidades lucrativas y no lucrativas. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*. 1-19. <https://docta.ucm.es/entities/publication/503ec070-39d3-4586-b17a-657ae815913b>
- Tobias, M. F. F., De Hoyos, F.F., Villareal, R.A., Vázquez, P. G., Fernández, M. G., & Arreaga, O. G. (2024) Digitalización de procesos en la industria 4.0. *Revista Electrónica de Contaduría, Economía y Administración*. Vol. 13 Núm. 25. Enero Junio 2024. <https://doi.org/10.23913/ricea.v13i25.220>
- Villa A., L. C., Constante A., J.J., Chaluisa C., S. F., y Guerrero V., C. A., (2024) Planificación Estratégica y Estilos de Gestión de Crisis en las Organizaciones Empresariales: una Revisión de la Literatura. Vol. 4 Núm. 1. <https://doi.org/10.55204/trc.v4i1.e334>



- Atlassian (2022), Cómo crear una cultura colaborativa, Extraído en junio 2023 desde: <https://www.atlassian.com/es/work-management/project-collaboration/collaborative-culture>
- Garnier Rovira, J. A. (2023). *PIA01: Gobernanza de datos* (Doctoral dissertation, Universidad Cenfotec).
- Pérez de Paz, M. y Londoño-Cardozo, J. (2021). La implementación de los robots y la inteligencia artificial en las organizaciones: una paradoja para la Responsabilidad Social. En: Londoño-Cardozo, J. y Vásquez, O. I. (Eds. científicos). *La investigación en Administración: tendencias, enfoques y discusiones* (pp.185-219). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Luz Clara, B. B., & Malbernat, L. R. (2021). Riesgos, dilemas éticos y buenas prácticas en inteligencia artificial. In *XXIII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*.
- Moncayo-Ortiz, E. A., Villota-Torres, Y. E., Matabanchoy-Salazar, J. M., & Figueroa-Peña, M. F. (2023). Revisión sistemática sobre la ética de las organizaciones y del rol del psicólogo organizacional: un marco de referencia en países latinoamericanos. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 13(1), 39-52.
- Rodríguez, M. (2016). Historia de la norma ISO 9001. Normas9000.com. Consultado el 21 de julio de [http://www.normas9000.com/Company\\_Blog/historia-iso-9001.aspx](http://www.normas9000.com/Company_Blog/historia-iso-9001.aspx)



# PRIMERA APROXIMACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL EN LOS CAMPUS DE EL TECNOLÓGICO SUPERIOR DE EL MANTE, TAMAULIPAS Y EL DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA

Acuña, Ortega-María Asunción<sup>1</sup>, Hernández, Garza-Mónica Alejandra<sup>2</sup>

1. División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico de San Martín Texmelucan, [asunción.acuna@smartin.tecnm.mx](mailto:asunción.acuna@smartin.tecnm.mx)
2. División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de El Mante, [mahernandez@itsmante.edu.mx](mailto:mahernandez@itsmante.edu.mx)

**Resumen.** El desarrollo económico global exige profesionales que den respuesta a las necesidades empresariales, es así como surge la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial como opción educativa que busca administrar los recursos de las empresas con un enfoque humanístico. El Tecnológico Nacional de México es una casa de estudios con presencia en todo el país, entre los cuales están el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan y el Instituto Tecnológico Superior de El Mante, mismos que ofertan diferentes carreras profesionales, entre ellas Ingeniería en Gestión Empresarial. Mediante un estudio comparado, que contrastó la contextualización del municipio, las características de las instituciones educativas y en análisis de egresados, específicamente del programa de Gestión Empresarial; a través de una investigación cualitativa – documental; encontrando, en un primer acercamiento, que la dinámica de la zona de influencia del Tecnológico determina el impacto que tendrá en la elección del área en el que se desempeñará el futuro ingeniero, este trabajo es la base para futuras colaboraciones de investigación.

**Palabras clave:** Carrera profesional, Habilidades, Egresados, Ingeniero en Gestión Empresarial, Profesional.

**Abstract.** Global economic development demands professionals who respond to business needs, thus giving rise to the Business Management Engineering program as an educational option that



seeks to manage business resources with a humanistic approach. The National Institute of Technology of Mexico (Tecnológico Nacional de México) is a national educational institution with a presence at the Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan and the Instituto Tecnológico Superior de El Mante. These institutions offer various professional programs, including Business Management Engineering. Through a comparative study, which contrasted the municipal context, the characteristics of the educational institutions, and an analysis of graduates, specifically from the Business Management program, using qualitative documentary research, we found, in a first approach, that the dynamics of the Technological Institute's area of influence determine the impact it will have on the future engineer's choice of field of study. This work serves as the basis for future research collaborations.

**Keywords:** Bachelor's degree, Hability, Graduate, Business Management Engineer, Professional.

## **1. Introducción**

La actividad empresarial está presente en casi todas las poblaciones del mundo, estudios del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) señalan que en México existen alrededor de siete millones de unidades económicas, mismas que dan cabida a cerca de treinta y siete millones de personas que laboran en ellas, mostrando un crecimiento del 2.7% anual (Amador, 2025). Es por ello por lo que surge la necesidad de contar con un profesional capaz de administrar y gestionar los recursos con los que cuentan las entidades económicas, una de las profesiones que puede albergar este campo de conocimiento es el Ingeniero en Gestión Empresarial.

## **2. Delimitación contextual**

En una primera aproximación se presenta la información sobre lo que es Ingeniería en Gestión Empresarial dentro del Tecnológico Nacional de México, el perfil de egreso y las funciones que puede realizar un egresado de dicha carrera, además se analizaron los siguientes puntos:

- Contextualización de los municipios donde se encuentran los institutos educativos unida de estudio.
- Identificación de las características de los Tecnológicos de San Juan Texmelucan y del Tecnológico de El Mante.
- Análisis de los egresados de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial en ambos tecnológicos.





A partir de esta colaboración, se pueden realizar otros estudios a fin de fortalecer áreas de oportunidad de ambas instituciones educativas. De igual manera se acudió al Programa Institucional Estratégico del Plan Estatal de Puebla. Siendo el enfoque central de estudio la relación colaborativa de la carrera IGE, en ambos Tecnológicos y su impacto en lo cualitativo en ambas comunidades. Aunque los datos emitidos llegan al año 2019, con 1752 estudiantes egresados de manera global.

### 3. Metodología

El presente artículo se presenta como un estudio comparado entre el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan y el Instituto Tecnológico Superior de El Mante, especialmente sobre la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial que es impartida en ambos planteles educativos. De acuerdo con Gómez et al (2021), el estudio comparativo es una metodología que permite estudiar dos o más objetos de estudio para comprobar hipótesis y comprobar similitudes y diferencias entre ellos, sentando las bases de investigación de manera empírica como fundamento de una investigación científica.

Por su parte, Navarro et al (2015) señala que este tipo de estudios permite comparar estructuras a nivel regional o nacional, con el fin de realizar un comparativo descriptivo que muestre características comunes y diferencias.

La presente investigación de tipo documental, ya que citando a Vivero et al (2018) permite realizar un análisis a partir de información recopilada desde fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivistas, buscando siempre que lo que se recabe sea pertinente al objetivo de estudio, además de que sea reciente e importante.

### 4. Desarrollo

El objetivo de esta investigación es determinar si el contexto en el que se encuentra inmerso el tecnológico que imparte la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, contribuye a la elección del área en la que se desempeñará el futuro ingeniero, tomando en cuenta la especialidad con la que ellos egresan, comparando los casos de los Tecnológicos Superiores de San Martín Texmelucan, en el Estado de Puebla, y el de El Mante, en el Estado de Tamaulipas.

La Gestión Empresarial puede definirse, como señala López Gallego (2023), como aquella actividad de administrar los recursos de las organizaciones, sean de índole pública o privada, para alcanzar las metas y generar utilidades tanto para ellas mismas, como para el entorno en el



que se encuentran inmersas, a través de la colaboración de profesionales que sean capaces de responder a las exigencias del mercado, con un pleno dominio de herramientas digitales, habilidades matemáticas, con un enfoque humanístico; es por ello que las instituciones de educación superior tienen un gran reto, el de formular planes de estudio que estén a la altura de formar dichas competencias en los egresados de dicha área de conocimiento.

El Tecnológico Nacional de México es una organización educativa presente en todo el país, a través de 254 instituciones repartidas en las entidades federativas, compuesta por Tecnológicos Federales y Descentralizados, que atiende a más de 600 estudiantes en niveles de licenciatura y posgrado, convirtiéndose en la casa de estudios con mayor presencia en México (TecNM, 2025). Dentro de los programas educativos que ofertan está la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.

El objetivo de la Ingeniería en Gestión Empresarial es la de formar profesionistas que sean capaces de gestionar a las organizaciones e innovar en sus procesos, mediante el diseño, implementación y desarrollo de sistemas estratégicos de negocio, haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en un contexto global, actuando con ética y compromiso social. Buscando que los egresados de dicha carrera cumplan con las diferentes competencias que deben poseer para ejercer su profesión, mediante de la aplicación de habilidades directivas y de ingeniería que van desde el diseño, hasta la gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable (ITSSMT, 2025). Como pueden verse en la tabla de manera desglosada.

**Tabla 1. Perfil de egreso de la Ingeniería en Gestión Empresarial**

<b><i>Perfil de egreso de la Ingeniería en Gestión Empresarial</i></b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable.</li> <li>2. Diseña e innova estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.</li> <li>3. Gestiona eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.</li> <li>4. Aplica métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.</li> </ol>



5. Diseña, y emprende nuevos negocios y proyectos empresariales sustentables en mercados competitivos, para promover el desarrollo.
6. Diseña e implementar estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la competitividad de las organizaciones.
7. Implementa planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
8. Gestiona sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
9. Aplica las normas legales para la creación y desarrollo de las organizaciones.
10. Dirige equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
11. Interpreta la información financiera para detectar oportunidades de mejora e inversión en un mundo global, que propicien la rentabilidad del negocio.
12. Utiliza las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizarlos procesos y la eficaz toma de decisiones.
13. Promueve el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
14. Aplica métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
15. Gestiona la cadena de suministro de las organizaciones con un enfoque orientado a procesos para incrementar la productividad.
16. Analiza las variables económicas para facilitar la toma estratégica de decisiones en la organización.
17. Actúa como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.
18. Aplica métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

*Nota: Tomado del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, (ITSSMT, 2025).*

La Ingeniería en Gestión Empresarial consiste en aplicar los conocimientos de ingeniería y negocios para optimizar procesos, mejorar la productividad y rentabilidad de las empresas, utilizando herramientas analíticas y estratégicas para la toma de decisiones. Sus funciones principales son (INDEED, 2025):



Tabla 2. Funciones de un Ingeniero en Gestión Empresarial

Funciones	<i>Conceptualización</i>
<b>Análisis y Optimización</b>	Identifica áreas de mejora, analiza datos, implementa soluciones y evalúa resultados para optimizar procesos y recursos.
<b>Gestión de Recursos</b>	Gestiona eficientemente los recursos humanos, financieros, tecnológicos y materiales de la empresa.
<b>Desarrollo Estratégico</b>	Participa en la planificación y desarrollo de estrategias empresariales, buscando la innovación y el crecimiento.
<b>Liderazgo y Comunicación</b>	Coordina equipos, lidera proyectos, comunica de manera efectiva y establece relaciones interdepartamentales.
<b>Calidad y Seguridad</b>	Implementa sistemas de gestión de calidad y seguridad, asegurando la eficiencia y el cumplimiento normativo.
<b>Innovación y Mejora Continua</b>	Busca constantemente nuevas oportunidades de innovación y mejora, aplicando metodologías y herramientas de la ingeniería.
<b>Resolución de Problemas:</b>	Identifica y resuelve problemas empresariales utilizando un enfoque analítico y práctico.
<b>Desarrollo de Personal</b>	Participa en la selección, capacitación y desarrollo de personal, fomentando un ambiente de trabajo productivo y motivador.
<b>Consultoría</b>	Ofrece servicios de consultoría a empresas, ayudándolas a mejorar sus procesos y resultados.

Nota. Elaboración propia

Las carreras profesionales que se imparten en el Tecnológico Nacional de México, están formadas por 8 semestres que se imparten de manera presencial en cada instituto y un semestre que deberá cursarse en una organización a manera de residencias profesionales; además cada programa educativo deberá formar una especialidad que deberá atender la aplicación de los



conocimientos adquiridos en su formación profesional, estos deben responder a las demandas del entorno social y productivo a nivel regional o nacional, mismo que deben hacerse de forma periódica para medir su pertinencia (SNEST, 2007). En el caso del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, de acuerdo con la página oficial de este, se oferta la especialidad de Desarrollo de Negocios y Cadena de Suministros, para la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, encaminada a fortalecer la gestión de negocios con un enfoque internacional y los procesos de calidad; mientras que, en el Instituto Tecnológico Superior de El Mante, se oferta la especialidad de Dirección Estratégica y Productividad, que busca dar respuesta a las necesidades que tienen los alumnos cuando emigran a las ciudades de la zona norte del Estado de Tamaulipas.

La presente investigación busca comprobar, mediante un estudio comparado, la contextualización del municipio, las características de las instituciones educativas que participan en este trabajo, el análisis de egresados del programa de Gestión Empresarial en relación con la pertinencia de la especialidad que cada Tecnológico oferta, de manera que puedan retroalimentarse los procesos y encontrar si las materias de especialidad contribuyen a la elección de su campo profesional.

## 5. Resultados y discusión

### San Martín Texmelucan, Puebla

Es una población que se encuentra ubicado en un agradable valle del estado de Puebla y esta custodiado por dos imponentes montañas; Iztaccíhuatl y Popocatepetl, este último es un volcán en estado de actividad desde la década de los noventas. También se encuentra entre tres importantes capitales; Puebla, Tlaxcala y la Ciudad de México; con una población de 155,738 habitantes, siendo 51.9% mujeres y 48.1% hombres, esta caracterizado por ser un municipio con una población relativamente joven, ya que este sector ocupa el 26% del total de habitantes, que va desde los 5 a los 19 años (SMTEXMELUCAN, 2025).



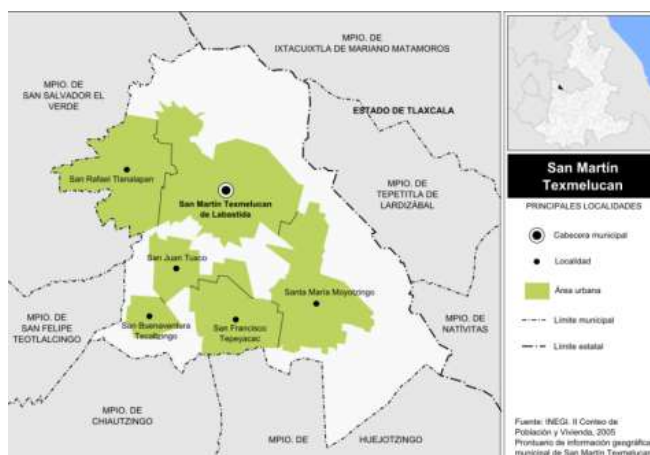
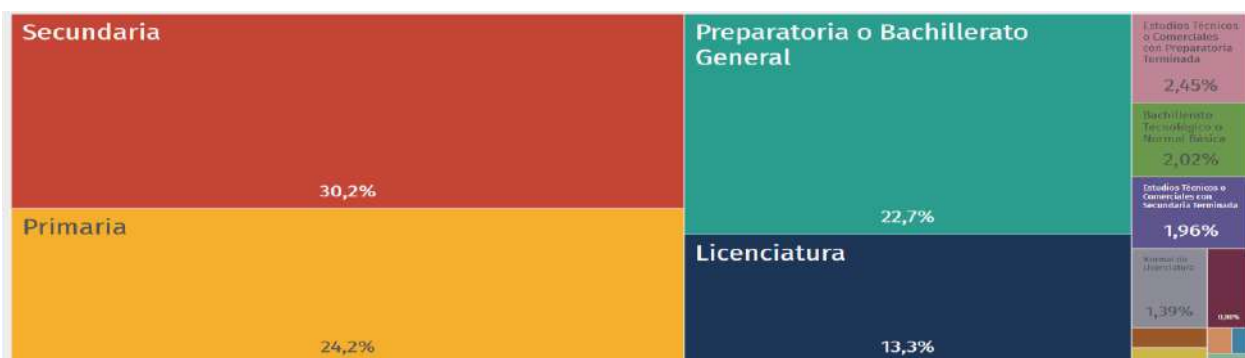


Figura.1.

### Ubicación territorial de San Martín Texmelucan

**Nota:** La imagen 1 muestra la ubicación geográfica del municipio mencionado. Fuente San Martín Texmelucan. Transparencia. (2025)

Al ser un municipio joven en cuanto a población, los niveles educativos que tienen mayor número de incidencia poblacional son básica y media superior: secundaria con un 30.2%, primaria con un 24.2% y preparatoria o bachillerato con un 22.7% (SMTEXMELUCAN, 2025); este indicador es de suma importancia ya que existe evidencia empírica que indica que cada año adicional de escolaridad representa un incremento de 10 % de los salarios de los habitantes de un país. A continuación, se muestra la distribución educativa en el municipio:



**Figura 2.**

**Grados de escolaridad del municipio de San Martín Texmelucan.**

**Nota: La imagen muestra la distribución de la población estudiantil del municipio de San Martín Texmelucan según el grado de estudio proporcionado. Proporcionada por el Gobierno de México (SMTEXMELUCAN, 2025).**



## 100CIATEC

De acuerdo con la información proporcionada por la página de Economía del Gobierno de México (2022), el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan tuvo matriculados en ese año un total de 1,472 estudiantes distribuidos entre sus diferentes carreras que imparte, siendo Ingeniería Industrial la que más alumnos tenía matriculados (474), seguida de Contador Público (339) e Ingeniería en Sistemas Computacionales (176). Y en cuanto a la distribución total de las carreras elegidas, se describe en la siguiente gráfica (SMTEXMELUCAN, 2025):

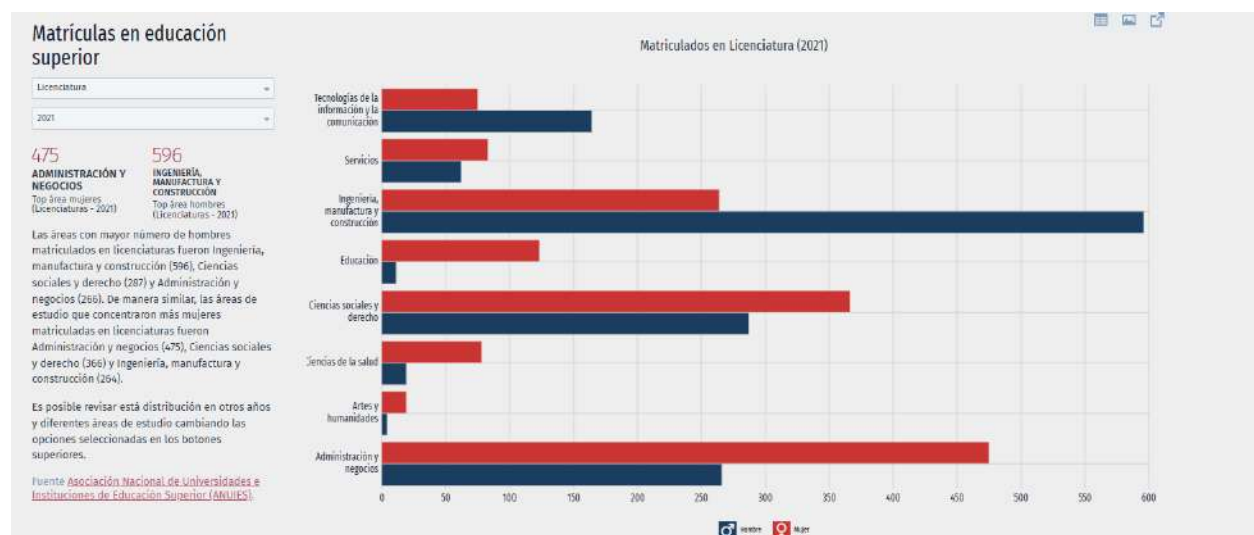


Figura 3.

Matrícula en Educación Superior de San Martín Texmelucan

**Nota:** La imagen muestra la prevalencia de hombres y mujeres en las diferentes carreras profesionales que se ofertan en el municipio de San Martín Texmelucan (SMTEXMELUCAN, 2025).

En cuanto a la situación de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, se considera que es una de las más demandadas por los jóvenes que desean ingresar para continuar sus estudios de nivel superior, si bien no existe datos estadísticos que respalden el nivel de empleabilidad de los egresados, han sido estos los que han detonado la zona circunvecina del municipio, ya que estos pueden desempeñar puestos en el sector empresarial como directores generales, gerentes de áreas administrativas, jefes de departamento o de proyectos, consultores o coach, asesores, etc., entre otros puestos del área administrativa para dar respuestas a las demandas de globalización e innovación tecnológica.



## El Mante, Tamaulipas.

El municipio de El Mante, Tamaulipas está localizado en la zona sur del estado, es uno de los municipios más jóvenes del estado, da nombre a la zona agrícola -principalmente cañera- conformada por los municipios de Antiguo Morelos, Gómez Farías, Nuevo Morelos, Ocampo y Xicoténcatl. Sus principales localidades son: Ciudad Mante, El Abra, El Limón, Los Aztecas, División del Norte, Quintero, Cinco de Mayo, entre otras (Tamaulipas, 2025).

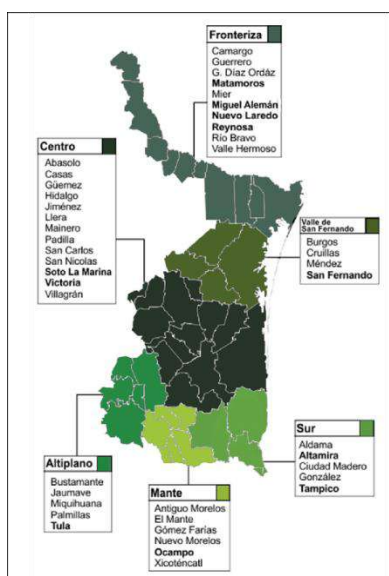


Figura 4.

Mapa de Tamaulipas donde se muestran las regiones del estado.

Nota. El mapa muestra la región de Mante con los municipios que la conforman. Obtenido de Research Gate. En el dominio público.

El Instituto Tecnológico Superior de El Mante es el primer tecnológico descentralizado en el estado y, desde sus inicios, se ha preocupado por brindar educación con excelencia académica, tal como lo señala en su página web, desde la selección de docentes con un perfil acorde a las necesidades de cada programa educativo que ofrecen, hasta el mantenimiento de sus instalaciones. Actualmente se ofertan 5 programas educativos: Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería Química (Instituto Tecnológico Superior de El Mante, 2025).

De acuerdo con Data México, del Gobierno de México (2022), en Ciudad Mante prevalecen con mayor asistencia de alumnos los niveles de Educación Básica, principalmente primaria y secundaria, seguido de Educación Media Superior. En cuanto a nivel licenciatura, que es el



## 100CIATEC

objetivo principal de esta investigación, se localiza únicamente el 17%, aunque en el municipio se oferten un gran número de carreras profesionales que van desde el área de ciencias de la salud, económico - administrativo, e ingenierías.

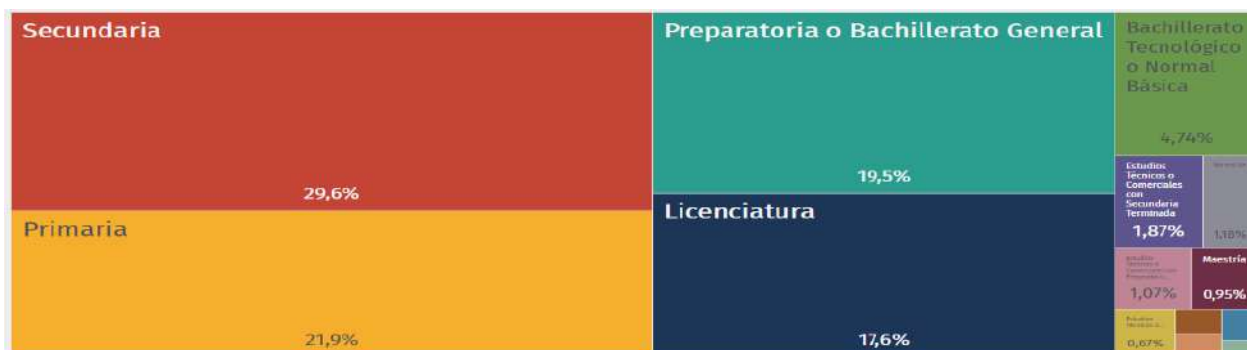


Figura 5.

Grados de escolaridad del municipio de El Mante, Tamaulipas.

Nota: La imagen muestra la distribución de la población estudiantil del municipio según el grado de estudio proporcionado. Proporcionada por el Gobierno de México (El Mante, 2025).

Respecto a la matrícula en educación superior, en El Mante prevalece el área de ciencias de la salud como principal opción para los jóvenes que ingresan a este nivel, siendo mujeres en su mayoría las que eligen estas carreras, seguida de ingenierías que son preferidas por los hombres de este municipio. El análisis de preferencias se muestra en la siguiente figura (El Mante, 2025).

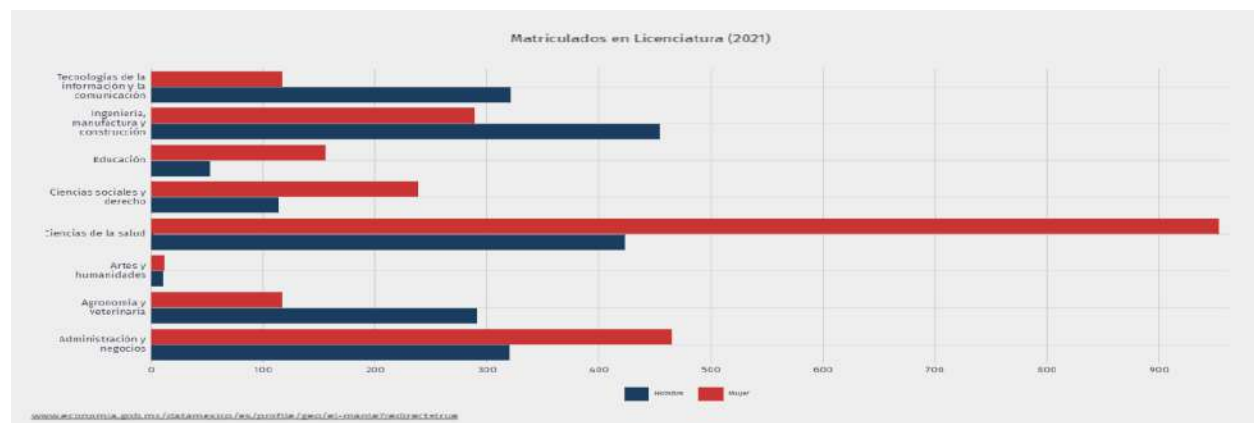


Figura 6.

Matrícula en educación superior en El Mante

Nota: Esta imagen muestra la preferencia en las distintas carreras profesionales que se oferten en El Mante, Tamaulipas.



De acuerdo con una investigación realizada por la Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial en el año de 2023 para la recertificación de la carrera ante CIEES (Comité Interinstitucionales para la Evaluación en Educación Superior) en el Instituto Tecnológico Superior de El Mante, se concluyó que el 60% de los egresados se quedan a laborar en la empresa en la que realizaron sus prácticas profesionales en su último semestre de estudios, además de que se cuenta con una empleabilidad del 97% de los graduados, en áreas como administración, mercadotecnia, producción, finanzas, emprendimiento; ya sea en el sector público o privado, egresados; si bien cierto que gran porcentaje de los egresados emigran a otras ciudades, existen algunos grupos de egresados que han decidido emprender por cuenta propia, por tal motivo se han diseñado materias (dentro de la especialidad) que ayuden a fortalecer todas aquellas áreas en las que los alumnos puedan sobresalir al incorporarse en el mercado laboral (Guía para la Autoevaluación de Programas de Educación Superior, 2023).

### 6. Discusión

En este primer acercamiento que se realiza sobre la situación actual entre los dos Tecnológicos, se puede apreciar de que es necesario hacer un trabajo de investigación hacia adentro de las academias con el fin de fortalecer la información para la toma de decisiones respecto a las condiciones en las que se encuentran los estudiantes y egresados de dicha carrera.

Se pueden tomar como referencia los estudios presentados por García-Hernández et al (2024), que hace una reflexión sobre los niveles de estrés de los estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial, de dos instituciones pertenecientes al Tecnológico Nacional de México (TecNM), el Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo (ITESA) y en el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH), en las que concluye que los principales factores de estrés son la sobrecarga de actividades escolares, evaluaciones y elaboración de proyectos, así como lo que menos causa estrés entre ellos es la falta de preparación de algunos docentes. Este trabajo muestra uno de los aspectos con los cuales se puede abordar una futura investigación entre los institutos pertenecientes al sistema TecNM.

Para mejorar indicadores como el porcentaje de egresados y los niveles de titulación, se pueden hacer estudios como los que se aplicaron en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, que presentan Navarrete-Sánchez et al (2020), en el cual pudieron identificarse entre las causas de no titulación: el dominio de otra lengua, la falta de tiempo y el desconocimiento sobre formas en las que se pueden titular. Esto podría ayudar a ambas instituciones a establecer mecanismos



que ayuden a mejorar las cifras actuales y contribuir a la eficiencia de procesos administrativos. Este dato sería interesante investigar puesto que se analizarían las condiciones en dos regiones del país, la cercanía con la Ciudad de México y sus demandas, así como lo que necesitan los egresados que están cerca de la zona fronteriza norte del país.

### 7. Conclusiones

En este primer acercamiento se presentaron las bases sociodemográficas en las que se encuentran inmersos los Tecnológicos Superiores de San Martín Texmelucan y de El Mante, esto permitirá realizar futuras investigaciones en las que se aborden problemáticas más específicas que fortalezcan la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial en ambas instituciones; para futuras investigaciones pueden realizarse estudios como: impacto de la especialidad con el campo laboral del egresado, factores que inciden en la elección de esta carrera, condiciones socioafectivas de los estudiantes de dicha carrera, perfiles laborales de los docentes que forman parte de la academia, entre otros.

Síntesis analítica en los principales hallazgos cualitativos deriva en el crecimiento del histórico de las tasas de eficiencia terminal global en ambos tecnológicos, representados los datos de manera global, al no existir porcentajes por carrera según el Programa Institucional Estratégico del Plan Estatal.

Contribución y novedad radicada en la colaboración institucional entre los Tecnológicos y su programa de trabajo, para efficientar los indicadores de cada carrera.

Además, este primer acercamiento sienta las bases para no sólo analizar esta carrera, sino el trabajo que pueden realizarse en carreras como Ingeniería Industrial y otras afines a los planes de estudio que en cada una de estas instituciones se ofertan. Buscando líneas de investigación que sumen socialmente a los estudiantes de gestión Empresarial.

### 8. Referencias



- Amado, O. (2025). Unidades económicas alcanzaron los casi 5.5 millones en el último lustro. El Economista. [https://www.eleconomista.com.mx/empresas/unidades-economicas-alcanzaron-5-5-millones-ultimo-lustro-20250124-743465.html#:~:text=Unidades%20econ%C3%B3micas%20alcanzaron%20los%20casi%205.5%20millones%20en%20el%20%C3%BAltimo%20lustro.&text=Al%20cierre%20del%202023%20hab%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico,Instituto%20Nacional%20de%20Geograf%C3%ADa%20y%20Estad%C3%ADstica%20\(Inegi\).](https://www.eleconomista.com.mx/empresas/unidades-economicas-alcanzaron-5-5-millones-ultimo-lustro-20250124-743465.html#:~:text=Unidades%20econ%C3%B3micas%20alcanzaron%20los%20casi%205.5%20millones%20en%20el%20%C3%BAltimo%20lustro.&text=Al%20cierre%20del%202023%20hab%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico,Instituto%20Nacional%20de%20Geograf%C3%ADa%20y%20Estad%C3%ADstica%20(Inegi).)
- Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. (2025)
- <http://www.itssmt.edu.mx/oferta-educativa/gestion.html>
- INDEED (2025) Qué hace un ingeniero en gestión empresarial. <https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/como-encontrar-empleo/que-hace-ingeniero-gestion-empresarial>
- San Martín Texmelucan. (2025) <https://smtexmelucan.jimdofree.com/historia-de-texmelucan/>
- San Martín Texmelucan. Transparencia. (2025) [https://sanmartintexmelucan.gob.mx/transparencia/alternativo%20web/documentos/Dirección%20de%20Armonización%20Contable/DOC/link\\_08072022/PMD%20SMT%202018-2021.pdf](https://sanmartintexmelucan.gob.mx/transparencia/alternativo%20web/documentos/Dirección%20de%20Armonización%20Contable/DOC/link_08072022/PMD%20SMT%202018-2021.pdf)
- San Martín Texmelucan. Gobierno de México (2024) <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-martin-texmelucan#education-and-employment>
- Gómez, C., De León, E. (2021). Método Comparativo. <http://eprints.uanl.mx/9802/1/Estudio%20Comparado.pdf>
- Instituto Tecnológico Superior de El Mante (2025). Historia. <http://www.itsmante.edu.mx/historia/>
- Navarro, M., Navarrete, Z. (2015). Educación Comparada Internacional y Nacional. Sociedad Mexicana de Educación Comparada. Plaza y Valdés Editores.
- Tamaulipas (2025). El Mante. <https://www.tamaulipas.gob.mx/estado/municipios/mante/>
- Vivero, L. y Sánchez, B. I. (2018). La investigación documental: sus características y algunas herramientas. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAED/Facultad de Arquitectura-UNAM. [https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1516/mod\\_resource/content/3/contenido/index.html](https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1516/mod_resource/content/3/contenido/index.html)



- López-Gallego, N. (2023). La gestión empresarial desde la perspectiva gerencial. Industrial y Organizaciones. <https://minas.medellin.unal.edu.co/images/Revista-IO3/Gestion-empresarial.pdf>
- TecNM (2025). Breve Historia de los Institutos Tecnológicos. <https://www.tecnm.mx/?vista=Historia>
- El Mante. (2025). Data México. Recuperado el 16 de mayo de 2025, de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/el-mante?redirect=true>
- Guía para la Autoevaluación de Programas de Educación Superior (2023). Comisión Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior CIEES. Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico Superior de El Mante. P.96
- García-Hernández, Y., García-Rojas, J., y Martínez-García, M. (2024). Estudio comparativo del estrés académico en estudiantes de ingeniería en Gestión Empresarial durante la pandemia covid-19. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28), e593. Epub 26 de junio de 2024. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1756>
- Navarrete Sánchez, M. E., Delgado Celis, M. D., y Rosales Escobar, M. L. (2020). Principales causas que afectan la titulación de los estudiantes de ingeniería en gestión empresarial en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. *Revista Ra Ximhai*, 16(2), 87–114. <https://doi.org/10.35197/rx.16.02.2020.04.mn>
- SNEST (2007). 3. *Políticas de operación*. Tecnm.mx. Recuperado el 4 de septiembre de 2025, de <https://slp.tecnm.mx/wp-content/uploads/2019/03/8-especialidades.pdf>
- Plan municipal de desarrollo de San Martín Texmelucan (2011). [https://sanmartintexmelucan.gob.mx/transparencia/leyes/14\\_informesdisplegales/1%20PMD%20San%20Martin%20Texmelucan.pdf](https://sanmartintexmelucan.gob.mx/transparencia/leyes/14_informesdisplegales/1%20PMD%20San%20Martin%20Texmelucan.pdf)
- Universidad Interdisciplinaria de Emprendedores San Martin Texmelucan. (s/f). Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/institution/universidad-interdisciplinaria-de-emprendedores-san-martin-texmelucan>



# INFLUENCIA DE LA FAMILIA EMPRESARIA EN EL ESPÍRITU EMPRENDEDOR DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO DE LA CARRERA DE CONTADOR PÚBLICO DEL ITSSMT

García, Delgado-Angélica<sup>1</sup>, Quintana, Gaona-Yadira Suguey<sup>2</sup>

1. División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, angelica.garcia@smartin.tecnm.mx
2. División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, suguey.quintana@smartin.tecnm.mx

**Resumen:** El presente documento tiene como objetivo ofrecer una visión clara acerca de la influencia que tienen las familias con negocios y/o empresas, en el espíritu emprendedor del estudiante universitario de la carrera de Contador Público del ITSSMT para determinar la importancia de desarrollar habilidades de emprendimiento durante su formación profesional. Para esto se utilizó una metodología con un alcance cualitativo descriptivo, que se enfoca en describir un fenómeno o experiencia sin buscar explicaciones causales o desarrollar teorías complejas.

Como resultado de esta investigación se identificó que es evidente contemplar el análisis previo de factores macroeconómicos y en definitiva conocer si existe un antecedente familiar que predisponga al estudiante universitario de la carrera de Contador Público para enfocarse en proyectos de emprendimiento que contribuyan con un impacto social y ambiental en su zona de influencia y que genere ideas, productos y/o servicios innovadores, pero sobre todo con elementos base de tecnología que hagan destacar nuevos modelos de negocios competitivos en mercados nacionales e internacionales.

**Palabras Clave:** Emprendedor, Espíritu emprendedor, Estudiante, Familia empresaria, Indicadores económicos, Innovación, Universitario.

**Abstract:** This document aims to provide a clear view of the influence of families with businesses and/or companies on the entrepreneurial spirit of university students in the Public Accounting program at ITSSMT. This study aims to determine the importance of developing entrepreneurial



skills during their professional training. A qualitative descriptive methodology was used, which focuses on describing a phenomenon or experience without seeking causal explanations or developing complex theories.

As a result of this research, it was identified that it is evident to consider the prior analysis of macroeconomic factors and ultimately to know if there is a family history that predisposes the university student of the Public Accounting career to focus on entrepreneurial projects that contribute with a social and environmental impact in their area of influence and that generate innovative ideas, products and/or services, but above all with technology-based elements that make new competitive business models stand out in national and international markets

**Keywords:** Entrepreneur, Entrepreneurial spirit, Student, Business family, Economic indicators, Innovation, University student.

### 1. Introducción

En el contexto del espíritu emprendedor y la realidad social y económica que vive el país, en la que el fenómeno del desempleo es cada vez más preocupante, ya que se observa que se acerca un nuevo orden mundial, pues aquellos indicadores económicos como; el PIB, el índice de desempleo, el crecimiento de la población y sus tendencias a largo plazo; la migración y deportación de mexicanos que trabajaban con una seguridad laboral puesta con alfileres y finalmente, el índice de competitividad estatal, que ofrece una medida nacional entre los estados de la república mexicana, se requiere que los profesionales en formación tengan herramientas en diferentes áreas para enfrentar estas condiciones, donde el conocimiento de emprendimiento es muy importante para este fin, pero para que un emprendedor tenga éxito hoy en día, se necesita más que solo una buena idea. Se requiere una combinación de habilidades, mentalidad y estrategias bien definidas. Un emprendedor exitoso debe ser adaptable, innovador y tener una visión clara de su mercado, además de poseer habilidades de liderazgo, comunicación, gestión financiera y muchas veces esto se logra con una influencia familiar, ya que desde pequeños tienen contacto con los negocios o empresas de los padres.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es ofrecer una visión clara acerca de la influencia que tienen las familias con negocios y/o empresas, en el espíritu emprendedor del estudiante universitario de la carrera de Contador Público del ITSSMT. Para ello, se realizó una



investigación acerca del contexto nacional, así como, delimitando a la población objeto de estudio se llega a un análisis más específico.

En esta dimensión, es importante dejar claro que la respuesta a las siguientes preguntas, son necesarias para poder desarrollar esta investigación; ¿Qué es el espíritu emprendedor?; ¿Qué tan emprendedor es el estudiante, aunque aún está cursando su carrera? Y ¿Qué influencia ha generado en el estudiante su familia con respecto al interés por los negocios?

## **2. Sustento Teórico**

Para Schumpeter (1928) el emprendedor es un innovador, que crea nuevos productos o uno viejo de una nueva manera implanta nuevos métodos de producción o modalidades de organización, que provocan cambio y crecimiento económico.

Por su parte, Kirner, 1992 (citado en Bustamante, 2004) identifica al emprendedor como el elemento empresarial, que está atento al mercado en busca de oportunidades e innovaciones, descubriendo nuevos caminos a seguir y recursos antes inadvertidos. (Bustamante, 2004).

La concepción que mayor influencia ha tenido sobre la teoría de la innovación es la de Joseph Schumpeter, 1928 (citado en Petit, 2007). Para este autor, la innovación es un factor externo vinculado directamente con el proceso de desarrollo económico capitalista, sin embargo, el avance de los estudios en las ciencias sociales y humanas al respecto, ha contribuido para que el fenómeno de la innovación también se analice desde el punto de vista económico, pero desde un ángulo distinto, el socialista, es decir, la innovación como una estrategia para sustentar el crecimiento y el desarrollo de los países desde adentro. (Petit, 2007).

La propuesta de Schumpeter sigue siendo un referente obligado en los estudios sobre empresariado e innovación. No obstante, la innovación orientada al mercado ha tenido tres grandes transformaciones:

1. El productor ya no es el que propone los cambios, su rol tampoco es “educar” al consumidor para que cambie sus patrones de compra. Por el contrario, es el consumidor un actor activo en el proceso innovador. La experiencia del usuario está marcando tendencias en las innovaciones de productos y servicios, mientras que el proveedor de productos y servicios reacciona en concordancia con las señales del mercado.





2. A finales del siglo XX inició una nueva tendencia llamada innovación abierta, que está dando cabida a otro perfil de emprendimiento como se podrá constatar a lo largo de las seis trayectorias que se exponen en este libro.

3. La producción flexible, pero sobre todo la mediación de la producción y el acceso al mercado a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (tic) han trastocado la durabilidad de los ciclos que pudo visualizar Kondratiev en su momento. Castells (1996) y Harvey (1989) sostienen que en la actualidad se experimenta un tiempo atemporal que ha provocado una reconceptualización de los ritmos en los que se producen y reproducen las innovaciones. (Marín de Rivera, 2015)

En la actualidad, el espíritu emprendedor schumpeteriano resurge con personas como Bill Gates y Paul Allen de Microsoft, Michael Dell dueño de Dell Computers, Steve Jobs & Steve Wozniak quienes desarrollaron el emporio de Apple Computers, Elon Musk que ha revolucionado el uso de energías alternativas y vehículos autónomos, Phil Knight y Nike Fred Smith que originaron la idea de logística y paquetería, fundando una empresa reconocida mundialmente llamada Federal Express, también Mark Zuckerberg el promotor de Facebook. Todos ellos representan el potencial innovador de la revolución tecnológica informacional que surge en contextos universitarios en los Estados Unidos. Estos comenzaron siendo emprendedores en un ambiente colaborativo entre estudiantes, donde mayormente radica un interés innovador. Es así como en un lapso muy corto, se han convertido en íconos del impulso creativo de las multitudes, lo que sin lugar a duda ha tenido un impacto global. Estos casos de éxito que perfilan a jóvenes que rompen paradigmas en su forma de vestir, en propuestas de ambientes de trabajo relajados y colaborativos, en haber amasado riqueza en poco tiempo, provocan un efecto imitación en las generaciones que nacieron en la era informacional.

El emprendimiento es importante para la economía mundial. Se estima que las mipymes representan el 90% de las empresas de todo el mundo (99,8% en la Unión Europea y 99,9% en los Estados Unidos). Proporcionan el 70% del empleo total en todo el mundo y son un importante contribuyente al PIB (alrededor del 50% en los países de la OCDE, el 40% en las economías emergentes) (Williamson, 2021).

Las mipymes normalmente son dirigidas por emprendedores, lo que las hace más vulnerables a las crisis, debido a que cuentan con menos recursos que las grandes empresas, es decir, muchas



de ellas son pequeños autoempleos o negocios familiares que no cuentan con una estructura organizacional ni con un plan de negocios.

Saavedra et alii (2021) mencionan que la actividad emprendedora es crucial en las economías de mercado, pues impulsa el crecimiento y desarrollo de las economías. La creación de empresas como primer paso de la actividad empresarial se sustenta en las condiciones favorables que los emprendedores identifican no solo en el ámbito del mercado, sino también en el social. Los emprendedores, desde su experiencia (educación formal y/o a través de los años) pueden tener control sobre ciertos factores que subyacen en las dificultades del emprendimiento, como el acceso al financiamiento, la capacitación del recurso humano, la falta de infraestructura y la falta de integración, entre otros (Papaoikonomou et alii, 2012; Blancas et alii, 2017).

### 3. Metodología

En el desarrollo de la investigación se empleó un alcance cualitativo descriptivo, que se enfoca en describir un fenómeno o experiencia sin buscar explicaciones causales o desarrollar teorías complejas. La investigación cualitativa descriptiva se centra en la recolección y análisis de datos no numéricos, como palabras, imágenes u otras formas de información, para comprender las características de un fenómeno. Es una herramienta valiosa para obtener una comprensión profunda de fenómenos complejos.

En esta investigación primero se realizó el diagnóstico donde se determinó el espíritu emprendedor de los estudiantes a través de los instrumentos aplicados, la entrevista, la observación y el cuestionario, así mismo, estos últimos se utilizaron para estudiar cómo influyen las familias de los estudiantes con negocios, en el espíritu emprendedor, desde luego respetando la integración de otras variables de interés como las económicas y demográficas.

La muestra es no probabilística y seleccionada por juicio, ya que la encuesta se aplica a estudiantes de la carrera de Contador Público de segundos, cuartos y sextos semestres, pero no en su totalidad.

Las variables a estudiar fueron:

- Características del emprendedor
- Influencia familiar

La población objeto de estudio corresponde a los 260 estudiantes matriculados en la carrera de Contador Público del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan.



Para la selección de la muestra se utilizó un método no probabilístico y seleccionada por el método de juicio, técnica de muestreo no probabilístico donde los investigadores seleccionan a los participantes basándose en su propio criterio o juicio, con el objetivo de obtener información relevante para su estudio. En este caso, se seleccionaron a estudiantes de segundos, cuartos y sextos semestres del ITSSMT, con un total de 95 estudiantes.

La entrevista se clasifica en su primer apartado con tres preguntas demográficas, en el segundo apartado con 10 preguntas para medir el espíritu emprendedor y en el tercer apartado con 15 preguntas para analizar la influencia de la familia con negocios y empresas en el espíritu emprendedor de los estudiantes.

Por otro lado, se entrevistaron 20 estudiantes de la misma carrera. Para la entrevista, se aplicó un cuestionario de 12 preguntas abiertas dirigidas a indagar acerca de los años que sus padres tienen con el negocio o la microempresa familiar y si ésta ha trascendido de la generación de los abuelos o bisabuelos, qué cambios ha tenido y cómo han sorteado las adversidades en cuanto al producto, mercado, empleados y administración y finanzas.

Por otro lado, se hizo un análisis con base en las técnicas de observación del acontecer de ese momento con base en el comportamiento y la actitud de los estudiantes universitarios, ya que por experiencia profesional en la docencia es posible detectar estas características en los estudiantes cuando cuentan con un espíritu emprendedor al solicitarles un proyecto integrador o proyectos que de forma rutinaria se presentan en clases de asignaturas con estos tintes.

Para finalizar, también se hizo una investigación documental acerca de las estadísticas económicas más importantes y directamente relacionadas con el tema.

#### 4. Desarrollo

Los resultados de observación e indagación se presentan en dos vertientes, el primero respecto a un análisis documental que tiene que ver con indicadores macroeconómicos que se presentan en la actualidad y que definen el rumbo de los emprendedores y el segundo de forma más específica, acerca de la muestra recopilada en el ITSSMT en la carrera de Contador Público (estudiantes universitarios). Para poder tener un panorama más amplio acerca de las circunstancias de la cultura emprendedora y del mismo emprendedor.



Para dar inicio con el análisis, es posible demostrar que actualmente, en México y en el contexto de esta investigación es importante conocer los indicadores macroeconómicos porque son cruciales ya que ofrecen una visión general del estado de la economía, permitiendo la toma de decisiones informadas a nivel gubernamental, empresarial y personal. Estos indicadores ayudan a entender tendencias, predecir posibles crisis y formular políticas económicas adecuadas y son una pieza clave del análisis fundamental para los inversores. Pero además las condiciones económicas del país requieren de prácticas concretas para confrontar y superar la pobreza y las desigualdades sociales existentes, para ello, es necesario organizar los recursos que posee el país, y dirigir el cúmulo de potencialidades que los actores sociales y sus respectivas comunidades poseen.

El mundo del emprendimiento se encuentra en una etapa de transformación marcada por la innovación, la sostenibilidad y la capacidad de adaptación. De cara a 2025, las oportunidades para los emprendedores se multiplican, especialmente en sectores que combinan tecnología, medioambiente y nuevas formas de consumo.

Por otro lado, Saavedra (2021) menciona que para el caso de México se han analizado múltiples factores que afectan al emprendimiento. Por ejemplo, Varela y Ramírez (2019) sostienen que la inversión privada en investigación y desarrollo (I+D) y el marco institucional resultan relevantes para explicar el emprendimiento. En la misma línea, Osorio et alii (2019) argumentan que factores institucionales, como el acceso y apertura gubernamental, la calidad de los servicios públicos y la percepción de la inseguridad, explican la actividad emprendedora del país. En este sentido, la inseguridad y delincuencia son percibidos como los principales problemas sociales de acuerdo con la población mexicana, superando a problemas socioeconómicos, como el desempleo o la pobreza (Martínez y Morones, 2019). En México se han analizado los efectos del narcotráfico sobre las empresas, en donde los grupos delincuenciales han deteriorado la actividad empresarial hasta el punto de que varios pequeños y medianos negocios tienen la necesidad de cerrar o reabrir en otros lugares más seguros (Muñiz y Ramírez, 2015). Además, resaltando los estudios sobre emprendimiento, en la revisión de las condiciones del marco para apoyar el espíritu emprendedor del Global Entrepreneurship Monitor 2020 (GEM), la mayor parte de las evaluaciones disminuyeron.

Los emprendedores participantes en el mercado deberían estar atentos a las predicciones de los analistas sobre los datos antes de su publicación. Por ello, en esta investigación se muestran los



siguientes indicadores para tener una visión más amplia, para comenzar, se muestran las cifras o estadísticas duras y posteriormente se hace un análisis de cada dato.

En el segundo trimestre de 2025 en México, tiene una inflación del 4.42 %, una tasa de desocupación del 2.7%, una variación anual en el PIB del 0.6% con una población de 126,014,024 registrada por el último CENSO realizado por INEGI en el 2020, de igual importancia, el índice de migración en México se refiere tanto a la inmigración (personas que entran al país) como a la emigración (personas que salen del país). En 2020, México fue el segundo país con mayor número de personas migrantes internacionales, con 11.2 millones. La mayoría de los mexicanos que emigran lo hacen a Estados Unidos y Canadá, en este mismo sentido hay que resaltar que un total de 56,300 connacionales fueron devueltos al país desde que el republicano Donald Trump, presidente de Estados Unidos asumió el poder en enero. (Guillen, 2025, El país). Es por ello, que en el tema de inmigración se ha dado el fenómeno de gentrificación, pues sólo en el primer trimestre de 2025, se registró un aumento en las rentas de hasta 9 por ciento, en comparación con el mismo periodo de un año antes, entre las entidades más golpeadas se encuentran Monterrey, que sufrió un aumento de 9 por ciento; Mérida y Guadalajara que experimentaron un incremento de 7 por ciento; y Ciudad de México y Oaxaca que tuvieron un alza de 6 por ciento, esto significa un gran golpe en los bolsillos de las familias mexicanas. Y al mismo tiempo, esto ha provocado el desplazamiento de los connacionales en situación de la industria inmobiliaria. Algo semejante ocurre en desventaja y desigualdad para los emprendedores de nuestro país a diferencia de aquellos que inversores extranjeros que vienen a instalarse a México con una moneda que a todas luces es más competitiva que el peso mexicano, pues como bien sabemos, en cuanto al índice de competitividad estatal 2025, realizado por IMCO en su publicación “Resultados del Índice de Competitividad Estatal 2025 “La edición 2025 del ICE que analiza el desempeño de las 32 entidades federativas a partir de 53 indicadores agrupados en 6 subíndices que miden la capacidad estructural de cada estado para generar, atraer y retener talento e inversión, Puebla ocupa el lugar 24, lo que quiere decir que se encuentra en una competitividad media baja y si analizamos temas de logística para poder distribuir un producto, el transporte más económico es por tierra que por cuestiones de infraestructura hoy en día, ya podría igualarse a los costos del transporte por aire y si a ello le sumamos la delincuencia que se vive en las principales carreteras, La autopista México – Puebla es una de las más peligrosas a nivel nacional.



Es importante comentar que, si un emprendedor reprimiera su esencia como tal, si trabajara como empleado en alguna empresa formal, estaría obteniendo un ingreso de inicio equivalente al salario mínimo, que en 2025 equivale a \$8,480.17 mensuales en casi todo el país, con excepción de la Zona Libre de la Frontera Norte, en donde el salario mínimo es de \$12,771.35 mensuales, información publicada de los salarios mínimos vigentes a partir del 1 de enero de 2025, con base en la resolución del Consejo de representantes de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI) publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Pasando a temas de negocios, las empresas familiares representan más del 90% de las unidades económicas registradas por el INEGI en el censo económico del 2024. En el escenario global, y de acuerdo con el “Family Business Index EY & University of St. Gallen” 2025, se afirma que las 500 empresas familiares más grandes que conforman dicho índice están creciendo más rápido que la economía mundial.

Estos datos reflejan la importancia de las empresas familiares, tanto en su contribución al producto interno bruto (PIB) como en la generación de empleo, con más de 25 millones generados por estas 500 empresas familiares.

Más allá de los números y los resultados, las familias empresarias que lideran estos grupos empresariales se preparan para la transformación y continuidad multigeneracional principalmente impulsando el espíritu emprendedor en las generaciones nacientes. (Fonseca, 2025)

No todo el emprendimiento que florece está llamado a permanecer en la empresa familiar, lo cual no siempre debe ser interpretado como falta de capacidad o atraktividad de la empresa existente para retener o atraer el talento de las nuevas generaciones.

Desarrollar la capacidad del emprendimiento familiar, al punto de convertirla en una ventaja competitiva, implica conocer, saber hacer y ser un emprendedor o emprendedora. Cada familia tendrá que construir el ecosistema propicio para impulsar el emprendimiento en cada integrante.

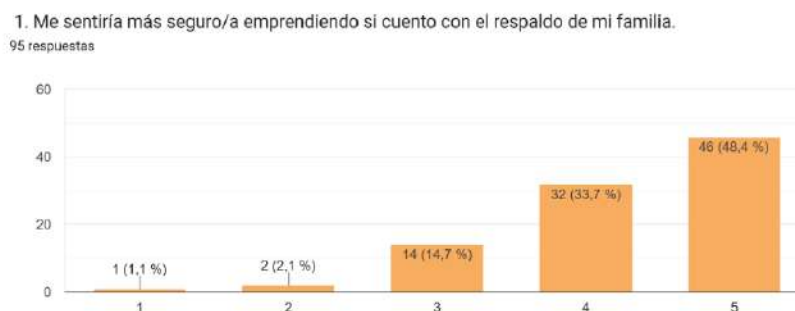
La evidencia obtenida por el instrumento (encuesta) aplicada a la muestra representativa de 92 estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT indica los siguientes resultados para esta investigación.

- La muestra representa un rango de edades entre los 18 y 25 años de edad.
- El 64.9% tiene antecedentes familiares en temas de negocios y empresas formales.



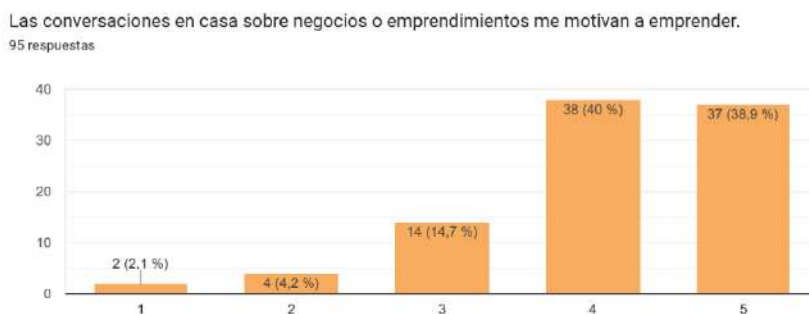
En una escala del 1 al 5, donde 1 es, Totalmente en desacuerdo, y 5 es Totalmente de acuerdo. El 39.8% se consideran creativos y capaces de generar ideas Innovadoras, el 36.6% se consideran capaces de identificar áreas de oportunidades para emprender, el 31.2% se sienten cómodos tomando decisiones en situaciones de incertidumbre, el 31.2% se consideran personas perseverantes, el 23.7% son personas disciplinadas en temas de planeación y organización, el 24.7% contestaron que les gusta liderar proyectos para lograr resultados, el 32.33% acepta tener conocimientos básicos acerca de cómo funciona un negocio, el 45.2% está motivado para iniciar proyectos propios en el futuro y el 37.6% confía en sus habilidades para resolver problemas y enfrentar desafíos.

- Algo semejante ocurre con las preguntas del segundo bloque donde se obtuvieron los siguientes resultados.



**Figura 1. Respaldo familia**

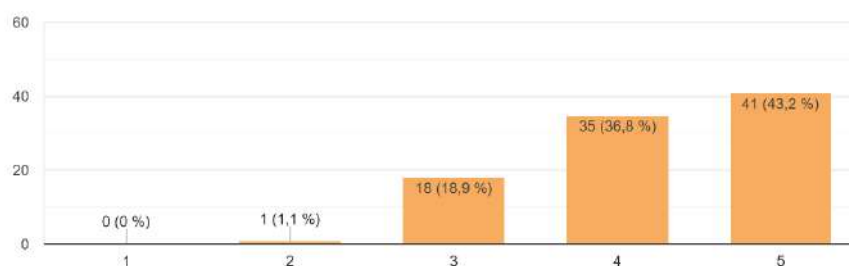
**Nota.** Como se observa en la gráfica, el 46.4% de los estudiantes universitarios cuentan con el respaldo de su familia. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT.



**Figura 2. Conversaciones de negocios en casa**

**Nota.** Como se observa en la gráfica el 38.9% de los estudiantes tienen conversaciones de negocios en casa. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

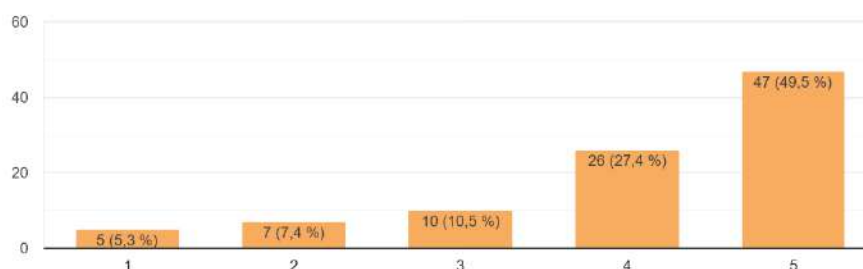
Mi familia apoya la idea de que yo emprenda un negocio propio.  
95 respuestas



**Figura 3. Apoyo familiar en el emprendimiento**

**Nota.** Como se observa en la gráfica el 43.2% cuenta con el apoyo familiar ante un emprendimiento. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

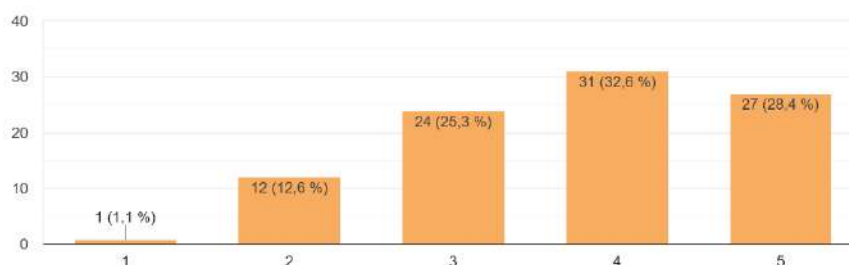
En mi familia existen o han existido negocios locales propios.  
95 respuestas



**Figura 4. Antecedentes de negocios propios en la familia**

**Nota.** En un 49.5% existen antecedentes familiares con negocios. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

He aprendido principios de administración o finanzas gracias a experiencias familiares.  
95 respuestas



**Figura 5. Conocimientos en administración o finanzas empíricos por experiencias familiares**  
**Nota.** En un 28.4% mencionan haber aprendido principios de administración o finanzas de forma empírica por experiencias familiares. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT



Considero que tener un ejemplo cercano de negocio ha influido en mis metas profesionales.

95 respuestas

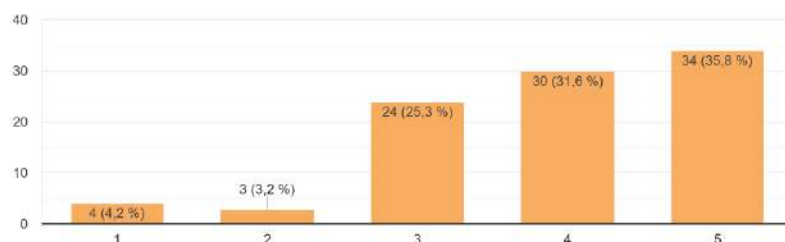


Figura 6. Influencia familiar en los negocios.

Nota. En un 35.8% mencionan que tener el ejemplo de negocio ha influido en las metas profesionales. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

El tener familiares emprendedores ha fortalecido mi interés en los negocios.

95 respuestas

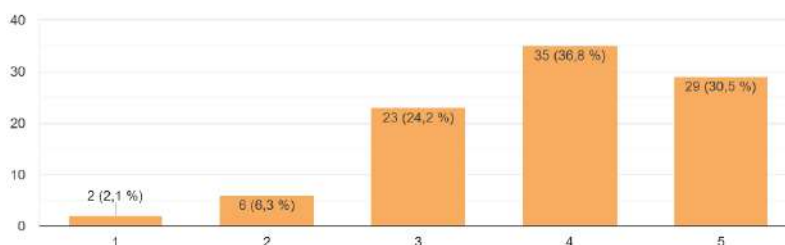


Figura 7. Influencia familiar en el interés por los negocios

Nota. En un 30.5% se piensa que el tener familiares emprendedores ha fortalecido el interés en los negocios. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

Siento que mi carrera en el ITSSMT me ha ayudado a canalizar el impulso emprendedor transmitido en casa.

95 respuestas

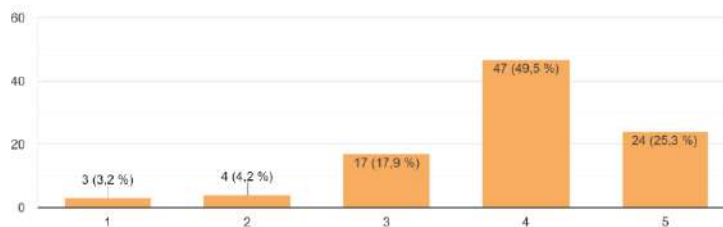
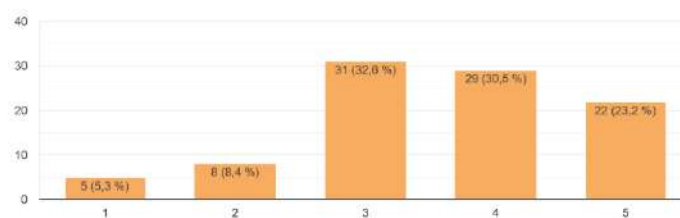


Figura 8. Apoyo de la carrera de Contador Público en el impulso emprendedor.

Nota. En un 25.3% los estudiantes de la carrera de Contador Público piensan que en la carrera de Contador Público se ha impulsado el espíritu emprendedor. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

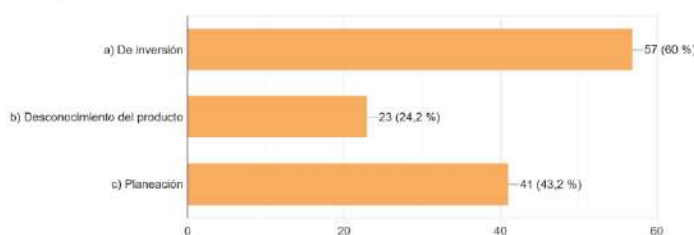
Mis decisiones académicas han sido influenciadas por el entorno emprendedor de mi familia.  
95 respuestas



**Figura 9. Decisiones académicas influenciadas por el entorno emprendedor familia**  
Nota. La gráfica muestra que en un 23.2% las decisiones académicas son influenciadas por el entorno emprendedor de la familia. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

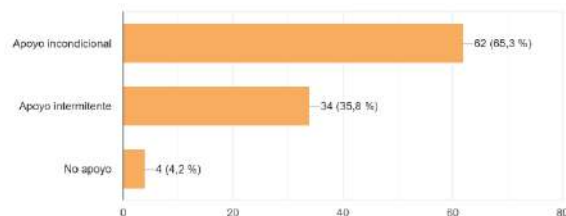
Y finalmente, En el bloque de apoyo al emprendedor nos ofrece los siguientes resultados:

Desde su contexto familiar, ¿qué desafíos considera que enfrentaría al iniciar un negocio propio?  
95 respuestas



**Figura 10. Desafíos al iniciar un negocio propio**  
Nota. La gráfica muestra que los estudiantes consideran que los principales desafíos al iniciar un negocio es el de la inversión con un 60%. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

En caso de emprender un negocio, ¿qué papel anticipa que desempeñaría su familia durante ese proceso?  
95 respuestas



**Figura 11. El rol de la familia ante un emprendimiento.**  
Nota. Los estudiantes consideran que en un 65.3% recibirían apoyo incondicional por parte de sus familias en caso de emprender un negocio. Datos obtenidos de encuesta aplicada a estudiantes de la carrera de Contador Público del ITSSMT

En cuanto a los resultados de la entrevista, se observó que para los estudiantes universitarios con visión emprendedora tienen una gran motivación, así mismo, el uso de internet y plataformas digitales para negocios está en aumento, con un porcentaje significativo de emprendimientos 100% digitales, pero también existe el miedo al fracaso y este sigue siendo una barrera importante, ya que, que impide a muchas personas iniciar sus propios negocios, un porcentaje considerable de nuevos emprendimientos se originan por la necesidad de generar ingresos, especialmente tras eventos como la pandemia; la falta de formación especializada en carreras centradas en los negocios puede afectar negativamente la innovación y la sostenibilidad de los emprendimientos y finalmente, además de la autonomía y la libertad de decisión, el emprendimiento ofrece la oportunidad de generar ingresos adicionales y desarrollar una visión personal del negocio.

### 5. Conclusiones

En conclusión, las empresas familiares (micro, pequeña, mediana o grande), son definitivamente un elemento clave en el que se siembra la semilla del espíritu emprendedor, ya que al tener contacto directo con temáticas empresariales o de negocios; como el producto o servicio, el prestigio, el compromiso con sus colaboradores, clientes y proveedores, o por el compromiso con la comunidad en la que opera se desarrollan habilidades. Por otro lado, los padres, hermanos, tíos o abuelos, que se integran en esta dinámica de negocios abordan en la cotidianidad del desempeño de la empresa, temas que probablemente en una conversación casual o directa con sus hijos estudiantes promueven inconscientemente la experiencia indirecta que los lleve a tomar riesgos sin temor a fallar, en el terreno de los negocios. Y por ello, esto los sitúa en una curva de aprendizaje más avanzada que quienes no han tenido ningún contacto con estos temas. Por ello, los estudiantes universitarios deben ser más observadores del plano nacional e internacional, dicho coloquialmente del terreno que pisan en la actualidad y de cómo los mercados se irán reconfigurando en el corto y mediano plazo y derivado de ello, cambiar la escala de valoración que aún poseen, y empezar a desarrollar la empresarialidad, entendida como la capacidad creativa para aprovechar las oportunidades del entorno y convertirse en empresarios innovadores. Así mismo, es imprescindible que se tomen en serio el desarrollo de las habilidades blandas que desde esta perspectiva son herramientas o características que coadyubaran en el desarrollo de una cultura y un espíritu emprendedor, producto de una serie de procesos formativos, educativos y de capacitación, así como también, el desarrollo de ciertas circunstancias favorables al proceso.



Cultivar el espíritu emprendedor es una cuestión de valor, como familias empresarias se tiene la gran oportunidad de construir legados de múltiples generaciones, gracias a la visión de largo plazo que se desarrolla junto con una competencia en el nivel de dominio de saber ser.

## **6. Referencias**

- Alcalde, I. (2016): "Soft skills: habilidades blandas en las organizaciones", en Blog ideas sobre transformación digital, innovación y visualización de datos. <https://www.ignasialcalde.es/soft-skills-habilidades-blandas-en-las-organizaciones>.
- Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358.
- Bueno, C. (2020), Ser emprendedor en el México del siglo XXI, Universidad Autónoma del Estado de México, 1ra Edición.
- Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347.
- Hernández Sampieri, R. (2020), Metodología de la investigación, 8va edición, Editorial MC. Graw Hill
- Marin de Rivera, Maria (2015), Estrategias para el fomento del espíritu emprendedor de los estudiantes de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago.
- Martínez, G. y Morones, A. L. (2019). «Análisis de los determinantes de la percepción de corrupción como el problema social de México». *Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública*, 12 (25), 163-184.
- Muñoz, C. y Ramírez, J. (2015). «Los empresarios frente al narcotráfico en México. Tratamiento informativo de las reacciones empresariales ante situaciones de violencia e inseguridad». *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 21 (1), 437-456. Disponible en: [https://doi.org/10.5209/rev\\_esmp.2015.v21.n1.49104](https://doi.org/10.5209/rev_esmp.2015.v21.n1.49104)
- Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Moliterni, A. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide case. *Zeitschrift fur Kristallographie - New Crystal Structures*, 213(5), 259–265.
- <https://www.degruyter.com/view/journals/zkri/213/5/article-p259.xml>
- OCDE (2020). «OECD Economic Outlook, Interim Report September 2020». Disponible en: <https://doi.org/10.1787/34ffc900-en>
- Osorio, G., Saavedra, R. y Martínez, G. (2019). «El impacto institucional en El emprendimiento de México». *Revista de Estudios Empresariales*, segunda época, 1, 98-115. Disponible en: <https://doi.org/10.17561/ree.v2019n1.6>
- Oyster, (2020). 6 casos de éxito de emprendedores mexicanos ante el COVID-19. PRO Magazine. Disponible en: <https://www.pronetwork.mx/magazine/6-casos-de-exito-de-emprendedores-mexicanos-anteel-covid-19/>



- Ribeiro, G. (2018): “El precio de la palabra: la hegemonía del capitalismo electrónico-informático y el googleísmo”, Revista Desacatos, 1, 16-33.
- Saavedra, R., Morones, A. y Martínez, G. (2021). «El robo como obstáculo para el emprendimiento en México, 2005-2018». Análisis Económico, 36 (9), 145-163.
- Schumpeter, J. (1971): Historia del análisis económico, México: Fondo de Cultura Económica.
- Varela, R. y Ramírez, R. (2019). «Emprendimiento empresarial, inversión en I+D y marco institucional en México». Análisis Económico, 34 (86), 133-156. Disponible en: <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2019v34n86/Varela>
- Williamson, Amanda, Wiklund, Johan, Ward, M. K., Wach, Dominika, Tran, Mi, Torrès, Olivier, Thomas, Nicola, Sekiguchi, Tomoki, Salusse, Marcus, Sahasranamam, Sreevas, Rosati, Francesco, Qu, Jing, Parker, Sharon, Li, Jun, Leatherbee, Michael, Kovačičová, Zuzana, Khalid, Saddam, Kawakatsu, Satoshi, Iakovleva, Tatiana y Zahid, Mohsin (2021). Entrepreneurship during the Covid-19 Pandemic: A global study of entrepreneurs' challenges, resilience, and well-being.
- Anatomía de una desaparición forzada en México, Guillen, 2025, El país
- <https://elpais.com/mexico/2025-06-22/anatomia-de-una-desaparicion-masiva-en-mexico-mama-cai-en-manos-de-la-mafia.html>
- Family Business Index EY & University of St. Gallen <https://familybusinessindex.com/>
- COMISIÓN NACIONAL DE SALARIOS MÍNIMOS
- <https://www.gob.mx/conasami#7327>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA; <https://www.inegi.org.mx/>



# APOYO A MYPES TURISTICAS EN SAN MARTÍN TEXMELUCAN

Irigoyen, Arroyo-Luis Ernesto <sup>1</sup>, Acuña, Ortega-María Asunción <sup>2</sup>, Hernández, Hernández-María Elena<sup>3</sup>,

1. Departamento de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, luisernesto.irigoyen@smartin.tecnm.mx
2. Departamento de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, asunción.acuna@smartin.tecnm.mx
3. Departamento de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, elena.hernandez@smartin.tecnm.mx

**Resumen:** Atendiendo necesidades de la región, el cuerpo académico que integramos desarrolla un proyecto de investigación, sobre el sector turismo en el municipio de San Martín Texmelucan estado de Puebla, para identificar las áreas clave que requieren ser atendidas en el proceso de mejora ante la competitividad y el deseado desarrollo de las mismas. Se estableció como objetivo identificar las principales necesidades de capacitación en áreas administrativas — específicamente en reclutamiento y selección, motivación, liderazgo e innovación— dentro de las empresas turísticas de la región de San Martín Texmelucan, con el fin de proponer estrategias que fortalezcan su competitividad. A través de una metodología de enfoque cuantitativo, que incluyó encuestas a personal administrativo y entrevistas a directivos, se recopilaron datos que permitieron evidenciar brechas significativas en las competencias del talento humano. Los resultados indican que la falta de formación específica en habilidades blandas, liderazgo organizacional son los principales puntos que requieren atención.

**Palabras Clave:** Capacitación, competitividad, MyPEs, San Martín Texmelucan, Turismo.



**Abstract:** Responding to the needs of the region, our academic staff is developing a research project on the tourism sector in the municipality of San Martín Texmelucan, Puebla, to identify key areas that require attention in the process of improving competitiveness and achieving the desired development of these sectors. The objective was to identify the main training needs in administrative areas—specifically in recruitment and selection, motivation, leadership, and innovation—within tourism companies in the San Martín Texmelucan region, in order to propose strategies to strengthen their competitiveness. Through a quantitative methodology, which included surveys of administrative staff and interviews with managers, data was collected that revealed significant gaps in human talent competencies. The results indicate that the lack of specific training in soft skills and organizational leadership are the main points that require attention.

**Keywords:** Training, competitiveness, SMEs, San Martín Texmelucan, Tourism.

### 1. Introducción

El presente artículo presenta avances del proyecto de investigación que busca ofrecer apoyo a empresas del sector turismo en la región de San Martín Texmelucan en el Estado de Puebla, el apoyo consiste en ofrecer herramientas administrativas que favorezcan el crecimiento y consolidación de las empresas ante un entorno cada vez más competitivo que les demanda ofrecer sus servicios con una mayor calidad para mantenerse en el mercado. Se parte de un diagnóstico elaborado por el ayuntamiento municipal, que proporciona un panorama de áreas que se pueden atender

### 2. Sustento Teórico

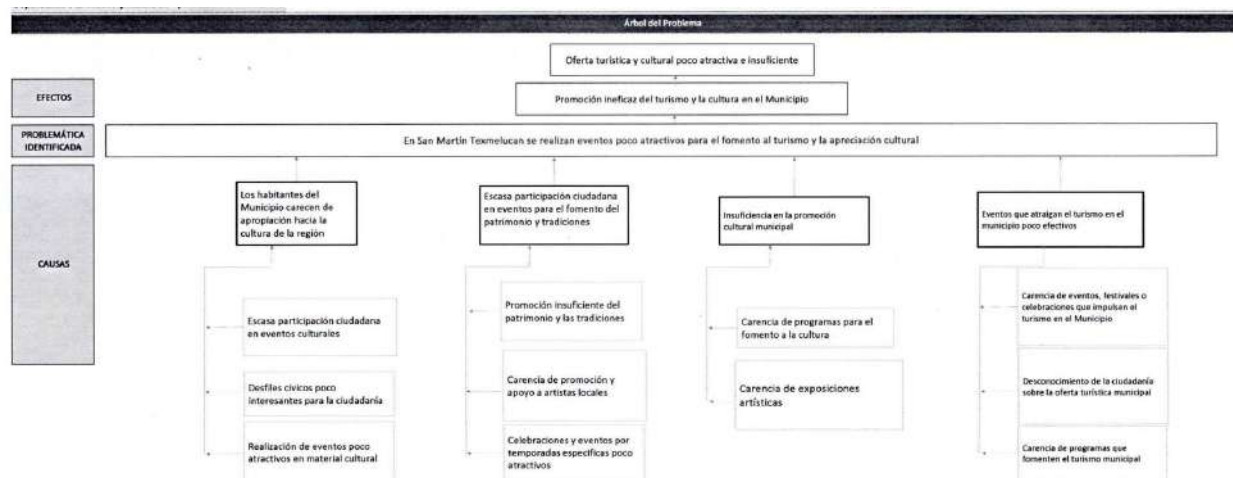
El sector Turístico es una de las principales fuentes de generación de recursos a nivel nacional; de acuerdo con el portal del Consejo Mundial de Viajes y Turismo (WTTC, por sus siglas en inglés): “El año 2024 representó un punto de inflexión para el turismo en México. Según el mismo estudio, el sector aportó 274,4 mil millones de dólares al PIB, lo que representó el 14,9% del PIB nacional, y empleó a 7,7 millones de personas, equivalentes al 13% de la población ocupada”. (WTTC, 2024).



Con lo anterior se puede tener una perspectiva del impacto económico de esta actividad a nivel nacional; Puebla es una entidad que, por su ubicación estratégica, cercana a la ciudad de México, ruta de paso hacia estados del sur (Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco) con una amplia infraestructura carretera, aeropuerto, y diversos atractivos turísticos como pueblos mágicos, zonas arqueológicas, museos, entre otros, distribuidos en toda la entidad.

El municipio de San Martín Texmelucan ubicado en la zona centro oeste del estado, dista 32 kilómetros de Puebla Capital, 95 de la Ciudad de México y 23 de la Ciudad de Tlaxcala; punto de encuentro de dos importantes vías de comunicación del centro del país: el arco norte y la autopista México-Puebla. A través de internet, se tiene acceso al programa presupuestario de turismo del municipio, donde se identifican algunos problemas propios del sector, dentro de lo cual se destaca que: “actualmente el Municipio requiere de una mayor difusión y realización de eventos que promuevan la historia y cultura que cada uno de estos sitios representan y de este modo no solamente incrementar la derrama económica, sino también promover la apreciación y apropiación cultural en la ciudadanía.” (H. Ayuntamiento San Martín Texmelucan, 2025).

En el programa presupuestario: Promoción del patrimonio cultural texmeluquense que incrementa la derrama económica y fomenta el turismo, se muestran dos diagramas de causa-efecto que permiten apreciar la identificación de problema de un bajo turismo y las causas del mismo. (H. Ayuntamiento San Martín Texmelucan, 2025). Dichos diagramas se muestran a continuación.



**Figura 1. Oferta turística y cultural poco atractiva**  
**Fuente: H. Ayuntamiento San Martín Texmelucan, 2025**



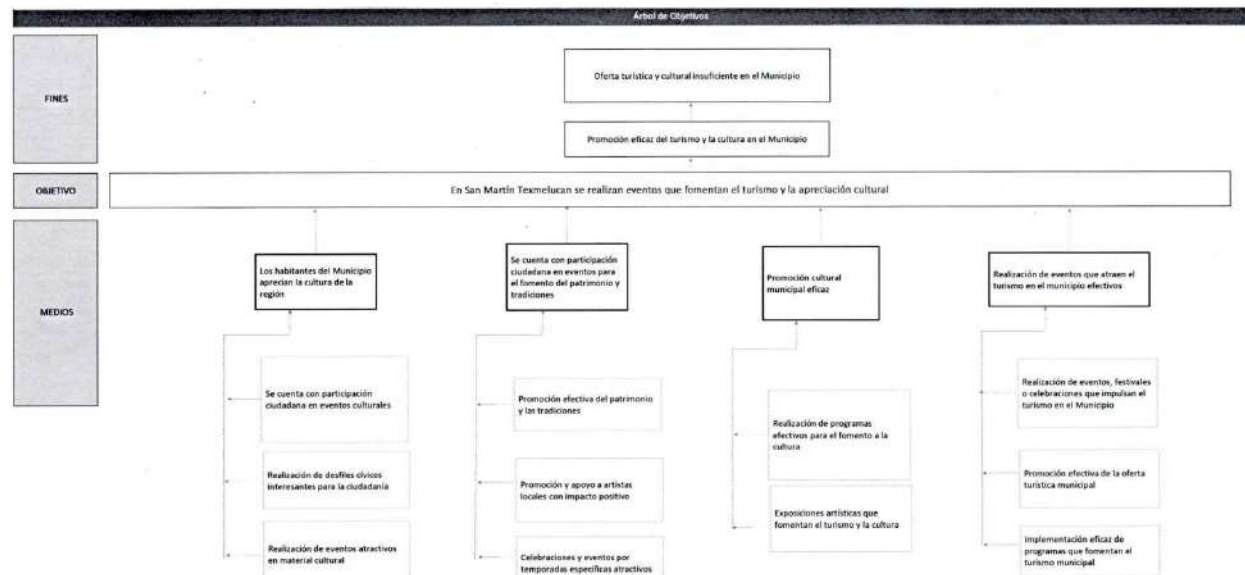


Figura 2. Oferta turística y cultural insuficiente en el municipio  
Fuente: H. Ayuntamiento San Martín Texmelucan, 2025

En el documento se señalan algunas acciones para destinar recursos y atender la problemática; desde la perspectiva del proyecto, del cual surge el presente artículo, se busca el trabajo directamente con las empresas prestadoras de servicios turísticos, las cuales son las que por la calidad de sus servicios, recomiendan y hacen volver al turista o bien le hacen buscar otros destinos; razón por la cual es fundamental que el personal que se dedica a este sector este bien capacitado para que cumpla las expectativas de los turistas (clientes, comensales o huéspedes). El H. ayuntamiento cuenta con la página turismo y cultura Texmelucan, donde se puede acceder a información valiosa, por ejemplo, atractivos turísticos, prestadores de servicios, gastronomía, artesanías, etc. (H. Ayuntamiento San Martín Texmelucan, 2024).

Orientando la información hacia los temas de aplicación del artículo, Vera, Rivera y Reyes (2022) citan a Chiavenato, quien define la capacitación como un proceso sistemático orientado a cerrar brechas entre las competencias actuales del personal y las requeridas por la organización, utilizando diagnósticos según el análisis de puestos para diseñar programas efectivos. En el ámbito turístico, esta perspectiva es clave: un estudio de gestión del talento humano en servicios turísticos concluyó que invertir en competencias técnicas y blandas mejora la calidad de servicio y competitividad (Vera, Rivera y Reyes, 2022).

En el sector de hotelería, se ha señalado que la capacitación continua es vital para que el recurso humano se adapte al cambio, incrementando motivación, fidelidad y rendimiento organizacional. Además, la Secretaría de Turismo de México considera la capacitación como elemento central para profesionalizar el sector y elevar la competitividad (Secretaría de Turismo, 2019).

El desarrollo del talento humano no solo implica transmitir conocimientos técnicos, sino también fomentar competencias blandas como el liderazgo, la comunicación efectiva y la capacidad de innovación. Estas habilidades son cada vez más valoradas en un entorno caracterizado por el cambio constante y la necesidad de adaptabilidad (Barney & Wright, 2018). En este sentido, la capacitación en áreas administrativas es una inversión que repercute directamente en la competitividad organizacional.

### Importancia de la Capacitación en el Sector Turístico

La industria turística es un sector altamente competitivo, dinámico y orientado al cliente. La calidad de los servicios turísticos depende en gran medida del capital humano, ya que la interacción entre trabajadores y turistas es constante. Por ello, la capacitación del personal es fundamental para:

- Mejorar la calidad del servicio.
- Incrementar la satisfacción del cliente.
- Fomentar la fidelización de turistas.
- Elevar la eficiencia operativa.

Adaptarse a cambios tecnológicos y tendencias del mercado (por ejemplo, sostenibilidad, digitalización, turismo experiencial).

Además, la Organización Mundial del Turismo (OMT) ha enfatizado que la formación del recurso humano es clave para el desarrollo sostenible del turismo, especialmente en destinos emergentes o en vías de consolidación.

### 3. Metodología

El estudio corresponde a un enfoque cuantitativo con diseño descriptivo y transversal, orientado a identificar las necesidades de capacitación en áreas administrativas específicas (reclutamiento y selección, motivación, liderazgo e innovación) dentro de empresas turísticas en San Martín Texmelucan, Puebla. Este diseño permitió recolectar y analizar datos en un momento determinado para caracterizar las brechas formativas del sector.



Para la obtención de información de las empresas, se contó con el apoyo de estudiantes de licenciatura, quienes directamente a las empresas realizaron las encuestas respectivas; La población objeto de estudio estuvo conformada por personal administrativo y directivo de empresas turísticas registradas en San Martín Texmelucan. Dada la diversidad y tamaño de las empresas del sector, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 50 empresas que accedieron a participar y en las cuales se aplicaron encuestas a los responsables administrativos, sumando un total de 112 cuestionarios válidos.

Se diseñó una encuesta estructurada basada en la revisión bibliográfica sobre competencias administrativas y capacitación. El cuestionario constó de cuatro bloques principales que evaluaron necesidades percibidas en:

- Reclutamiento y selección
- Motivación
- Liderazgo
- Innovación

Las preguntas fueron formuladas con escala Likert de cinco puntos (1 = ninguna necesidad; 5 = necesidad muy alta), lo que permitió cuantificar la percepción sobre la carencia o demanda formativa en cada área.

#### **4. Resultados de discusión**

Los resultados obtenidos confirman que las empresas turísticas de San Martín Texmelucan enfrentan importantes brechas de capacitación en áreas administrativas clave, particularmente en liderazgo e innovación. Esta situación guarda coherencia con estudios previos que han señalado la necesidad de fortalecer las competencias directivas y de gestión en micro y pequeñas empresas turísticas en regiones con desarrollo incipiente (Sánchez et al., 2022; Hernández & Morales, 2020).

El liderazgo, identificado como el área con mayor necesidad de capacitación, representa un componente esencial para la cohesión de los equipos de trabajo y la implementación de estrategias organizacionales. De acuerdo con Chiavenato (2009) así como con el modelo de Ritchie y Crouch (2003), el tener un liderazgo efectivo permite alinear al talento humano con los objetivos de la empresa, lo que resulta crítico en contextos de alta competencia como el turismo. Las carencias detectadas en esta área sugieren que muchas empresas de la región operan sin una dirección clara o sin líderes preparados para afrontar desafíos de gestión moderna.



## 5. Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir que las empresas turísticas de San Martín Texmelucan, Puebla, enfrentan necesidades significativas de capacitación en áreas administrativas clave, particularmente en liderazgo, innovación y motivación. Estas carencias limitan su capacidad de competir en un entorno turístico dinámico y en constante transformación. El liderazgo fue identificado como la principal área de necesidad formativa, lo que pone de manifiesto la urgencia de desarrollar competencias directivas orientadas a la toma de decisiones, la gestión de equipos y la planificación estratégica. La innovación, igualmente prioritaria, refleja la necesidad de que las empresas adopten enfoques más proactivos en la mejora de procesos, el uso de tecnologías y la creación de valor para el cliente. La motivación del personal, aunque reconocida como importante, aún no se gestiona de manera sistemática, y el reclutamiento continúa siendo un proceso informal en muchas empresas.

## 6. Referencias

- Barney, J., & Wright, P. (2018). On becoming a strategic partner: The role of human resources in gaining competitive advantage. *Human Resource Management*, 37(1), 31-46.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano: Administración moderna de recursos humanos* (9ª ed.). McGraw-Hill.
- Consejo Mundial de Viajes y Turismo (2025). El sector turístico de México podría alcanzar un nuevo récord en 2025 <https://wtcc.org/news/el-sector-turistico-de-mexico-podria-alcanzar-un-nuevo-record-en-2025#:~:text=El%20a%C3%B1o%202024%20represent%C3%B3%20un,al%2013%25%20la%20poblaci%C3%B3n%20ocupada>.
- H. Ayuntamiento del municipio de San Martín Texmelucan. (2025). Ficha técnica del programa presupuestario. [https://sanmartintexmelucan.mx/tesoreria/Sub-Contraloria\\_de\\_Planeacion,\\_Evaluacion\\_y\\_Control/link\\_22052025/4720b2a3.pdf](https://sanmartintexmelucan.mx/tesoreria/Sub-Contraloria_de_Planeacion,_Evaluacion_y_Control/link_22052025/4720b2a3.pdf)
- H. Ayuntamiento de San Martín Texmelucan. (2024). Turismo y cultura Texmelucan. <https://turismoyculturatexmelucan.mx/>
- Hernández, P., & Morales, R. (2020). Diagnóstico de competencias en pequeñas empresas turísticas. *Revista Latinoamericana de Turismo*, 8(1), 22-38.
- Ritchie, J. R. B., & Crouch, G. I. (2003). *The competitive destination: A sustainable tourism perspective*. CABI Publishing.
- Sánchez, M., Pérez, L., & Gómez, A. (2022). Capacitación y liderazgo en microempresas turísticas. *Revista de Estudios Turísticos*, 13(2), 45-61.



- Secretaria de Turismo (2019). La capacitación, elemento clave en la profesionalización del Sector Turístico. <https://www.gob.mx/sectur/prensa/163739?>
- Torres, R., & Gutiérrez, M. (2020). Impacto de la formación en la productividad hotelera. *Journal of Hospitality Education*, 12(3), 101-119.
- Vera, L., Rivera, L. & Reyes, M.V. (2022). Gestión del talento humano para la mejora de los servicios turísticos. *Avances*, 24(1), 61-76, [https://www.researchgate.net/publication/362242838\\_Gestion\\_del\\_talento\\_humano\\_para\\_la\\_mejora\\_de\\_los\\_servicios\\_turisticos](https://www.researchgate.net/publication/362242838_Gestion_del_talento_humano_para_la_mejora_de_los_servicios_turisticos)



# ANÁLISIS SITUACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN UN CONTEXTO GLOBAL Y LOCAL: CASO TLAXCALA

Hernández, Cruz-Araceli <sup>1</sup>, Castañeda, Gutiérrez-Jorge Luis <sup>2</sup>, y Hernández Hernández-José Crispín <sup>3</sup>

1. Instituto Tecnológico de Apizaco, [d95370469@apizaco.tecnm.mx](mailto:d95370469@apizaco.tecnm.mx)
2. Investigación, Instituto Tecnológico de Apizaco, [jorge.cg@apizaco.tecnm.mx](mailto:jorge.cg@apizaco.tecnm.mx)
3. Investigación, Instituto Tecnológico de Apizaco, [crispin.hh@apizaco.tecnm.mx](mailto:crispin.hh@apizaco.tecnm.mx)

**Resumen:** La generación de Residuos sólidos Urbanos RSU es un problema a nivel mundial, el cual se presenta con mayor impacto en zonas urbanas, por su continuo crecimiento demográfico, industrialización y elevado consumo que genera de forma exponencial este tipo de residuos. En México y por ende en Tlaxcala se observa la misma tendencia, aunado a ello la limitada capacidad de las instituciones y modelos ineficientes, que aún se enfocan en prácticas tradicionales. En la presente investigación se analizan indicadores de RSU a nivel mundial, nacional y local, alternativas de gestión de RSU y la optimización de los mismos. Para este análisis se maneja el método cualitativo a través del análisis documental dentro de un contexto no experimental y exploratorio, mediante datos de fuentes bibliográficas electrónicas, se revisaron fuentes oficiales y artículos científicos. Este diagnóstico busca ser una base para determinar la importancia de desarrollar estrategias que se adapten a un marco local, que estén alineadas a los Objetivos de desarrollo Sostenible (ODS) y en el plano nacional a los Proyectos Nacionales Estratégicos PRONACES.

**Palabras Clave:** Diagnóstico<sup>1</sup>, Optimización<sup>2</sup>, Residuos Sólidos Urbanos<sup>3</sup>, Sostenibilidad <sup>4</sup>, Tlaxcala <sup>5</sup>

**Abstract:** The generation of Urban Solid Waste MSW is a worldwide problem, which has the greatest impact in urban areas, due to its continuous demographic growth, industrialization and high consumption that generates this type of waste exponentially. In Mexico and therefore in Tlaxcala, the same trend is observed, coupled with the limited capacity of institutions and



inefficient models, which still focus on traditional practices. This research analyzes MSW indicators at a global, national and local level, MSW management alternatives and their optimization. For this analysis, the qualitative method is used through documentary analysis within a non-experimental and exploratory context, using data from electronic bibliographic sources, official sources and scientific articles are reviewed. This diagnosis sought to be a basis for determining the importance of developing strategies that adapt to a local framework, that are aligned with the Sustainable Development Goals (SDG) at the national level to the PRONACES National Strategic Projects.

**Keywords:** Diagnosis<sup>1</sup>, Optimization<sup>2</sup>, Urban Solid Waste<sup>3</sup>, Sustainability<sup>4</sup>, Tlaxcala<sup>5</sup>.

## **1. Introducción**

Los Residuos Sólidos Urbanos son un problema universal que abarca las tres fases de la sostenibilidad, la ambiental, económica y social, lo que representa grandes áreas de oportunidad. Estudios revelan que el constante crecimiento demográfico genera una cadena de consecuencias desde la contaminación ambiental, la proliferación de fauna nociva, así como pérdidas económicas y diversos problemas de salud. La gestión de RSU demandan soluciones innovadoras y sostenibles, de acuerdo a García-Mondragón et al. (2023) menciona que en México es necesario un análisis profundo de los diagnósticos existentes para implementar estrategias más efectivas, que incluyan el reciclaje y la separación en el origen, para reducir la tasa de residuos que llega a los vertederos. En el caso del estado de Tlaxcala el problema se agrava por la infraestructura y limitados recursos la baja eficiencia de la disposición final ya que pronto serán insuficientes en cantidad y tamaño de acuerdo a la Secretaría del medio ambiente SMA (2023) y a ello se agrega el poco acceso a nuevas tecnologías que se tienen disponibles en el proceso de recuperación de RSU.

La gestión de los RSU se puede observar como un sistema dinámico complejo con múltiples variables. Su optimización requiere modelar procesos de recolección, transporte, disposición y reciclaje teniendo como alternativas ciencias de la ingeniería. Se emplean diversos métodos, como programación lineal entera mixta, y enfoques metaheurísticos, que son valorados por su simplicidad y flexibilidad Hannan et al. (2020). Este estudio se propone como un diagnóstico situacional y metodológico que sirva de base para desarrollar modelos predictivos y de optimización aplicados a la gestión integral de residuos en Tlaxcala.



El objetivo general de este artículo es analizar el estado actual de la gestión de los residuos sólidos urbanos en Tlaxcala, a partir de bases de datos del INEGI, la SMA y organismos internacionales, integrando un marco contextual mundial, latinoamericano, nacional y local que permita dimensionar la magnitud del problema y sentar las bases para su tratamiento ingenieril.

### 2. Delimitación contextual

Según el informe del Banco Mundial What a Waste 2.0 (Kaza et al., 2018), si no se implementan estrategias efectivas se estima que para el año 2050, la generación a nivel mundial de residuos sólidos crecerá en un 70%, por lo que diversos estudios se han realizado en épocas recientes. Este problema se encuadra los Objetivos el desarrollo Sostenible ODS de la agenda 2030, en el ODS 11 ciudades y comunidades sostenibles y el ODS12 Producción y consumo responsable. En el ODS 11 se incluye la optimización de la gestión de los RSU para reducir el impacto ambiental y lograr tener ciudades inclusivas, seguras, sostenibles y resilientes. Tener una gestión de residuos, reducción, reciclaje y reutilización de dichos residuos. (ONU 2025).

Mientras tanto en el reporte publicado por la Enviroment, (2018) en América Latina y el Caribe, los sistemas de recolección solo abarcan 85% de la población urbana, aunado a ello es común que no se les dé ningún tratamiento y se depositen en vertederos informales o a cielo abierto, también se reporta un crecimiento de 541 toneladas por día y se prevé aumenten por lo menos 25% para el año 2050, generando impactos negativos sobre la salud pública y el medio ambiente. Datos reportados en INEGI (2021) del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021 se registró un promedio de 106,523.139 ton/día en el año 2020 y este problema se acentúa en estados con infraestructura limitada y crecimiento urbano desordenado, como Tlaxcala; donde se generan 570 toneladas de RSU por día, de las cuales solo entre el 78 % y el 84 % son recolectadas y dispuestas de forma controlada (SMA Tlaxcala, 2022; SEMARNAT, 2020).

Por lo que partir de este análisis se observa que, aunque hay algunos datos disponibles en fuentes oficiales, aún hay una brecha importante en este tema, ya que se carece de información que nos brinden un panorama exacto y por periodos cíclicos y no solo anuales que es como comúnmente se encuentran en fuentes oficiales.

En el caso de México, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías CONAHCYT (2023) demarca regiones como la Cuenca del Río Tula y la Región Tolteca como zonas que presentan una alta concentración de residuos y una baja eficiencia en su gestión. Se





reporta una acumulación desmedida de residuos, que ha producido efectos como lixiviados, emisiones de gases de efecto invernadero y propagación de vectores biológicos. En Tlaxcala incluso, la tasa de mortalidad registrada por ERC está en aumento por la contaminación, por lo que se reporta que personas de entre 15 y 49 años de edad ha incrementado de 1.2 hasta 4.7 mayor a la media nacional.

Estudios como los de García-Mondragón et al. (2023) han evidenciado la necesidad urgente de reformar el sistema de gestión de RSU mediante estrategias que promuevan la separación en origen, el reciclaje y la valorización energética de los residuos. Desde un enfoque sistémico, la gestión adecuada de los RSU debe contemplar un enfoque de ciclo de vida que considere no sólo la disposición final, sino también la prevención en la generación, el rediseño de productos, la reutilización y el reciclaje, lo que se alinea con el paradigma de la economía circular y con los compromisos internacionales enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS sobre ciudades sostenibles y resilientes.

### 3. Metodología

La metodología que se utiliza en este trabajo es documental, exploratoria la cual se basa en recopilar datos, comparar y el análisis de las fuentes académicas como artículos científicos y fuentes oficiales como:

- Informes internacionales: What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. United Nations Environment Programme
- Fuentes regionales: Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe UNEP - UN Environment Programme.
- Fuentes Nacionales: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI.
- Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
- Fuentes Estatales: SMA Tlaxcala (2024); Reglamento de la Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala (2024).

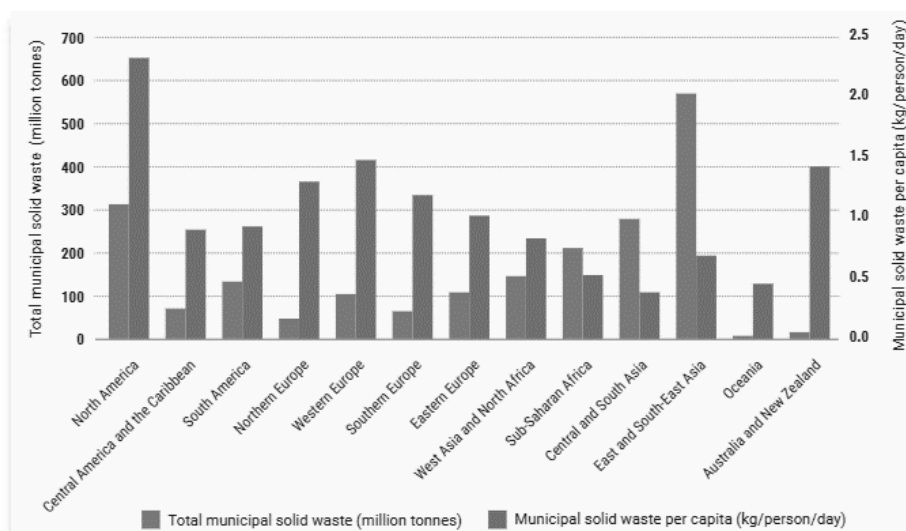
Este análisis da un panorama en el que se demuestra la importancia de la recolección de RSU y se identifican líneas de investigación aplicada que son fundamentales



#### 4. Desarrollo

##### 4.1. Generación de RSU

La generación de los RSU ha ido en aumento durante las últimas décadas, de acuerdo a investigaciones se dice que en las zonas urbanas es donde el problema crece exponencialmente, ya que, hay sectores industriales, de servicios y diversidad de comercios la sociedad es consumista esto provoca preocupación, en la Figura 1 se observa que Norte América produce alrededor de Residuos sólidos municipales con un total de 300 millones de toneladas y poco más de 500 millones de toneladas residuos sólidos urbanos per cápita kg/persona/día, precedido por el este sureste de Asia, siendo en estos países asiáticos donde se centran estudios de vanguardia con respecto a la gestión de residuos.

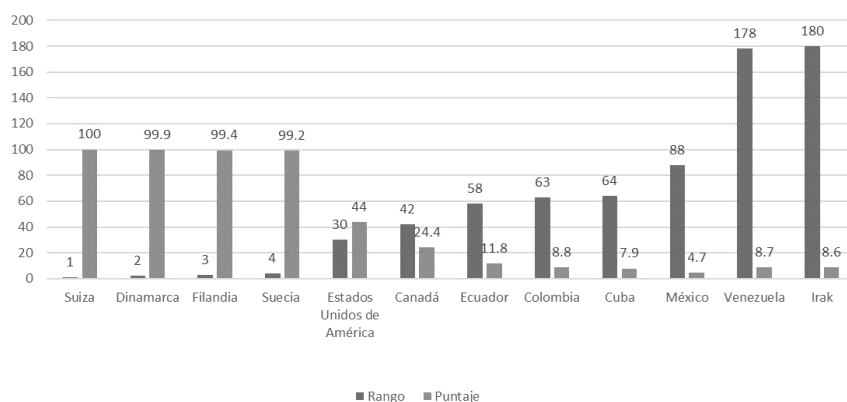


**Figura 1. residuos sólidos urbanos per cápita kg/persona/día**  
Fuente Elaboración propia con datos Enviromental (2024)

Uno de los indicadores clave a nivel mundial es el de la tasa de recuperación que indica la calidad de la gestión de los RSU por los métodos de tratamiento de residuos que mitigan los impactos ambientales, recuperan materiales y energía (compostaje, digestión anaerobia, incineración con recuperación de energía y reciclaje), con ello contribuir a una economía circular, se realiza una comparativa de esta información y se reporta que Suiza es el país número uno en cuanto a la recuperación de residuos con un porcentaje representativo del 100%, mientras que a nivel latinoamérica el ecuador se encuentra en lugar número 58 y Colombia en el número 64,



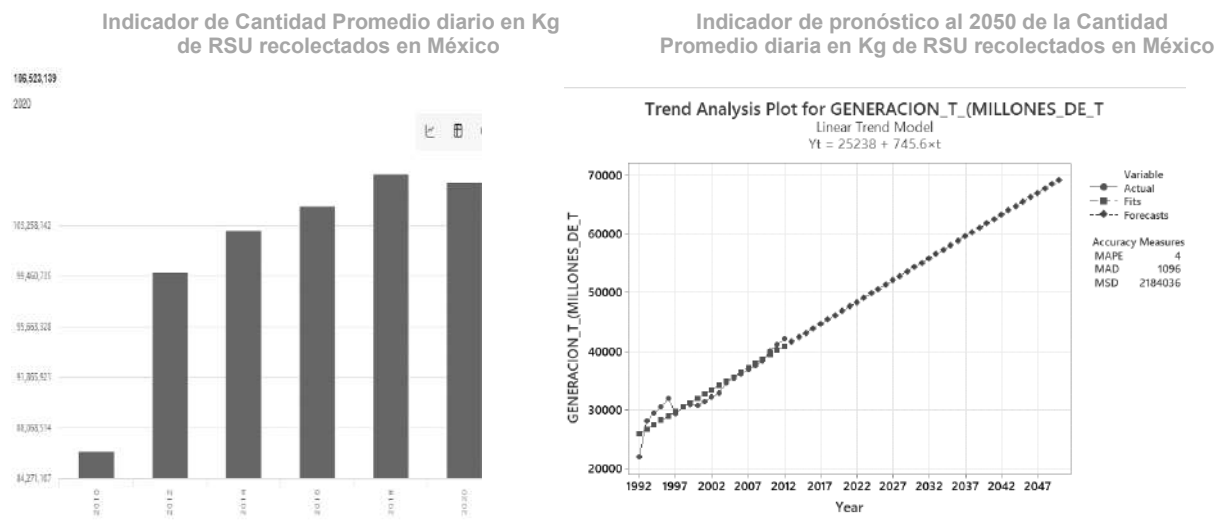
colocando a México en el número 88 de 180 países con un 4.7 de recuperación, lo que refleja una necesidad urgente de trabajar en estrategias que colaboren en una optimización de la recuperación de RSU.



**Figura 2. Comparativo de Tasa de recuperación de residuos sólidos urbanos a nivel mundial.**

Fuente Elaboración propia con datos Fuente: Environmental Performance Index  
<https://epi.yale.edu/measure/2024/WRR>

En México se puede observar el comportamiento que ha tenido los últimos 12 años, en el año 2020 se registró un promedio de 106,523.139 ton/día, se elaboró un pronóstico al año 2050 donde resulta que esta generación de residuos podría incrementar 692309.9 ton/día.



**Figura 3. Indicadores de México**

Fuente elaboración propia con datos de Fuente: Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México



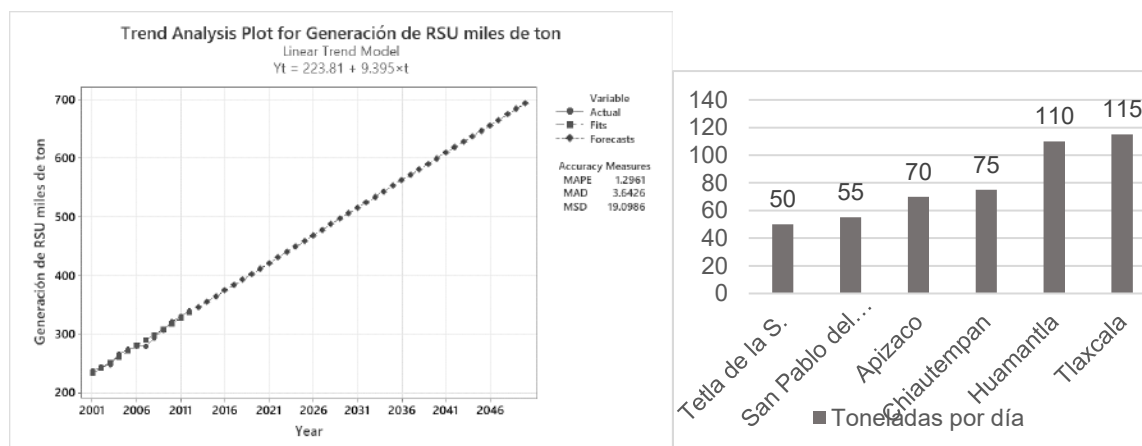


Figura 4. Indicadores de Tlaxcala

Fuente elaboración propia con datos de Fuente: Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México

La tendencia que siguen los datos al igual que los indicadores a nivel mundial y nacional va en incremento el cual esta correlacionado con el incremento con el crecimiento de las zonas urbanas. Con base en la tasa media nacional (0.94 kg/hab-día) y la población de Tlaxcala. La tasa de crecimiento promedio anual de la población en la década 2010-2020 es de 1.4 por ciento (INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG) y se realiza una comparativa donde se visualiza la cantidad generada por municipio que se puede observar en la Figura 4

A continuación, se muestra la gráfica a nivel nacional, donde se observa una diferencia significativa entre la información de la SMA e INEGI en la Figura 5.

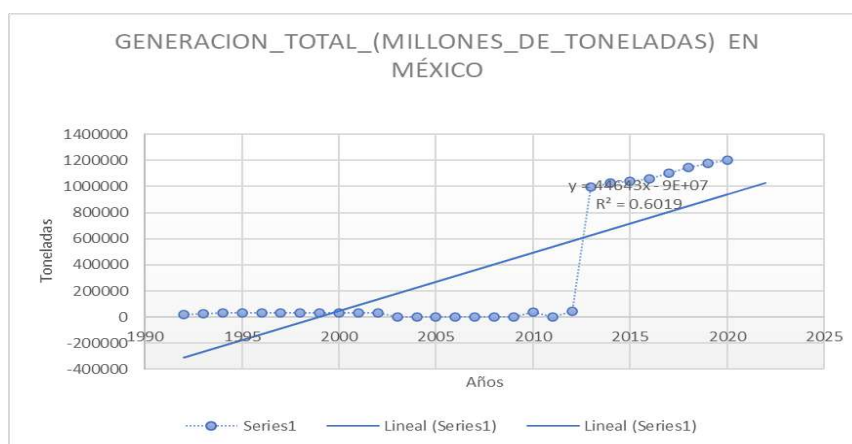


Figura 5 Generación Total de tonelada en México

Nota: Datos obtenidos de 1990 a 2012 de la SMA y del 2014 al 2020 del INEGI



## 4.2. Infraestructura y gestión operativa en Tlaxcala.

En cuanto a infraestructura es importante mencionar que se cuenta con cuatro rellenos sanitarios:

- Relleno sanitario se localiza en la ciudad de Huamantla, sobre la carretera a Benito Juárez
- Relleno Sanitario de Morelos, se localiza en el km. 13+500 de la carretera federal No. 119 en el tramo comprendido entre Apizaco y Tejocotal.
- Relleno Sanitario de Panotla: el relleno sanitario se localiza dentro de la porción suroeste del estado de Tlaxcala, al norte poniente del municipio de Panotla, en la localidad de Santa Cruz Techa Chalco
- Relleno Sanitario de Nanacamilpa
- El relleno sanitario se localiza al noroeste del poblado de Nanacamilpa en el Municipio de Mariano Arista en los límites de los municipios Nanacamilpa-Calpulalpan a 500m de la carretera que conecta a ambos municipios

Además, los camiones recolectores presentan una antigüedad media de 9 años, y la programación de rutas sigue criterios empíricos más que algoritmos de optimización (SMA Tlaxcala, 2024). Esto incrementa costos operativos y emisiones.

En Tlaxcala se cuenta con varios documentos oficiales que atienden al tema de legislación ambiental, como se muestra en la siguiente tabla, donde se visualiza que de las 37 existentes de los cuales tres son específicamente para el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos

**Tabla 1. Legislación ambiental**

Tipo de documento	No.	Nombre del documento y fecha de emisión
<b>Leyes</b>	1	Ley de Aguas del Estado de Tlaxcala. (10May2021)
	2	Ley de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Tlaxcala. (04Abr2024)
	3	Ley de Protección al Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible del Estado de Tlaxcala. (12Dic2023)
	4	Ley de Cambio Climático del Estado de Tlaxcala. (21Abr2023)
	5	Ley de Apicultura del Estado de Tlaxcala. (06Oct2000)
	6	Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Tlaxcala. (04Sep2018)
	7	Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Tlaxcala. (04Abr2024)
	8	Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado de Tlaxcala. (03Oct2023)
	9	Ley de la Construcción para el Estado de Tlaxcala. (10Feb2021)
	10	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tlaxcala. (17Ago2004)
	11	Ley para el Desarrollo Agrícola Sustentable del Estado de Tlaxcala. (24Dic2020)



		Ley para el Fomento y Conservación del Maguey y sus Derivados del Estado de Tlaxcala. (27Dic2016)
	13	Ley de Obras Públicas para el Estado de Tlaxcala. (24May2023)
	14	Ley de Bienestar Animal para el Estado de Tlaxcala. (30Dic2022)
	15	Ley de Protección a Civil para el Estado de Tlaxcala. (05Jul2013)
	16	Ley de Salud del Estado de Tlaxcala. (27May2024)
	17	Ley Ganadera del Estado de Tlaxcala. (17Oct2017)
	18	Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala. (15Jun2023)
	19	Ley para la Protección de Árboles Patrimonio del Estado de Tlaxcala. (25Mar2024)
<b>Reglamento s estatales</b>	1	Reglamento de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Tlaxcala. (31Jul2024)
	2	Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tlaxcala. (09Ene2013)
	5	Reglamento de la Ley de Ecología y Protección al Ambiente en el Estado de Tlaxcala en materia de Manejo de los Recursos Vegetales. (15Mar1996)
	6	Reglamento de la Ley de Ecología y de Protección al Ambiente del Estado en materia de Prevención y Control de la Contaminación del Agua. (15Mar1996)
	7	Reglamento de la Ley de Ecología y de Protección al Ambiente del Estado en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Generada por Vehículos Automotores que circulan en el Estado de Tlaxcala. (11Feb2010)
	8	Reglamento de la Ley de Ecología y de Protección al Ambiente en materia de Residuos Sólidos No Peligrosos. (19Oct1994)
	9	Reglamento de la Ley de Ecología y de Protección al Ambiente del Estado de Tlaxcala en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. (09Oct1996)
	10	Reglamento de Inspección del Trabajo para el Estado Libre y Soberano de Tlaxcala. (28Feb1996)
	11	Reglamento de la Ley de Protección Civil para el Estado de Tlaxcala. (17Jun2002)
	12	Reglamento de la Ley de Comunicaciones y Transporte en el Estado de Tlaxcala, en Materia de Transporte Público y Privado. (17Dic2024)
<b>Reglamento s municipales</b>	1	Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Municipio de Tlaxcala. (09Nov2009)
	2	Reglamento de Limpia y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos No Peligrosos del Municipio de Tlaxcala. (09Nov2009)
	3	Reglamento de Protección Civil para el Municipio de Tlaxcala. (08Jun2022)
	4	Reglamento de Tránsito del Municipio de Tlaxcala. (11Nov2015)
	5	Reforma al Reglamento de Tránsito del Municipio de Tlaxcala. (06Abr2022)
	6	Reforma al Reglamento de Tránsito del Municipio de Tlaxcala. (06Ene2023)

**Nota:** De acuerdo al resumen de actualización de la legislación ambiental 2024.

Fuente: elaboración propia con datos del Periódico oficial del Estado de Tlaxcala (2025) Copyright © 2004-2005 LEGISMEX Legislación Ambiental Mexicana



Es claro que aunque existan leyes públicas, estas prácticas solo se queda en buenos deseos, ya que los indicadores que se analizarán en el presente documento tienen tendencias positivas y exponenciales, aunado a ello los datos y registros investigados de diferentes fuentes son escasos como la SMA de INEGI, habiendo una diferencia significativa, ya que entre el periodo de los años 90 y 2012 en el SMA y lo reportado por INEGI con una diferencia de alrededor de 4000 toneladas entre el año 2010 y 2012.

Es importante mencionar que de acuerdo al INEGI. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023.

Es importante tener el contexto en el que en la actualidad se está realizando el manejo de los RSU en los municipios de Tlaxcala. En la figura 6 se puede observar el flujo del proceso de la recolección de los RSU que se realiza en la actualidad vs el proceso establecido por la Ley, por lo que se consideran dos de las vertientes de la sostenibilidad que es la económica con la perspectiva de minimizar los costos al reducir las distancias de las rutas y la ambiental con el objetivo de minimizar la contaminación al realizar la recolección de los residuos de forma clasificada, así como colaborar para una economía circular.

La versión actual fue elaborada con información de la coordinación de infraestructura y mantenimiento municipal 2025 del municipio de Santa Ana Chiautempan y la versión propuesta es realizada bajo Reglamento (Reglamento de la Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala 31-julio-2024.pdf, s. f.).

La gestión inadecuada de estos residuos trae consigo una serie de problemas que afectan la calidad de vida, ya que se liberan lixiviados tóxicos, así como gases por la quema, lo cual provoca la contaminación ambiental. (Kaza, 2018). La salud pública se pone en constante riesgo al consumir agua contaminada, así mismo por la acumulación de los residuos se puede proliferar enfermedades por agentes vectores (Lu, et al. 2015). Aunado a ello el manejo deficiente de los residuos sólidos impacta en la calidad de vida y la falta de un sistema de reciclaje provoca pérdidas económicas como la recuperación de materiales y la creación de empleo en la economía circular (Wang et al., 2020). Los gobiernos locales se enfrentan a gastos elevados por la limpieza de espacios públicos, tratamientos de salud y mitigación de impactos ambientales, ello por una gestión inadecuada de Residuos sólidos Urbanos lo que resulta en costos elevados (García-Mondragón, 2023).



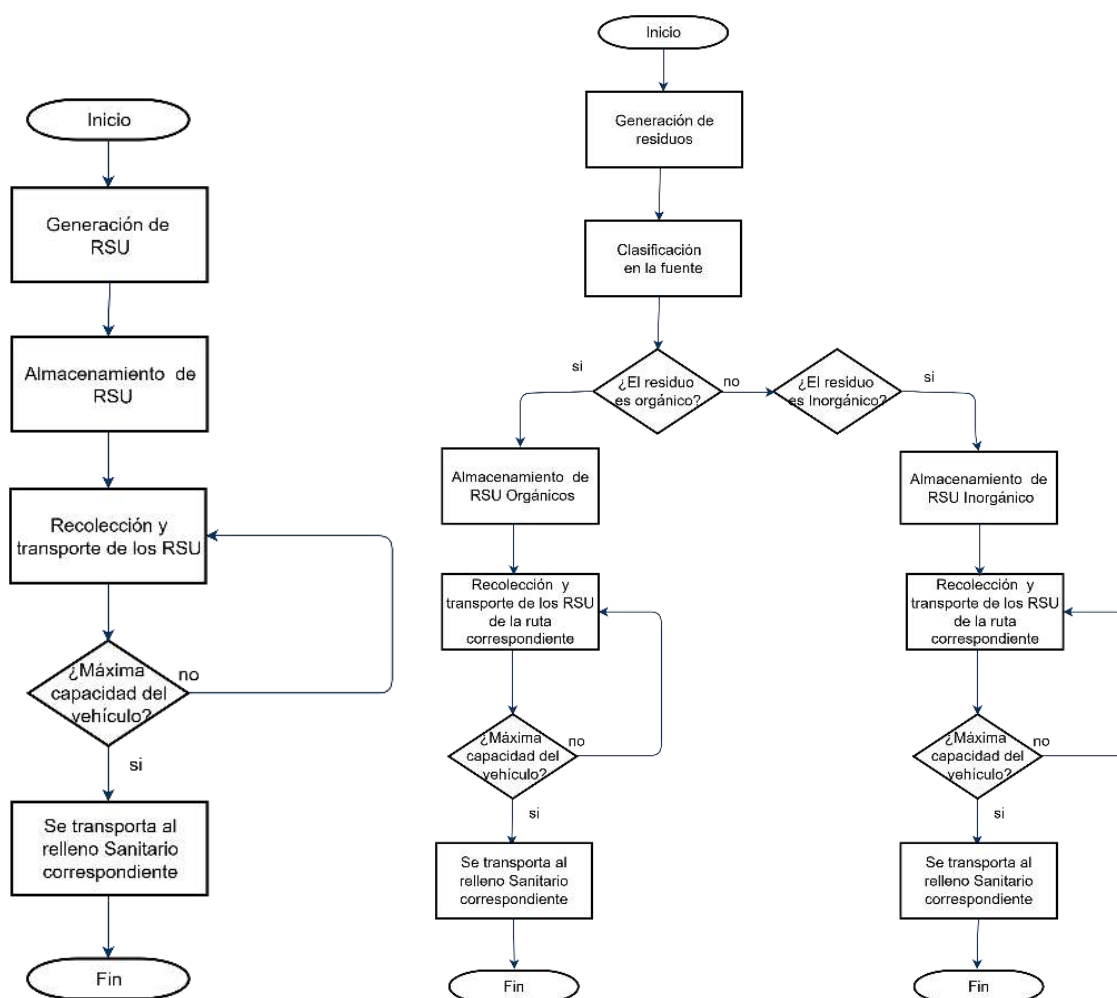


Figura 6. Diagramas de flujo de recolección de RSU actual vs diagrama de acuerdo al Reglamento de la Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala 31-julio-2024, con perspectiva sostenible. Fuente: Elaboración Propia.

Es por ello que en diversas naciones se han preocupado por generar alternativas de solución como adoptar medidas de gestión y fortalecimiento de desarrollo sustentable. Por lo que el presente proyecto de investigación se enfoca al diseño de un modelo de optimización a través del cómputo evolutivo, el cual se pretende desarrollar en una serie de fases, la cual inicia con el diagnóstico de los RSU en la actualidad. Así mismo entre los indicadores nacionales de acuerdo a la MSA

#### 4.3. Áreas de oportunidad identificadas

Medición y control deficiente, ya que hay ausencia de pesaje sistemático y monitoreo digital, Falta de separación en el origen como lo marca la Ley de residuos u otro tipo de separación con la que



se tenga la certeza de que los residuos sea desaprovechados y terminen generando contaminación. En cuanto al reciclaje, se reporta tasa del 6% de acuerdo a datos de INEGI. Hay una clara y relevante ausencia de herramientas de optimización, ya que no se utilizan modelos predictivos de generación ni rutas basadas en tecnologías actuales. Por lo anterior mencionado se muestra que existen varias áreas de oportunidad en la toma de decisiones basada en datos confiables y evidencia.

#### 4.4. La optimización una perspectiva relevante

La contaminación e la incorporación de tecnología como lo son los modelos de optimización es una herramienta importante considerar anexar a sus procesos para el diseño de rutas eficientes minimizando distancia, tiempo y consumo de combustible, (Fernández et al., 2023). Asimismo, técnicas de machine learning podrían emplearse para predecir la generación de residuos por zona, ajustando la frecuencia de recolección y el tamaño de flota de vehículos.

A nivel internacional se han aplicado este tipo de herramientas sobre todo a nivel internacional, como en Asia y Europa. En Tlaxcala es importante llevar a la práctica este ti acompañada de datos reales precisos, ello representa innovación tecnológica que pueda ser replicable en otras entidades con características urbanas similares.

### 5. Conclusiones

De acuerdo con la SMA (2024), la fracción orgánica representa el 41 %, equivalente a 234 toneladas diarias, de las cuales menos del 10 % se valoriza. Con este análisis se observan varias áreas de oportunidad para lo cual se puede implementar diferentes planes para el mejor manejo y recolección eficiente de los RSU.

A nivel mundial la investigación científica y aplicada en el contexto de la gestión de Residuos ha incrementado substancialmente en los últimos años en las áreas de Optimización, Inteligencia artificial y sostenibilidad, técnicas como los algoritmos genéticos, descritos por Gutiérrez (2021), optimizan las rutas de recolección, maximizando la eficiencia del proceso y minimizando el impacto ambiental. Así mismo, el uso de tecnologías inteligentes en la recolección de residuos ha sido objeto de estudio, mostrando cómo los sistemas de monitoreo y los contenedores inteligentes pueden mejorar la recolección y la clasificación de RSU (Lu et al., 2015).

Agradecimientos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación SECIHTI.



## 6. Referencias

- Environment, U. N. (2018, enero 10). Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe | UNEP - UN Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- García-Mondragón, M., Hernández, J. L., & Pérez, S. (2023). Diagnóstico y estrategias para la gestión sostenible de residuos sólidos urbanos en México.
- Revista Mexicana de Ingeniería Ambiental, 24(1), 1–15. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.1234>
- Hannan, M. A., Akhtar, M., Begum, R. A., Basri, H., & Hussain, A. (2020). Technologies for solid waste management: A review. Waste Management, 105, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.011>
- Lu, J., Zhang, L., & Zhong, Y. (2015). Smart waste management system design and optimization based on IoT and cloud computing. Journal of Cleaner Production, 112, 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.044>
- NEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.SNIEGI Inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\_es\_truc/702825198350.pdf#:~:text=En%20Tlaxcala%2C%20con%20el%20Cuestionario%20Bási co%20del,existen%2094%20hombres%20por%20cada%20100%20mujeres.
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development;. © World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317> License: CC BY 3.0 IGO.
- ONU Organización de las Naciones Unidas (2025) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/#>
- Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Informe del medio Ambiente.shttp://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales
- United Nations Environment Programme (2024). Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource. ISBN: 978-92-807-4129-2 Número de trabajo: DTI/2619/NA DOI: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>



# ELABORACIÓN DE UNA CROQUETA FUNCIONAL A BASE DE ESPINACA (*Spinacia oleracea*) Y HOJUELAS DE AVENA COMO FUENTE DE HIERRO EN LA DIETA

Pérez-Pérez, Miriam Belén<sup>1,2</sup>, Gómez-Montaño, Francisco Javier<sup>3</sup>; Orduña-Díaz, Abdú<sup>1</sup>; Mota-Rocha, Jorge<sup>1</sup>

1. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional.
2. Universidad Centroamericana-UNICA. San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla.
3. División de Ingeniería Ambiental, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan; [franciscogm@smartin.tecnm.mx](mailto:franciscogm@smartin.tecnm.mx)

**Resumen:** El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la importancia de los alimentos funcionales por medio de la elaboración de una croqueta funcional a base de espinaca (*Spinacia oleracea*) y hojuelas de avena como fuente de hierro en la dieta. Con la finalidad de que estos alimentos sean parte de la alimentación cotidiana. En este proyecto, se realizó una investigación experimental, implementando procesos químicos y sensoriales. Las metodologías y técnicas utilizadas fueron: titulación con EDTA, espectroscopia FTIR y una evaluación sensorial. Como resultado, la croqueta presentó una concentración de hierro  $32.8 \pm 0.2/100$  g, valor mayor al requerimiento promedio diario (1-4 mg). En la evaluación sensorial, la característica más aceptada fue el sabor, y la menor evaluada fue el aspecto general. Finalmente, mediante FTIR, se detectó la presencia de enlaces característicos en la muestra: C-H, C=O, C-N y Fe-O. las ventajas del consumo que presenta el alimento propuesto son: fácil obtención, contenido de nutrientes, concentración de hierro; además, el alimento no contiene algún tipo de conservador o aditivo, sus ingredientes son naturales, por lo que, con base en los resultados obtenidos en esta investigación, podría ser una buena opción de alimento con propiedades nutricionales y funcionales.

**Palabras Clave:** alimento funcional, avena, EDTA, espinaca, evaluación sensorial, FTIR, hierro.



**Abstract:** The main objective of this research was to understand the importance of functional foods through the development of a food based on spinach (*Spinacia oleracea*) and oat flakes as a source of iron in the diet. In order for these foods to be part of the daily diet. In this project, experimental research was carried out, implementing chemical and sensory analysis. The methodologies and techniques used were: titration with EDTA, FTIR spectroscopy, and a sensory evaluation. As a result, it was observed that in the food product there is a concentration of iron  $32.8 \pm 0.2/100$  g, a value higher than the average daily requirement (1-4 mg). In the sensory evaluation, the most accepted characteristic was “taste”, and the least evaluated was the “general appearance”. Finally, by FTIR, the characteristic bonds present in the sample were identified: C-H, C=O, C-N, and Fe-O. The advantages of consuming the proposed food are: easy availability, nutrient content, and iron concentration. Furthermore, the food product does not contain any preservatives or additives; its ingredients are natural. Therefore, based on the results obtained in this research, it could be a good food option with nutritional and functional properties.

**Keywords:** functional food, oats, EDTA, spinach, sensory evaluation, FTIR, iron.

## 1. Introducción

En el presente trabajo de investigación, se propone un alimento funcional para la mejora de la alimentación de la población mexicana, dado el consumo habitual de alimentos de la canasta básica (arroz, frijoles, harina, azúcar, alimentos enlatados, aceites), desafortunadamente estos contienen químicos para su conservación, grasas saturadas, altos niveles de azúcares, y en menor cantidad nutrientes como fibra, vitaminas y minerales (Ruiz-Becerra & Sandoval-Godoy, 2018).

Por el contrario, los alimentos funcionales tienen un beneficio para la salud del consumidor, reduciendo el riesgo de enfermedades, así como la mejora del funcionamiento del metabolismo y procesos químicos en el cuerpo humano. Lo importante, en cualquier caso, es que este tipo de alimentos posean efectos beneficiosos definidos sobre una o varias funciones orgánicas (Escalante-García et al., 2020).

La espinaca (*Spinacia Oleracea*) es parte de la alimentación cotidiana del ser humano. Este vegetal está compuesto principalmente por agua, su contenido de hidratos de carbono, proteínas y grasas es muy bajo. Las espinacas destacan sobre todo por una riqueza en vitaminas y minerales (hierro) que sobrepasa a la de la mayoría (Roughani & Mehdi Miri, 2019).



Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo elaborar un alimento funcional a base de espinaca y avena como fuente de hierro.

## **2. Sustento Teórico**

### **2.1 Valor nutricional de los alimentos.**

El aporte de nutrientes de cada alimento es diferente, estos contienen agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, fibra, vitaminas y minerales (Chiang, 2015). El contenido de agua es uno de los elementos más variables, especialmente en los alimentos vegetales (Akan & Bayram, 2021). Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones 6:12:6. Durante el metabolismo se queman para producir energía, liberando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Las proteínas, además de carbono, hidrógeno y oxígeno, contienen nitrógeno y azufre; estas son importantes para el crecimiento y la reparación de las células y los tejidos; además, constituyen la mayor proporción de los músculos y los órganos (Loveday, 2019). Los lípidos son insolubles en agua, pero solubles en solventes químicos (éter, cloroformo y benceno), estos están compuestos por ácidos grasos que pueden clasificarse en saturados y no saturados, encontrándose los primeros en grasas de animales terrestres, mientras que los segundos se encuentran en mayor cantidad en productos de origen vegetal, así como en el pescado (Frydrych et al., 2025).

Las vitaminas son sustancias orgánicas presentes en cantidades muy bajas en los alimentos, pero necesarias para el metabolismo. Dentro de la clasificación de las vitaminas están las liposolubles (A, D, E y K) y las hidrosolubles (C y complejo B) (Akram et al., 2020). Finalmente, se tiene a los minerales o componentes inorgánicos, tienen diversas funciones en el organismo; el sodio (Na), potasio (K) y el cloro (Cl) tienen la función fisiológica de mantener la presión osmótica (Cortes-Herrera et al., 2023). El calcio y el fósforo, presentes en los huesos, se combinan para dar soporte firme a la totalidad del cuerpo (Gutiérrez et al., 2020). Uno de los minerales de vital importancia para el ser humano es el hierro (Fe), del cual se hablará de manera más detallada en el siguiente apartado.

### **2.2 Hierro (Fe).**

El hierro es el mineral más conocido e investigado. Las sustancias del organismo que lo contienen pueden dividirse en 2 categorías:



**Funcional:** Corresponde a dos terceras partes del hierro orgánico total. La mayor parte de él se encuentra en forma de hemoglobina, en los hematíes circulantes y, con menor porcentaje, en las enzimas y la mioglobina (Coria-Hernández et al., 2020).

**Almacenamiento:** Aparece en forma de ferritina y hemosiderina (Arosio et al., 2025).

El organismo humano contiene aproximadamente 4 g de hierro. Donde 2.5 g se encuentran en la hemoglobina, la cual, es una molécula que efectúa la función de transporte del oxígeno recogido en los alvéolos pulmonares hasta las células de todos los órganos y sistemas del cuerpo humano. La mioglobina de las fibras musculares y diversas enzimas de la cadena respiratoria, contienen también pequeñas cantidades de este metal. En el hígado, el bazo y la médula ósea se almacena en forma de ferritina, complejo de Fe-proteína que sirve de reserva. En el plasma, el Fe circula unido a la transferrina, en concentraciones de 100-150 mg por 100 mL (Charlebois & Pantopoulos, 2023; Samarakoon & Nirmal, 2023).

Por estos motivos, la administración adecuada de hierro por medio de los alimentos debe ser de acuerdo con las necesidades nutricionales individuales de cada paciente (Tabla 1). Existe un requerimiento estándar para cada una de las etapas de vida de las personas. La recomendación diaria aconsejada para una mujer es de 14-28 mg y para un hombre de 5-10 mg (Haya et al., 2025).

**Tabla 1. Recomendaciones de ingestión diaria de hierro en seres humanos (Haya et al., 2025).**

Categoría	Edad (años)	Hierro (mg)
Lactantes	<0.5	No aplica
	0.6-1.0	16
Niños	1.1-3.0	13
	4-8	15
Hombres	9-13	20
	14-18	22
	>19	15
Mujeres	11-14	16
	15-18	22
	>19	21

El metabolismo del hierro va a depender del tipo de alimentación de las personas, y la interacción entre estos y los mecanismos de regulación propios de la mucosa intestinal, que reflejan la necesidad fisiológica de hierro que tenga el organismo. Se requiere, también, de niveles



normales de ciertas vitaminas como la A y la C, que son importantes en su homeostasis (Roemhild et al., 2021).

### 2.3 Beneficios del consumo de alimentos con hierro.

El hierro es uno de los principales elementos de la sangre. Su función consiste en oxidarse cuando pasa por los pulmones y, de esta manera, transportar el oxígeno hasta las últimas células de los tejidos, que sin este elemento no podrían vivir. Cuando la sangre llega a los pulmones, el hierro que contienen los glóbulos rojos se oxida y arrastra el oxígeno hasta los tejidos. Este oxígeno permite las funciones vitales de las células como la contracción muscular, entre otras (Lakhal-Littleton & Alistair Robbins, 2017).

Uno de los síntomas más comunes ocasionados por la deficiencia de hierro es una sensación continua de cansancio, además la carencia grave de este mineral provoca anemia, un suministro insuficiente de eritrocitos y una capacidad reducida de transporte de oxígeno que puede poner en peligro la vida. Caso contrario, un exceso de hierro se puede acumular en el hígado, generando hemocromatosis (Auerbach et al., 2025).

Dentro de los métodos más comunes que se utilizan para conocer el contenido de minerales en los alimentos se tiene la titulación complejométrica con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o algún otro quelante, así como por gravimetría (para cationes metálicos) (Zhang et al., 2021).

En el presente proyecto se utilizó el método EDTA para la determinación de hierro II y hierro III.

### 2.4 Espinaca

La espinaca es un tipo de hortaliza de alto valor nutricional por el diverso contenido de nutrientes que contiene: proteínas (2.86%), carbohidratos (0.8%) y lípidos (0.35%).

El poder nutritivo de las espinacas radica en su gran riqueza vitamínica y mineral, ya que 100 g de espinaca aportan: dos tercios (672 mg ER) de las necesidades diarias de vitamina A. La práctica totalidad (194 mg) del ácido fólico o folato necesario diariamente. La mitad de la vitamina C (21.8 mg) que necesitamos cada día. Casi la cuarta parte de magnesio (79 mg) requerido. Más la cuarta parte (2.71 mg) de las necesarias de hierro (Zdravkovic-Korac et al., 2023).



### 2.5 Avena

La avena se encuentra dentro del grupo de los hidratos de carbono complejos, contiene las sustancias básicas necesarias para una correcta alimentación. Es rica en proteínas de alta calidad biológica, carbohidratos, grasas y un gran número de vitaminas, minerales y oligoelementos (Paudel et al., 2021). Además, purifica el organismo, aligera la digestión, aporta equilibrio psíquico y sosiega la inquietud (Valido et al., 2021).

### 2.6 Alimento funcional

Se consideran alimentos funcionales a aquellos que, con independencia de aportar nutrientes, han demostrado científicamente que afectan de manera benéfica a una o varias funciones del organismo, de modo que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar (Miano, 2016).

Estos alimentos son importantes para la alimentación diaria del ser humano, porque siempre van a ser nutritivos, de esta forma se consumen de acuerdo con sus necesidades y requerimientos diarios (Vignesh et al., 2024). Este tipo de alimentos pueden formar parte de la dieta de cualquier persona; además, están especialmente indicados en aquellos grupos de población con necesidades nutricionales especiales (embarazadas y niños), estados carenciales, intolerancias a determinados alimentos, colectivos con riesgos de determinadas enfermedades (cardiovasculares, gastrointestinales, osteoporosis, diabetes, etc) y personas mayores (Fekete et al., 2024).

La función y el objetivo de estos alimentos funcionales es que puedan prevenir enfermedades, al igual que nutrir, pues se espera que estos alimentos ayuden en los siguientes procesos que realiza el organismo: crecimiento y desarrollo, metabolismo o utilización de nutrientes, defensa antioxidante, sistema cardiovascular, fisiología o funcionamiento intestinal y funciones psicológicas y conductuales (Granato et al., 2020).

### 2.7 Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

La espectroscopia infrarroja sondea las vibraciones moleculares. Los grupos funcionales pueden asociarse con bandas de absorción infrarroja características, que corresponden a las vibraciones fundamentales de los grupos funcionales (Rohman et al., 2020). Este tipo de espectroscopia tiene un amplio rango de aplicación, desde el análisis de pequeñas moléculas o complejos moleculares hasta el análisis de células o tejidos (Fadlelmoula et al., 2022).





### 3. Metodología

#### 3.1 Materiales, reactivos y equipos.

EDTA (Sigma-Aldrich), indicador negro de eriocromo (Merck), etanol (Sigma-Aldrich), espectrofotómetro FTIR (Bruker Vertex 70).

#### 3.2 Análisis de la espinaca mediante FTIR.

Se analizó una muestra de espinaca utilizada en el presente proyecto mediante la técnica FTIR en modo ATR (reflectancia total atenuada). Se realizaron 120 barridos con  $4\text{ cm}^{-1}$  de resolución en el infrarrojo medio ( $400\text{-}4000\text{cm}^{-1}$ ). Los espectros obtenidos se analizaron con el programa Origin 6.0.

#### 3.3 Elaboración del alimento tipo croqueta a base de espinaca y hojuelas de avena.

Se realizaron diversas formulaciones del alimento, donde se consideró la muestra que mostrara mejor desempeño durante su elaboración, así como en la obtención del producto final. A las muestras obtenidas con la formulación seleccionada se le realizó una evaluación sensorial, así como la determinación de la cantidad de hierro presente.

#### 3.4 Determinación de hierro en el alimento elaborado mediante EDTA.

Para este análisis se utilizó la técnica con base en el uso del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). En esta etapa se utilizó el negro de eriocromo T, así como una solución de EDTA 0.01 M. Se realizó el análisis en las muestras de espinaca, así como en el alimento elaborado.

Para la determinación, las muestras se secaron en un horno de convección a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}/24\text{ h}$ , posteriormente se tomaron 10 g de muestra seca (molida) y se calcinaron con ayuda de un mechero, para ser colocadas después en una mufla a  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 6 h para la obtención de cenizas. A las cenizas obtenidas se aforaron a 50 mL con agua destilada, se tomó una alícuota de 10 mL, la cual se filtró para posteriormente agregar nuevamente 10 mL al líquido obtenido, se agregaron 3 gotas del indicador negro de eriocromo T. Por último, se valoró con EDTA 0.01 M hasta observar el viraje del indicador. El análisis se realizó por triplicado.



### 3.5 Evaluación sensorial

Se realizó una evaluación sensorial del producto obtenido (croqueta de espinaca y hojuelas de avena) en las instalaciones del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional (CIBA-IPN).

La evaluación sensorial fue aplicada a 30 personas, se utilizó una escala hedónica para valorar el alimento (valores del 1 al 9), donde cada valor tenía su descripción: 1 = me disgusta extremadamente, 2 = me disgusta mucho, 3 = me disgusta moderadamente, 4 = me disgusta levemente, 5 = no me gusta, ni me disgusta, 6 = me gusta levemente, 7 = me gusta moderadamente, 8 = me gusta mucho y 9 = me gusta extremadamente. Los parámetros a evaluar fueron: olor, sabor, textura, color y aspecto general. Los resultados obtenidos se representaron en un gráfico de araña.

## 4. Discusión de resultados

### 4.1 Análisis de la espinaca mediante FTIR.

En el espectro FTIR de la figura 1, se muestra el espectro FTIR de la muestra de espinaca, se observan las bandas correspondientes al enlace C-H ( $2921\text{--}2852\text{ cm}^{-1}$ ), el grupo funcional ceto se determinó entre  $1700\text{ y }1650\text{ cm}^{-1}$ , la banda entre  $1340\text{ y }1330\text{ cm}^{-1}$  corresponde al enlace C-N característico del anillo tetrapirrol (Anitha & Vaideki, 2022). Finalmente, la presencia del enlace Fe-O se determinó a  $567\text{ cm}^{-1}$  (Nandiyanto et al., 2019).

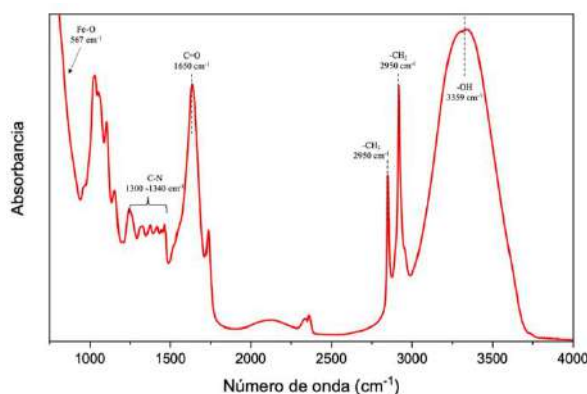


Figura 1. Espectro FTIR de espinaca, obtenido en la zona del infrarrojo medio en modo ATR (elaboración propia, 2025).



#### 4.2 Elaboración del alimento tipo croqueta a base de espinaca y hojuelas de avena.

A continuación, se presenta la formulación seleccionada para la elaboración de la croqueta (Tabla 2).

**Tabla 2. Ingredientes utilizados en la elaboración del alimento tipo croqueta (Elaboración propia).**

Ingrediente	Cantidad
Espinaca	180 g
Hojuelas de avena	70 g
Huevos	2
Aceite de oliva	N.A.
Sal	N.A.
Pimienta	N.A.

En las figuras 2 se observa el alimento generado tipo croqueta.



**Figura 2. Alimento tipo croqueta generado en el presente proyecto (Elaboración propia, 2025).**

La finalidad de elaborar un alimento tipo croqueta que contenga espinaca es debido a que esta hortaliza no es del agrado de todas las personas. Sin embargo, es un alimento popular por su valor nutricional. Además, cabe mencionar que la espinaca es un alimento que se puede

consumir crudo o cocido; además, el sabor es muy versátil, permitiendo hacer preparaciones tanto dulces como saladas.

#### **4.3 Determinación de hierro en el alimento elaborado mediante EDTA.**

Con el presente análisis se obtuvieron los siguientes resultados para la espinaca y la croqueta elaborada (Tabla 3):

**Tabla 3. Cantidad de hierro determinada en muestras de espinaca y croqueta mediante el método EDTA (elaboración propia, 2025).**

<b>Muestra</b>	<b>Cantidad Fe (mg)/100 g</b>
Espinaca	$27.9 \pm 0.1$
Croqueta	$32.8 \pm 0.2$

Los resultados obtenidos indican una mayor concentración de cantidad de Fe/100 g en comparación con otros alimentos de consumo común en México, como lo son las lentejas (3.3–3.5 mg Fe/100g) (Podder et al., 2017) y garbanzos (2.9–3.2 mg Fe/100 g) (Jahan & Tar'an, 2023). Con una dieta normal se aportan entre 10-30 mg diarios, de los cuales se absorbe del 5 al 10% a nivel del duodeno (García-Luna y López-Gallardo, 2007). Las necesidades diarias de hierro son de 1 a 4 mg y aumentan en estados fisiológicos como el embarazo, la lactancia y la pubertad (Jorgensen et al., 2016); por lo que, el alimento cumple con las necesidades diarias de hierro para que los procesos químicos que suceden en el cuerpo humano sean realizados adecuadamente. La ventaja de este alimento es que puede utilizarse de snack o plato fuerte acompañado de otros alimentos que pueden potenciar tanto el sabor como el nutriente, por ejemplo: alimentos que contengan vitamina C (ácido ascórbico), ya que este compuesto orgánico permite una mejor absorción de hierro en el organismo (Deng et al., 2024).

#### **4.4 Evaluación sensorial**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la croqueta de espinaca y hojuelas de avena.

En la tabla 4 se presentan, de manera numérica, los resultados obtenidos en la evaluación sensorial. Mientras que en la figura 3, se presenta un gráfico de araña, donde se representan de manera esquemática los resultados obtenidos.

Tabla 4. Promedio de resultados obtenidos por parámetro en la evaluación sensorial.

Parámetro	Calificación promedio
Olor	$6.8 \pm 0.1$
Sabor	$6.9 \pm 0.3$
Textura	$6.6 \pm 0.2$
Aspecto general	$6.4 \pm 0.2$



Figura 3. Resultados de la evaluación sensorial de la croqueta (Elaboración propia, 2025).

Los parámetros más valorados fueron el sabor y el olor, mientras que el aspecto general obtuvo la menor puntuación. Es importante considerar que las personas tienen diferentes gustos, costumbres y hábitos en su alimentación; además, la motivación personal para comer, la cantidad, frecuencia y tipo de alimentos que se consumen están afectadas por un gran número de variables, como el hambre, el apetito, el costo, la accesibilidad de los alimentos, la cultura, compañeros y emociones (Ruiz-Capillas & Herrero, 2021).



## 5. Conclusiones

La croqueta elaborada en el presente proyecto contiene concentraciones de hierro que pueden ayudar a cubrir las necesidades básicas de este nutriente en la dieta del ser humano, además la presencia de hierro en el alimento se confirmó con el análisis FTIR realizado al mismo.

Con el análisis sensorial realizado, se determinaron propiedades sensoriales que son de mayor agrado para la población, así como determinar el nivel de aceptación por parte de esta.

La finalidad del alimento desarrollado no solo es cumplir con el requerimiento diario de hierro en la dieta, sino también la prevención de enfermedades y la disminución del daño que provocan, en conjunto con la nutrición pública, promoción de hábitos saludables y una adecuada educación alimentaria.

## 6. Referencias

- Akan, S. & Bayram, M. (2021). The importance of water composition on some characteristics of food products. *11. International Conference on innovative Engineering Applications*. Mus, Turkey. Recuperado el 18 de agosto de 2025 de [https://www.researchgate.net/publication/353017142\\_The\\_Importance\\_of\\_Water\\_Composition\\_on\\_Some\\_Characteristics\\_of\\_Food\\_Products](https://www.researchgate.net/publication/353017142_The_Importance_of_Water_Composition_on_Some_Characteristics_of_Food_Products)
- Akram, M., Munir, N., Daniyal, M., Egbuna, C., Gaman, M., Onyekere, P.F. & Olatunde, A. (2020). *Vitamins and Minerals: types, sources and their functions*. In: Egbuna, C. Dable Tupas, G. (eds) *Functional Foods and Nutraceuticals*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42319-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42319-3_9)
- Anitha, S. & Vaideki, K. (2022). ATR-FTIR análisis on aliphatic hydrocarbon bond (C-H) formation and carboxyl content during the ageing of DC air plasma treated cotton cellulose and its impact on hydrophilicity. *Organic Polymer Material Research*. 4(1). <https://doi.org/10.30564/opmr.v4i1.4610>
- Arosio, P., Cairo, G. & Bou-Abdallah, F. (2025). A brief history of ferritin, and ancient and versatile protein. *International Journal of Molecular Sciences*. 26(1):206. <https://doi.org/10.3390/ijms26010206>
- Auerbach, M., DeLoughery, T. & Tirnauer, J. (2025). Iron deficiency in adults: a review. *JAMA Network*. 333(20):1813-1823. <https://doi.org/10.1001/jama.2025.0452>
- Charlebois, E. & Pantopoulos, K. (2023). Nutritional aspects of iron in health and disease. *MDPI: Nutrients*. 15(11):2441. <https://doi.org/10.3390/nu15112441>
- Chiang, V.S. (2015). Bromatology: What we do and what we are about. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 12:895-900. <https://dx.doi.org/10.19026/ajfst.8.2727>



- Coria-Hernández, J., Meléndez-Pérez, R., Méndez-Albores, A. & Arjona-Román, J.L. (2020). Cambios en el contenido de mioglobina en el músculo porcino *Longissimus thoracis* durante el almacenamiento en congelación. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 11(3). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5214>
- Cortes-Herrera, C., Artavia, G., Quiros-Fallas, S., Calderon-Calvo, E., Leiva, A., Vazquez-Flores, J. & Granados-Chinchilla, F. (2023). Analysis of minerals in foods: a three-year survey from Costa Rican market products. *Journal of Food Research*. 12(1). <https://doi.org/10.5539/jfr.v12n1p9>
- Deng, J., Ramelli, L., Ye Li, P. Eshagpour, A., Li, A., Schuenemann, G. & Crowther, M.A. (2024). Efficacy of vitamin C with Fe supplementation in patients with iron deficiency anemia: a systematic review and meta-analysis. *Blood VTH*. 1(4):100023. <https://doi.org/10.1016/j.bvth.2024.100023>
- Escalante-García, V.A., Escobar-Ramírez, A. & González-Garrido, J.A. (2020). Beneficio de consumo de alimentos funcionales. *Dirección de Comunicación de la Ciencia UV*. Recuperado el 15 de agosto de 2025 de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/beneficiosdeconsumodealimentosfuncionales/>
- Fadlelmoula, A., Pinho, D., Carvalho, V.H., Catarino, S.O. & Minas, G. (2022). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy to analyse human blood over the last 20 years: a review towards lab-on-a-chip devices. *MDPI:micromachines*. 13(2):187. <https://doi.org/10.3390/mi13020187>
- Fekete, M., Lehoczki, A., Kryczyk-Poprawa, A., Zábó, V., Varga, J.T., Bálint, M., Faekas-Pongor, V., Csipo, T., Rzas-Duran, E. & Varga, P. (2024). Functional foods in modern nutrition science: mechanisms, evidence, and public health implications. *MDPI: nutrients*. 17(13):2153. <https://doi.org/10.3390/nu17132153>
- Frydrych, A., Kulita, K., Jurowski, K. & Piekoszewski, W. (2025). Lipids in clinical nutrition and health: narrative review and dietary recommendations. *MDPI: foods*. 14(3):473. <https://doi.org/10.3390/foods14030473>
- García-luna, P.P. & López-Gallardo, G. (2007). Study on intestinal absorption, metabolism, and adaption. *Nutrición Hospitalaria*. 22(2):5-13. Recuperado el 15 de agosto de 2025 de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112007000500002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500002)
- Granato, D., Barba, F.J., Kovacevic, D.B., Lorenzo, J.M., Cruz, A.G. & Putnik, P. (2020). Functional foods: product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*. 11:93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Gutiérrez, O.M., Porter, A.K., Viggesswarapu, M., Roberts, J.L. & Beck Jr, G.R. (2020). Effects of phosphorous and calcium to phosphorous consumption ratio on mineral metabolism and



- cardiometabolic health. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 80:108374. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108374>
- Haya, M., Baliwati, Y.F., Khomsan, A. & Briawan, D. (2025). Improving iron intake through food-based recommendation educational base don health belief model: a quasi-experimental study in rural Indonesia. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. 45(2). <https://doi.org/10.12873/452haya>
  - Jahan, T.A. & Tar'an, B. (2023). Agronomic approach to iron biofortification in chickpea. *MDPI: agronomy*. 13(12):2894. <https://doi.org/10.3390/agronomy13122894>
  - Jorgensen, J.M., Yang, Z., Lönnerdal, B., Chantry, C.J. & Dewey, K.G. (2016). Effect of iron supplementation during lactation on maternal iron status and oxidative stress: A randomized controlled trial. *Maternal & Child Nutrition*. 13(4):e12394. <https://doi.org/10.1111/mcn.12394>
  - Lakhal-Littleton, S. & Alistair-Robbins, P. (2017). The interplay between iron and oxygen homeostasis with a particular focus on the heart. *Journal of Applied Physiology*. 123(4):967-973. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00237.2017>
  - Loveday, S. (2019). Food proteins: technological, nutritional and sustainability attributes of traditional and emerging proteins. *Annual review of food science and technology*. 10:311-339. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121128>
  - Miano, T.F. (2016). Functional Food – A Review. *European Academic Research*. 4(6):5695-5702. Recuperado el 20 de agosto de 2025 de [https://www.researchgate.net/publication/308928192\\_Functional\\_Food\\_-\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/308928192_Functional_Food_-_A_Review)
  - Nandiyanto, A.B.D., Oktiani, R. & Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science & Technology*. 4(1):97-118. <http://dx.doi.org/10.17509/ijost.v4i1.15806>
  - Paudel, D., Dhungana, B., Caffè, M. & Krishnan, P. (2021). A review of health-beneficial properties of oats. *Foods*. 10(11):2591, <https://doi.org/10.3390/foods10112591>
  - Podder, R., Tar'an, B., Tyler, R., Henry, C., DellaValle, D. & Vandenberg, A. (2017). Iron fortification of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to address iron deficiency. *MDPI: nutrients*. 9(8):863. <https://doi.org/10.3390/nu9080863>
  - Roemhild, K., von Maltzahn, F., Weiskirchen, R., Knüchel, R., von Stillfried, S. & Lammers, T. (2021). Iron metabolism: pathophysiology and Pharmacology. *Trends in Pharmacological Sciences*. 42(8):640-656. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2021.05.001>
  - Rohman, A., Ghazali, M.A.B., Windarsih, A., Irnawati, Riyanto, S., Yusof, F.M. & Mustafa, S. (2020). Comprehensive Review on application of FTIR spectroscopy coupled with chemometrics for authentication analysis of fats and oils in the food products. *MDPI: molecules*. 25(22):5485. <https://doi.org/10.3390/molecules25225485>





- Roughani, A. & Mehdi Miri, S. (2019). Spinach: An important green leafy vegetable and medicinal herb. *The 2nd International Conference on Medicinal Plants, Organic Farming, Natural and Pharmaceutical Ingredients*. Revisado el 18 de agosto de 2025 en [https://www.researchgate.net/publication/329699312\\_Spinach\\_An\\_important\\_green\\_leafy\\_vegetable\\_and\\_medicinal\\_herb](https://www.researchgate.net/publication/329699312_Spinach_An_important_green_leafy_vegetable_and_medicinal_herb)
- Ruiz-Becerra, P.C. & Sandoval-Godoy, S.A. (2018). Canasta alimentaria de México: cambios dietarios y problemas de representatividad regional. *Agroalimentaria*. 24(47):59-75. Recuperado el 15 de agosto de 2025 de <https://www.redalyc.org/journal/1992/199260579004/html/>
- Ruiz-Capillas, C. & Herrero, A.M. (2021). Sensory análisis and consumer research in new producto development. *MDPI: foods*. 10(3):582. <https://doi.org/10.3390/foods10030582>
- Samarakoon, S. & Nirmal, D. (2023). Significance of iron as a micronutrient in human health and the importance of iron-rich food and iron supplementation. *Authorea*. <https://doi.org/10.22541/au.167595292.29077365/v1>
- Valido, E., Stoyanov, J., Bertolo, A., Hertig-Godeschalk, A., Zeh, R.M., Flueck, J.L., Minder, B., Stojic, S., Metzger, B., Bussler, W., Muka, T., Kern, H. & Glisic, M. (2021). Systematic review of the effects of oat intake on gastrointestinal health. *The Journal of Nutrition*. 151(10):3075-3090. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab245>
- Vignesh, A., Cheeran-Amal, T., Sarvalingam, A. & Vasanth, K. (2024). A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health. *Food Chemistry Advances*. 5:100749. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100749>
- Zdravkovic-Korac, S., Belic, M., Calic, D. & Milojevic, J. (2023). Somatic embryogenesis in spinach-a review. *MDPI: Horticulturae*. 9(9):1048. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9091048>
- Zhang, K., Dai, Z., Zhang, W., Gao, Q., Dai, Y., Xia, F. & Zhang, X. (2021). EDTA-based adsorbents for the removal of metal ions in wastewater. *Coordination Chemistry Reviews*. 434:213809. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.213809>



# Electroquímica en la lucha contra la contaminación del agua

Electrochemistry in the Fight Against Water Pollution

Pacheco-Álvarez, Martín O.A.<sup>1</sup>, Peralta-Hernández Juan M.<sup>2</sup>, Sandoval López Miguel Ángel <sup>3</sup>,  
Ramírez Zúñiga Paloma Eloísa <sup>4</sup>

1. Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Tecnológico Nacional de México, Carretera Estatal Guanajuato-Puentecillas km. 10.5, Guanajuato 36262, México. [martin.pa@guanajuato.tecnm](mailto:martin.pa@guanajuato.tecnm)
2. Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Química, Cerro de la Venada S/N, Pueblito de Rocha, Guanajuato 36040, México. [juan.peralta@ugto.mx](mailto:juan.peralta@ugto.mx)
3. Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Tecnológico Nacional de México, Carretera Estatal Guanajuato-Puentecillas km. 10.5, Guanajuato 36262, México. [miguel.sl@guanajuato.tecnm.mx](mailto:miguel.sl@guanajuato.tecnm.mx)
4. Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Tecnológico Nacional de México, Carretera Estatal Guanajuato-Puentecillas km. 10.5, Guanajuato 36262, México. [paloma.rz@guanajuato.tecnm.mx](mailto:paloma.rz@guanajuato.tecnm.mx)

**Resumen:** La industria textil y de la curtiduría genera aguas residuales con altas concentraciones de colorantes azoicos, difíciles de eliminar y con efectos dañinos en la salud humana y los ecosistemas. En este trabajo se presentan procesos de oxidación avanzada electroquímicos para la degradación del colorante Naranja Reactivo 84 (NR84). Se emplearon electrodos de diamante dopado con boro (BDD), y se evaluaron tres procesos: Oxidación anódica, Electro-Fenton y Fotoelectro-Fenton. Los resultados mostraron que el proceso Fotoelectro-Fenton logró la eliminación total del color en menos de 40 minutos y alcanzó una reducción significativa de la demanda química de oxígeno. Estos hallazgos evidencian el potencial de la electroquímica para el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la protección ambiental.

**Palabras Clave:** aguas residuales, colorantes azoicos, fotoelectro-Fenton, medio ambiente, oxidación avanzada.

**Abstract:** The textile and tannery industries generate wastewater containing azo dyes that are highly persistent and toxic to ecosystems. In this study, electrochemical advanced oxidation processes (EAOPs) were applied to degrade the azo dye Reactive Orange 84 (RO84) using boron-doped diamond electrodes. Three processes were evaluated: anodic oxidation, electro-



Fenton, and photoelectro-Fenton. The photoelectro-Fenton process achieved complete color removal in less than 40 minutes and significantly reduced the chemical oxygen demand. These findings highlight the potential of electrochemical methods for wastewater treatment and environmental protection.

**Keywords:** wastewater, azo dyes, Photoelectro-Fenton, advanced oxidation, environment.

## **1. Introducción**

El agua es un recurso fundamental para la vida y, al mismo tiempo, uno de los más amenazados por las actividades humanas. En todo el mundo, millones de litros de aguas residuales se descargan cada día en ríos, lagos y mares, muchas veces sin recibir un tratamiento adecuado. Entre las industrias que más contribuyen a este problema se encuentran la textil y la de la curtiduría. Ambas utilizan grandes cantidades de agua y emplean colorantes sintéticos para dar acabado a telas y cueros. Estos colorantes, por ser compuestos orgánicos complejos, presentan una alta estabilidad química que les permite fijarse en los materiales, pero que, al mismo tiempo, los hace muy difíciles de degradar en el ambiente.

Los colorantes azoicos, como el Naranja Reactivo 84 (NR84), representan un caso particular. Se caracterizan por poseer dobles enlaces de nitrógeno, conocidos como enlaces azo ( $-N=N-$ ) que les confieren estabilidad y resistencia. Sin embargo, cuando llegan a cuerpos de agua, reducen la penetración de la luz solar, afectan la fotosíntesis de algas y plantas acuáticas, disminuyen el oxígeno disuelto y, en algunos casos, pueden transformarse en compuestos aún más tóxicos, incluyendo aminas aromáticas. En México y en países con fuerte presencia de industrias textiles y de curtido, como India, China y Bangladesh, la presencia de estos colorantes en aguas residuales constituye un serio desafío para la salud ambiental.

De acuerdo con reportes internacionales, la producción mundial de colorantes textiles supera el millón de toneladas anuales, y se estima que entre el 10 y el 15 % de estos compuestos no se fijan en los tejidos y terminan directamente en los efluentes. En Guanajuato, donde la industria curtidora es un motor económico, se han identificado altos niveles de contaminación en los ríos cercanos a las zonas de curtido. La población local reconoce que el agua cambia de color y olor dependiendo de la producción de la semana, lo que evidencia la magnitud del problema.

Ante esta situación, la búsqueda de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales es crucial, especialmente para este tipo de efluentes, en donde gran parte de los



contaminantes que al ser resistentes a la degradación por métodos convencionales se clasifican como contaminantes orgánicos persistentes (COPs).

Por ello, se exploran métodos alternativos basados en la electroquímica, los Procesos de Oxidación Avanzada Electroquímicos (POAEs) se han presentado como una tecnología prometedora, estos procesos se caracterizan por la generación de especies altamente oxidantes como el radical hidroxilo, las cuales pueden degradar por completo a los contaminantes evitando así, la generación de productos secundarios nocivos o el traslado de la contaminación de un medio a otro, como pudiera ocurrir con algunos métodos convencionales. Además, estos POAEs son muy versátiles, de fácil operación y muy eficientes una vez que son optimizados.

## **2. Delimitación contextual**

A lo largo de las últimas décadas, se han implementado diversas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria textil y curtidora. Entre ellas destacan los procesos de tratamiento físico-químico como la coagulación-floculación, tratamiento biológico, y filtración por membranas. La coagulación-floculación es eficiente contra sólidos y patógenos, pero tiene altos costos de operación, genera subproductos y consta de múltiples etapas operacionalmente complejas, el tratamiento biológico tiene un alto grado de depuración de materia orgánica, pero tiene rendimientos limitados y por último la tecnología de membranas otorga alta calidad del efluente, pero requiere un mantenimiento intensivo y costoso. Por estas razones, estos procesos no resultan completamente eficaces para el tratamiento de COPs, un ejemplo son los colorantes, estos compuestos químicos son vertidos como agua residual en diversas industrias textiles y curtidoras, y los métodos tradicionales no son lo suficientemente agresivos como para lograr su completa degradación.

Frente a estos inconvenientes, los procesos de oxidación avanzada electroquímicos (POAEs) como la Electro-Oxidación (EO), Electro-Fenton (EF) y Foto-Electro-Fenton (FEF) han ganado una atención significativa como métodos efectivos para tratar contaminantes en diversos entornos, respaldados por diversas investigaciones (Kumari & Kumar, 2023; Nidheesh et al., 2023; Tanveer et al., 2023).

Los electrodos de diamante dopado con boro (BDD) y los electrodos de óxido de metal mixto (DSA) han surgido como opciones prometedoras para facilitar estos procesos (Corona-Bautista et al., 2021; Ennouri et al., 2021).



En estos procesos electroquímicos la generación de especies oxidantes que actúan como “soldados” encargados de atacar y degradar los contaminantes, dependen de varios factores operativos y de las condiciones del medio, como el electrolito soporte, densidad de corriente aplicada y cantidad de catalizador utilizado para el caso de EF y FEF. Estas especies se pueden producir tanto en la superficie del electrodo como dentro de la solución. Además, los procesos EF utilizan peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) para generar  $\cdot\text{OH}$  a través de la reacción de Fenton, con la adición de  $\text{Fe}^{2+}$  como catalizador. El proceso EF puede ser mejorado mediante la radiación UVA, dando lugar al proceso FEF.

La investigación de estos procesos se ha centrado en la eliminación de diversos contaminantes, incluyendo diversos colorantes y pesticidas, logrando resultados positivos (Pacheco-Álvarez et al., 2023; Villaseñor-Basulto et al., 2022)

En nuestra investigación utilizamos el contaminante Naranja Reactivo 84 debido a que es un buen modelo para demostrar la efectividad de estos procesos, el poseer una estructura compleja con grupos sulfonados lo convierte en un contaminante resistente. La elección de este compuesto en la investigación no es casual: representa un desafío real en aguas residuales de la industria textil y de curtiduría, y cualquier éxito en su degradación puede trasladarse a contaminantes similares.

### 3. Metodología

Para entender la propuesta, vale la pena describir de manera sencilla cómo funcionan los tres procesos evaluados:

1. Electro-Oxidación: se aplica una corriente eléctrica a través de un electrodo especial, en este caso de diamante dopado con boro. En la superficie del electrodo se generan  $\cdot\text{OH}$ , moléculas extremadamente reactivas que atacan y destruyen las moléculas del colorante (Figura 1a.)(Chen et al., 2021).

2. Electro-Fenton: al sistema de EO se añade una pequeña cantidad de  $\text{Fe}^{2+}$ . Estas reaccionan con el peróxido de hidrógeno generado en el cátodo, produciendo más  $\cdot\text{OH}$  en la solución. Es como si se multiplicara la cantidad de “soldados químicos” luchando contra el contaminante (Figura 1b.)(Pacheco-Álvarez et al., 2022)



3. Fotoelectro-Fenton: combina el proceso de EF con luz ultravioleta. La radiación ayuda a regenerar continuamente el hierro en su forma activa y a romper complejos intermedios, lo que se traduce en una generación aún mayor de  $\cdot\text{OH}$ . Gracias a este refuerzo, el proceso es más rápido y completo (Figura 1c) (Behrouzeh et al., 2022).

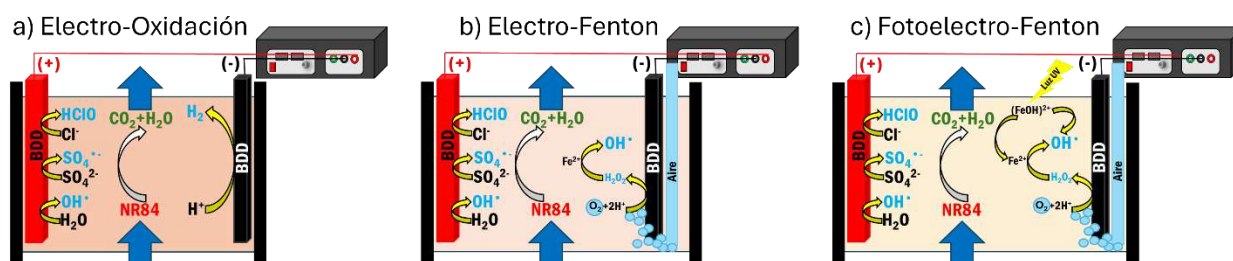


Figura 1. Esquema de los diferentes POAE's.

En el laboratorio, se trabajó con soluciones que contenían 100 y 200 mg L<sup>-1</sup> del colorante. Se probaron diferentes electrolitos de soporte: sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), cloruro de sodio (NaCl) y combinaciones de ambos. Estos electrolitos, aunque pueden parecer simples sales, desempeñan un papel fundamental porque influyen en la conductividad del medio y en la generación de especies oxidantes adicionales.

El sistema se diseñó en un reactor tipo tanque agitado, con electrodos de 4 cm<sup>2</sup> como se aprecia en la Figura 2. Se aplicaron diferentes densidades de corriente (25, 50 y 100 mA cm<sup>-2</sup>) y se siguió el proceso mediante la medición del color, la demanda química de oxígeno (DQO) y la identificación de subproductos como ácidos carboxílicos.

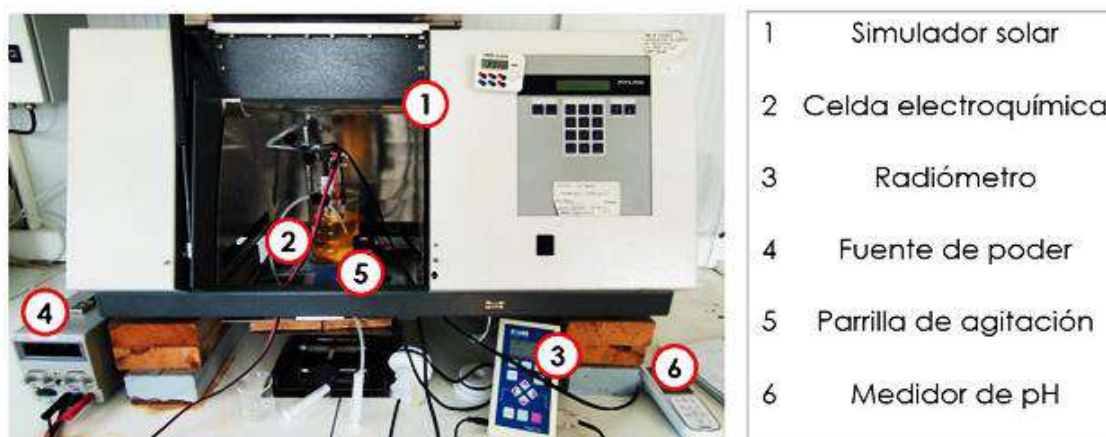


Figura 2. Sistema electroquímico para Degradación de NR84.

#### **4. Desarrollo**

Los resultados mostraron diferencias notables entre los tres procesos. En la EO, la decoloración completa del agua se alcanzó en aproximadamente 55 minutos. Aunque este resultado es alentador, todavía representaba un tiempo relativamente largo considerando la posible aplicación a nivel industrial.

Al aplicar el proceso EF, el tiempo de tratamiento se redujo a unos 40–50 minutos, lo que representa una mejora significativa. La adición de hierro catalizó reacciones adicionales que aceleraron la destrucción del colorante. Pero el mayor éxito se alcanzó con el proceso FEF, donde la decoloración se completó en apenas 35 minutos y la reducción de la DQO alcanzó hasta un 83 %. Esto significa que no solo desapareció el color, sino que también se eliminaron compuestos intermedios responsables de la carga contaminante.

Un hallazgo particularmente interesante fue el efecto del electrolito de soporte. Cuando se utilizó únicamente  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , se obtuvo un buen desempeño gracias a la producción eficiente de radicales hidroxilo. Al trabajar con  $\text{NaCl}$ , se observaron también especies oxidantes derivadas del cloro, como el ácido hipocloroso, que contribuyeron a la degradación. Sin embargo, lo más sorprendente ocurrió cuando se mezclaron ambas sales: se presentó un efecto sinérgico que aceleró el proceso más allá de lo esperado. Este tipo de hallazgos es clave porque refleja las condiciones reales de las aguas residuales industriales, que suelen contener diversas sales de manera simultánea.

Los análisis químicos permitieron identificar al ácido oxálico como uno de los principales subproductos. Aunque este compuesto es menos dañino que el colorante original, su acumulación puede ser un problema. Sin embargo, el proceso FEF demostró ser capaz de mineralizarlo completamente, lo que asegura una limpieza más profunda del agua tratada.

Desde un punto de vista práctico, estos resultados son muy alentadores. Si bien la investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio, la rapidez y eficiencia de los procesos, en particular del FEF, abren la posibilidad de escalar esta tecnología a plantas piloto e incluso a nivel industrial.

Es importante también reconocer los retos. El uso de electrodos de diamante dopado con boro implica un costo inicial elevado, aunque su durabilidad y eficiencia compensan en parte esta inversión. Otro aspecto para considerar es el consumo energético, que debe evaluarse





cuidadosamente si se quiere aplicar a gran escala. Sin embargo, el hecho de que estas tecnologías puedan acoplarse con energías renovables, como la solar, les da un potencial muy atractivo en el marco de la transición energética global.

Más allá de la parte técnica, el impacto social de este tipo de tecnologías es enorme. Garantizar agua limpia no solo es un objetivo ambiental, sino un derecho humano reconocido internacionalmente. En comunidades donde la industria convive con la población, disponer de sistemas capaces de tratar aguas contaminadas puede marcar la diferencia entre la salud y la enfermedad, entre ecosistemas degradados y ecosistemas resilientes.

### 5. Conclusiones

Los procesos electroquímicos avanzados se perfilan como herramientas clave para enfrentar la contaminación por colorantes azoicos en aguas residuales. Entre ellos, el FEF destaca como el más eficiente, al combinar la acción de radicales generados electroquímicamente con el refuerzo de la radiación ultravioleta.

La eliminación completa del colorante Naranja Reactivo 84 y la reducción significativa de la demanda química de oxígeno evidencian que esta tecnología ofrece soluciones reales a problemas que hasta ahora parecían difíciles de abordar. Aunque todavía existen retos en términos de costos y escalamiento, las ventajas en eficiencia, versatilidad y potencial ambiental hacen de estos procesos una apuesta sólida para el futuro.

Implementar estas tecnologías en la industria textil y de la curtiduría no solo contribuiría a cumplir con regulaciones ambientales más estrictas, sino que también fortalecería la competitividad de las empresas al alinearse con los principios de sostenibilidad y responsabilidad social. Además, contribuiría directamente al cumplimiento del ODS 6 de las Naciones Unidas, al garantizar el acceso a agua limpia y saneamiento.

En conclusión, los procesos electroquímicos avanzados no son únicamente un tema de laboratorio o un campo de investigación académica. Son, en realidad, una vía para transformar la manera en que gestionamos nuestros recursos hídricos, una herramienta que reconciliar el desarrollo económico con el respeto ambiental. Representa, además, una esperanza para millones de personas que merecen un futuro con agua limpia.





## 7. Referencias

- Behrouzeh, M., Mehdi Parivazh, M., Danesh, E., Javad Dianat, M., Abbasi, M., Osfour, S., ... Akrami, M. (2022). Application of Photo-Fenton, Electro-Fenton, and Photo-Electro-Fenton processes for the treatment of DMSO and DMAC wastewaters. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(11). <http://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104229>
- Chen, Z., Lai, W., Xu, Y., Xie, G., Hou, W., Zhanchang, P., ... Li, Y. (2021). Anodic oxidation of ciprofloxacin using different graphite felt anodes: Kinetics and degradation pathways. *Journal of Hazardous Materials*, 405. <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124262>
- Corona-Bautista, M., Picos-Benítez, A., Villaseñor-Basulto, D., Bandala, E., & Peralta-Hernández, J. M. (2021). Discoloration of azo dye Brown HT using different advanced oxidation processes. *Chemosphere*, 267. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129234>
- Ennouri, R., Lavecchia, R., Zuurro, A., Elaoud, S. C., & Petrucci, E. (2021). Degradation of chloramphenicol in water by oxidation on a boron-doped diamond electrode under UV irradiation. *Journal of Water Process Engineering*, 41. <http://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.101995>
- Kumari, P., & Kumar, A. (2023). ADVANCED OXIDATION PROCESS: A remediation technique for organic and non-biodegradable pollutant. *Results in Surfaces and Interfaces*, 11, 100122. <http://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2023.100122>
- Nidheesh, P. V., Trellu, C., Vargas, H. O., Mousset, E., Ganiyu, S. O., & Oturan, M. A. (1 February 2023). Electro-Fenton process in combination with other advanced oxidation processes: Challenges and opportunities. *Current Opinion in Electrochemistry*. Elsevier B.V. <http://doi.org/10.1016/j.coelec.2022.101171>
- Pacheco-Álvarez, M., Fuentes-Ramírez, R., Brillas, E., & Peralta-Hernández, J. M. (2023). Assessing the electrochemical degradation of reactive orange 84 with Ti/IrO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub>-Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> anode using electrochemical oxidation, electro-Fenton, and photoelectro-Fenton under UVA irradiation. *Chemosphere*, 339. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139666>
- Pacheco-Álvarez, M., Picos Benítez, R., Rodríguez-Narváez, O. M., Brillas, E., & Peralta-Hernández, J. M. (1 septembre 2022). A critical review on paracetamol removal from different aqueous matrices by Fenton and Fenton-based processes, and their combined methods. *Chemosphere. Elsevier Ltd.* 10. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134883>
- Tanveer, R., Yasar, A., Nizami, A. S., & Tabinda, A. B. (10 janvier 2023). Integration of physical and advanced oxidation processes for treatment and reuse of textile dye-bath effluents with minimum area footprint. *Journal of Cleaner Production. Elsevier Ltd.* 10 <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135366>
- Villaseñor-Basulto, D. L., Picos-Benítez, A., Pacheco-Alvarez, M., Pérez, T., Bandala, E. R., & Peralta-Hernández, J. M. (2022). Tannery wastewater treatment using combined electrocoagulation and electro-Fenton processes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, <http://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107290>



# DINÁMICAS TERRITORIALES TURÍSTICAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO

Salazar, Monsalve-Luis Fernando<sup>1</sup>, Herrera, López-Beatriz<sup>2</sup>, Morales, Paredes-Yesbek Rocío<sup>3</sup>

1. Facultad de Administración, BUAP, [luissalazar@correo.buap.mx](mailto:luissalazar@correo.buap.mx)
2. Facultad de Administración, BUAP, [beatriz.herrera@correo.buap.mx](mailto:beatriz.herrera@correo.buap.mx)
3. Facultad de Administración, BUAP, [yesbek.morales@correo.buap.mx](mailto:yesbek.morales@correo.buap.mx)

**Resumen:** El objetivo de este artículo fue analizar las dinámicas turísticas territoriales presentadas en el centro histórico de la ciudad de Puebla, México, derivado del desplazamiento de turistas que se concentran en determinados atractivos turísticos mediante una metodología mixta tanto cuantitativa y cualitativa.

Las estrategias gubernamentales para su promoción, conservación y desarrollo han provocado un incremento en la afluencia turística, a la fecha (enero 2024) arriban a la ciudad de Puebla 735 mil 117 turistas, lo que significa un aumento del 14.1% en comparación con el año 2023 (Ambas Manos, 2024). Ante esta dinámica turística es necesario potencializar los atractivos turísticos relegados, con el fin de integrarlos a las rutas establecidas y extender los beneficios que trae la actividad turística hacia áreas alternas, buscando la conservación patrimonial.

**Palabras Clave:** Turismo, Patrimonio, Atractivo, Cultura, Identidad

**Abstract:** The objective of this article was to analyze the territorial tourism dynamics presented in the historic center of the city of Puebla, Mexico, derived from the movement of tourists who concentrate on certain tourist attractions using a mixed quantitative and qualitative methodology. Government strategies for promotion, conservation, and development have led to an increase in tourist arrivals. To date (January 2024), 735,117 tourists have arrived in the city of Puebla, representing a 14.1% increase compared to 2023. Given this tourism dynamic, it is necessary to promote neglected tourist attractions in order to integrate them into established routes and extend the benefits of tourism to alternative areas, with a view to preserving heritage.



**Keywords:** Tourism, Heritage, Attraction, Culture, Identity

## **1. Introducción**

La ciudad de Puebla, a través de distintos periodos ha sufrido transformaciones físicas y sociales, mismas que le han otorgado un reconocimiento patrimonial por parte de la Unesco, con el fin de conservar mediante la delimitación del territorio los rasgos arquitectónicos únicos y característicos de una sociedad.

La apropiación y aprehensión del territorio se ha llevado mediante procesos sustentados en la realidad social local y mediante la valoración patrimonial en un contexto territorial, ya que representa mediante ella, una expresión cultural regional que posee momentos, sentimientos, estructuras y movimientos urbanos que están en constante cambio y evolución.

El aprovechamiento del territorio con fines económicos, ecológicos y sociales han permitido que se desarrollen diferentes actividades incluidas aquellas relacionadas con el turismo, que, ante el constante crecimiento de la demanda de espacios culturales patrimoniales vivos, generan una diversificación y permiten revitalizar una ciudad histórica que necesita indudablemente de dinámicas territoriales tendientes a expandir los beneficios que las actividades producen.

El estudio de las dinámicas turísticas territoriales en el centro histórico de la ciudad de Puebla, se centra en entender, analizar y comprender tanto los desplazamientos y la concentración en los atractivos turísticos por parte de los turistas.

## **2. Sustento teórico**

### **Territorio y patrimonio**

La construcción del territorio proviene de la apropiación de la población local y de la identidad que ésta refleja mediante sus manifestaciones culturales y la transformación que la sociedad ha dado a la misma. Hablar de territorio supone el retomar los primeros conceptos generados a partir de la geografía, para Gómez Rendón, la concepción de territorio, “es la manera en que sus habitantes se relacionan con los elementos que les son característicos, a través del uso particular de unos recursos determinados, pero también de un conjunto de operaciones simbólicas, por medio de las cuales entran en relación con los seres terrestres en general, incluyendo otros seres humanos.” (Gómez, 2021)



## 100CIATEC

De igual manera la presencia del hombre en la construcción del territorio es significativamente indudable, así como la transformación que el territorio provoca en el ser humano, para Maldonado y Moreno, “constituye el espacio relacional y convivencial entre personas. Es un sitio de mutuo aprendizaje a través de las conversaciones que sostenemos con otros. También está configurado por marcadores culturales, sagrados e históricos, contruidos a través de monumentos, iglesias, panteones, etc.”. (Maldonado & Moreno, 2022)

La conjunción indivisible entre territorio y cultura producen transformaciones y realidades humanas que garantizan la preservación del ser humano a través de la identidad y la transmisión de saberes y conocimientos de una generación a otra, es así que se considera a la cultura “como un factor estructural potencialmente importante que influye en los sistemas territoriales, señalando las actitudes, valores y creencias públicas y el comportamiento individual y familiar como elementos importantes.”. (Geist & Lambin citado por le Polain et. al, 2021)

La delimitación de un territorio con fines de conservación es de gran relevancia porque transfiere a las sociedades actuales rasgos característicos del pasado con el fin de contribuir a revalorizar la identidad, el sentido de pertenencia, y contribuye a la generación de propuestas de conservación y de aprovechamiento de la infraestructura con el fin de obtener beneficios capaces de atraer a segmentos de mercado que deseen conocer y apreciar las expresiones culturales que envuelven a un territorio.

Tal y como lo indica la Unesco “La cultura desempeña un papel fundamental en la mejora y la preservación de nuestras identidades compartidas, al tiempo que enriquece a las personas con el poder de la creatividad para prosperar. Proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo y apoyar la creatividad y los sectores culturales dinámicos son fundamentales para abordar los desafíos de nuestro tiempo, desde el cambio climático -hasta la pobreza, la desigualdad, la brecha digital y las emergencias y los conflictos cada vez más complejos.”. (UNESCO, 2024)

### Dinámicas territoriales turísticas

El crecimiento constante de los flujos de visitantes a los territorios patrimoniales declarados, cuéntense entre estos, naturales, culturales o paisajísticos, requieren de políticas encaminadas no solo a su preservación sino a identificar aquellos espacios poco aprovechados y que requieren integrarse a recorridos con el fin de fortalecer su economía local, gracias a la diversificación de



actividades que el turismo puede detonar. De esta forma lo interpreta Medina Martínez, para el cual “se debe crear precedentes de un turismo con mayor rigor y posibilidad científica cuyos pasos se encaminen hacia un ejercicio responsable, conciliador y reflexivo que promueva, entre otros aspectos, la revalorización cultural y patrimonial.” (Medina, 2024).

La construcción de la ciudad de Puebla, iniciada a partir del 16 de abril de 1521, atendió a la necesidad de ubicar en el nuevo territorio descubierto un lugar que albergara a españoles que intervinieron en la conquista, “La ciudad pronto creció en población y riqueza, convirtiéndose en una de las más importantes del reino. A ello contribuyó el estar situada en un valle muy fértil y densamente poblado por habitantes indígenas, quienes fueron explotados por los nuevos colonos. También la favoreció el lugar estratégico que ocupaba en el camino entre México y el puerto de Veracruz. A mediados del siglo XVI inmigrantes españoles establecieron en Puebla obrajos de producción textil que resultaron muy exitosos.”. (Quijano, 2023)

La nueva Ciudad cuyo crecimiento iba en ascenso fue considerada en la época del Virreinato como la Segunda población más importante, por su Comercio, cultura e industria, y llegó a equipararse con la ciudad de México por lo que los viajeros, visitantes y nuevos pobladores debían de tener un lugar de descanso. (Contreras et. al, 2023)

La ciudad de Puebla fue configurada con base a una traza reticular de origen virreinal, que tuvo su origen en las utopías renacentistas, en ella se sumaron alrededor de su plano original, un grupo de pequeños territorios (barrios antiguos), poseedores de sus propias actividades sociales, los que servían como sistemas de producción a la ciudad virreinal.

El centro histórico de la ciudad de Puebla, México fue nombrado el 11 de diciembre de 1987 patrimonio cultural de la humanidad, y es poseedora de 2.619 monumentos, distribuidos en 391 manzanas en una extensión de 6.9 Km<sup>2</sup>, mismo que la convierte en el casco antiguo más grande de Latinoamérica. (Guevara et. al, 2021)

El crecimiento demográfico que ha tenido la ciudad de Puebla es dramático, ya que hacia 1930, la ciudad tenía una superficie de 10.6 km<sup>2</sup>; hoy se habla de una zona conurbada que abarca cerca de 546 km<sup>2</sup> y que incorpora localidades adyacentes a la ciudad, lo que la convierte en una metrópoli con las problemáticas y retos que esto significa.

**TABLA 1. CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO**



AÑO	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>	VARIACIÓN/AÑO ANTERIOR
1930	10.6	-
1965	25.8	143%
1980	91.5	255%
1990	128	40%
2015	200	56%
2025	546.31	123%

Fuente elaboración propia con datos de (SIGEMM, 2025)

Aunque el crecimiento demográfico que presenta la ciudad de Puebla ha ido en constante crecimiento, de una forma inversa el centro histórico ha tenido un despoblamiento acelerado, al tener una densidad poblacional en 1978 de 350.000 habitantes a disminuirla a tan solo 41.293 habitantes en 2020.

TABLA 2. DENSIDAD POBLACIONAL

AÑO	DENSIDAD POBLACIONAL
1978	350.000
1992	86.059
1995	69.162
2000	59.370
2010	41.443
2020	41,293

Fuente elaboración propia con datos de (Secretaría de Gobernación, 2023)

La adopción del concepto de centro histórico se planteaba únicamente con base a la extensión temporal de los valores y edificios históricos que se encontraba en el perímetro territorial, que con el devenir del tiempo había asumido sus propios límites, por las actividades sociales, económicas, culturales y políticas que ancestralmente se desarrollaban, originando con ello un área de centralidad en donde se efectuaban la mayor parte de las actividades socioeconómicas del propio territorio.

Ante la nuevas dinámicas y políticas territoriales, la transformación del centro histórico de la ciudad de Puebla, ha sido sometido a un cambio vertiginoso, derivado del nombramiento como patrimonio de la humanidad y ante la tercerización de su economía y por ende el crecimiento



económico del territorio, esto dio origen a un aumento en los precios de los predios urbanos y del incremento en las tarifas de servicios públicos y de impuestos generados por la reconfiguración del uso del suelo al pasar de habitacional a comercial, lo anterior originó un despoblamiento de los habitantes locales hacia la periferia de la ciudad, en busca de terrenos y servicios accesibles que les permitiera construir nuevas viviendas y mantenerse en un perímetro de influencia de acuerdo a sus actividades cotidianas.

Cabe resaltar que el despoblamiento del centro histórico de la ciudad de Puebla ha tendido a reconvertirse y repoblarse por el constante flujo de visitantes que llegan a la ciudad, es decir es un nuevo residente territorial permanente de los espacios culturales, que aprovecha las experiencias socioespaciales que oferta un territorio central enmarcado en un espacio reducido, generando un proceso de gentrificación al reemplazar a la población local por un significativo número de visitantes. Según datos de la secretaria de cultura y turismo del estado de Puebla el número de visitantes a la ciudad en el año 2016 fue de 9,431,784 personas, lo que la ubica como el destino con mayor concentración de visitantes en el estado de Puebla.

El centro histórico de Puebla constituye un caso paradigmático por tres razones:

1. Es una ciudad con un importante legado patrimonial (2619) monumentos catalogados, lo que constituye ser el centro histórico patrimonial más grande América latina
2. Es una ciudad que debido a su crecimiento regional se ha anexado a otros territorios conformando una zona metropolitana con más de 2 millones de habitantes.
3. El crecimiento de la actividad turística ha ido en aumento, gracias a las inversiones públicas y privadas que han incrementado los servicios turísticos y con ello originando el aumento de la pernoctación.

De esta forma la ciudad de Puebla y su crecimiento exponencial han creado lo que se denomina como, la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala (ZMPT), derivada de la intensiva industrialización del territorio, generada por una política gubernamental de descentralización concentrada de la Ciudad de México.

La Zona Metropolitana Puebla–Tlaxcala constituye la cuarta metrópoli con mayor importancia económica y demográfica y la segunda de mayor peso funcional en la Región Centro de México. Hasta el año 2020 concentró 38.7 millones de habitantes, número que representa el 30.7 por ciento de la población total nacional en seis entidades federativas, incluida la ciudad de México.



El peso demográfico mayor lo tiene el estado de México (17.6 millones de habitantes). A él le siguen la ciudad de México (9.0 millones), el estado de Puebla (6.2 millones), el estado de Hidalgo (2.6 millones), el estado de Morelos (1.9 millones) y el estado de Tlaxcala (1.3 millones de pobladores). (Flores et. al, 2022)

El creciente interés que suscita las relaciones entre territorio y turismo está basado en una doble faceta, primordialmente hay que tomar en cuenta al territorio no como un contenedor sino como un contenido, entendido este como aquel lugar en donde la acción de los pobladores a través del tiempo ha modificado y transformado el espacio, lo ha aprehendido, generando expresiones culturales y sociales únicas, y en donde se llevan a cabo las actividades cotidianas, en el caso del centro histórico de la ciudad de Puebla, el aprovechamiento turístico es notable, ya que en él se encuentran también los principales atractivos turísticos y culturales que motivan los desplazamientos de visitantes, la otra parte se debe a los resultados que se generan desde el punto de vista social, económico y ambiental que ocasionan tanto los turistas, así como las actividades que desarrollan los propios habitantes del lugar.

Continuando con la reflexión los procesos turísticos son mucho más complejos que el de solo la visita turística a un lugar, según Moscoso “El turismo como fenómeno sociocultural e inductor de actividades económicas se inscribe en un territorio construido socialmente. Los atractivos que instituyen la práctica turística forman parte del acervo patrimonial de la sociedad residente en el destino. Estas expresiones culturales pasan a ser valorizadas por el turismo otorgándoles un valor de cambio y de uso. Uno de los procesos turísticos asociados a esta mercantilización y especulación territorial es la gentrificación. Los efectos indeseados de este fenómeno de segregación se pueden observar en la valorización turística de algunos de los más importantes centros históricos latinoamericanos...”. (Moscoso, 2022)

El posicionamiento de la ciudad de Puebla en la captación de turistas ha ido en franco crecimiento, soportado por estrategias de promoción y divulgación de la relevancia histórica y cultural, así como por las inversiones en recuperación de espacios en desuso, que se acondicionan y adaptan para que la población y principalmente el turista pueda disfrutarlos, de esta forma se presenta la evolución de la afluencia de turistas al centro histórico de la ciudad:



TABLA 3. FLUJO DE VISITANTES

AÑO	FLUJO DE VISITANTES
2014	8,000,000
2015	9,000,000
2016	9,500,000
2017	9,800,000
2018	10,000,000
2019	10,500,000
2020	3,000,000
2021	5,500,000
2022	5,190,000
2023	6,305,000

Fuente elaboración propia con datos de (SECTUR, 2024)

Los principales atractivos turísticos que los visitantes recorren se concentran en tan solo 16 manzanas de un total de 391 que hacen parte del trazado de la declaratoria de patrimonio de la humanidad, a continuación de identifican los principales atractivos:

TABLA 4. PORCENTAJE DE VISITANTES

SITIOS HISTÓRICOS	PORCENTAJE
Catedral	18.24%
Biblioteca Palafoxiana	3.89%
Museo Amparo	4.69%
Iglesia del Carmen	5.04%
Museo "José Luis Bello y Zetina"	1.24%
Casa de los Hermanos Serdán	3.44%
Iglesia de Santo Domingo	4.29%
Capilla del Rosario	4.79%
Calle de los Dulces	8.34%
Barrio del Artista	9.34%
Ex-Convento de Santa Rosa	2.29%
Museo de Arte Religioso	1.44%
Parián	10.99%
Los Sapos	9.89%



Analco	6.04%
Fuertes de Loreto y Guadalupe	5.94%

Fuente elaboración propia con datos de (SECTUR, 2024)

Con base en el polígono del centro histórico patrimonio de la humanidad que se presenta a continuación, se localizaron los principales atractivos turísticos visitados:

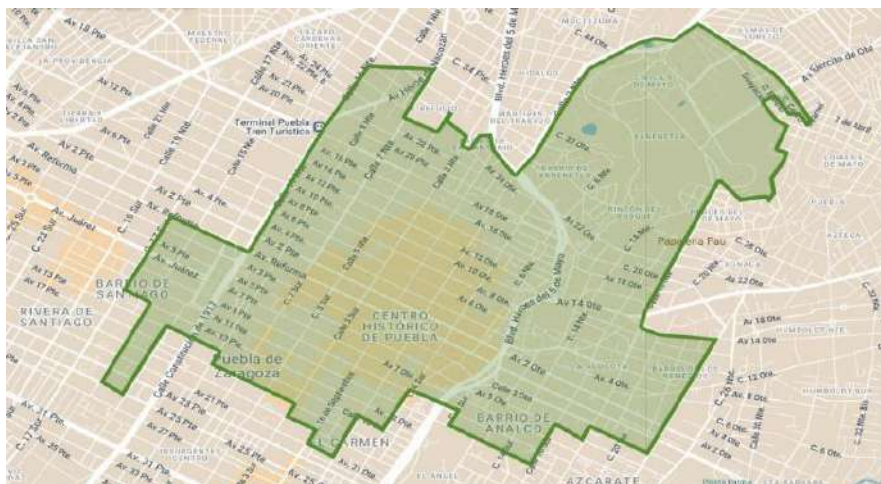


Figura 1. Mapa Polígono Centro Histórico  
Construido mediante la herramienta digital de Google (My Maps)

Después de identificado el polígono del centro histórico, se localizaron los atractivos turísticos, generando el siguiente mapa:



Figura 2. Mapa Polígono de atractivos turísticos  
Construido mediante la herramienta digital de Google (My Maps)

De acuerdo a los recorridos tradicionales que realizan los turistas, solamente se identifican un número reducido de atractivos culturales, esto debido a diferentes causas, principalmente por ser los más representativos del centro histórico con base en el reconocimiento popular, seguidamente por la cercanía entre ellos mismos, así mismo son los que las autoridades del ramo les han concedido una mayor valorización y promoción, por lo que aparecen en los mapas y las guías que se reparten entre los turistas. Esta concentración de turistas en un espacio tan reducido se debe a que en diversos momentos de tiempo las calles aledañas han estado bloqueadas por puestos ambulantes y por una infraestructura decadente, lo que ha provocado el difícil acceso y una mejor distribución del desplazamiento de visitantes.

Se plantea por lo tanto un reposicionamiento de los recursos históricos y culturales del centro histórico, con el fin de poner en valor de uso edificios emblemáticos, así como barrios y colonias que poseen un valor significativo susceptible de aprovecharse turísticamente, y que coadyuven al mejoramiento de los beneficios económicos, sociales y ambientales que trae el turismo planificado integralmente.

Lo anterior lo expresan Ortega y Rodríguez quienes proponen “La renovación y rehabilitación urbana en centros históricos busca una transformación del espacio físico y social; busca también cambiar la imagen y estética de la ciudad para atraer turistas, generar actividades y usos sin tener en cuenta un diseño participativo. En cambio, la regeneración urbana plantea desde una visión de construcción social del espacio urbano integral e inclusivo, teniendo en cuenta la participación ciudadana no solo pensando la intervención en la ciudad histórica; sino también, en todos los lugares álgidos y necesarios de la ciudad.”. (Ortega & Rodriguez, 2024)

### 3. Marco metodológico

Para el análisis del presente artículo se empleó un enfoque metodológico mixto que integra técnicas cuantitativas y cualitativas, el cual permitió recopilar, examinar e interpretar información sobre el flujo de turistas, la concentración en determinados atractivos y las posibles estrategias para diversificar los recorridos dentro del centro histórico.

El enfoque mixto surge como una alternativa para investigar en distintos campos, al complementar los métodos cualitativo y cuantitativo; por ello, ofrece una perspectiva más completa e integral para analizar la relación entre capital social y turismo (Hernández et al., 2018).



Se consultaron datos oficiales del ayuntamiento de Puebla, lo que permitió construir tablas con indicadores sobre el crecimiento demográfico, superficie urbana y variaciones en comparación con años anteriores. Asimismo, se observó el flujo de visitantes en distintos periodos, evaluando los porcentajes de visitas en contraste con los principales atractivos turísticos dentro del centro histórico.

Los datos cuantitativos se procesaron mediante estadística descriptiva, lo que permitió identificar tendencias en el crecimiento turístico y las variaciones en la afluencia a los diferentes atractivos, se utilizaron herramientas de visualización de datos, como gráficos y tablas, para representar de manera clara los patrones identificados.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Sampieri et al., 2014).

Por otro lado, el análisis cualitativo se realizó con base en la interpretación de datos, buscando identificar percepciones sobre las dinámicas turísticas, los obstáculos para la inclusión de atractivos relegados y las oportunidades para una mejor distribución del turismo dentro del centro histórico. En este caso, las investigaciones cualitativas se adaptan a las realidades estudiadas. Dependiendo de los fenómenos con que el investigador se encuentre, puede plantear hipótesis y corregir conceptos a medida que avanza (Roche et al., 2021).

Como parte del estudio, se formularon dos propuestas de ampliación de los traslados turísticos dentro del centro histórico, con el objetivo de diversificar la oferta turística y fomentar un mayor aprovechamiento del patrimonio cultural; se consideraron factores como accesibilidad, infraestructura, interés patrimonial y sustentabilidad para garantizar su viabilidad.

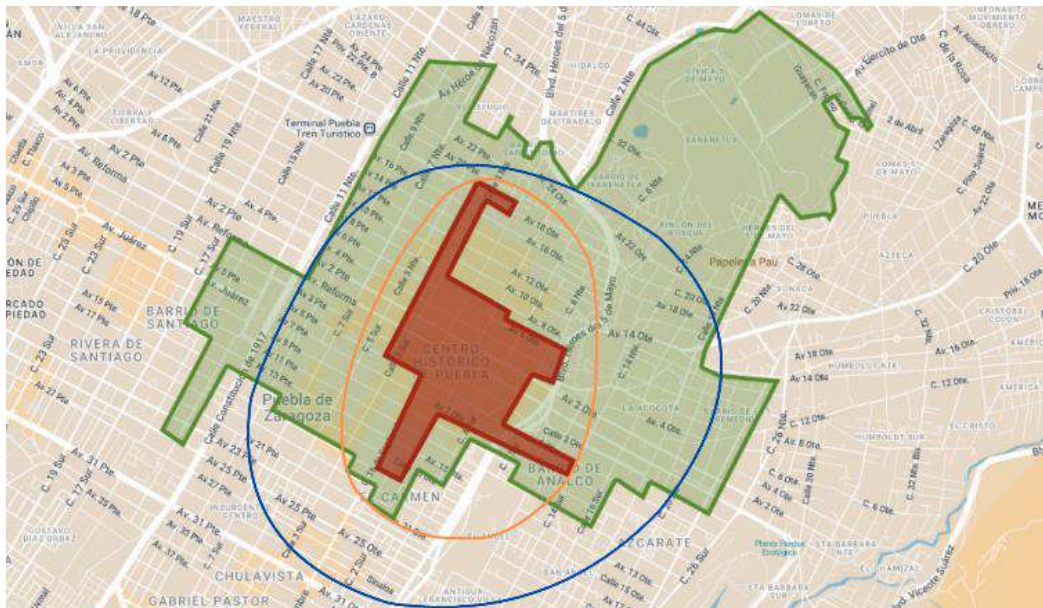
El enfoque metodológico utilizado permitió obtener una visión integral de las dinámicas turísticas en el centro histórico de Puebla, identificando los patrones actuales de concentración de turistas y proponiendo estrategias para una distribución más equitativa de los beneficios turísticos.

#### 4. Resultados

Se proyectan dos propuestas de ampliación de los traslados turísticos a fin de poder abarcar una primera superficie territorial con un radio de 300 metros, y una segunda de 1.000 metros,



tomando como base el polígono central identificado en donde se concentran las mayores dinámicas turísticas realizadas por los visitantes, esto es con el fin de reconsiderar el perímetro clásico donde se encuentra referenciada la primitiva ciudad y conjuntar la nueva realidad urbana y las nuevas categorías espaciales que también son señas y signos de identidad relevantes para consolidar y valorar de una manera más integral a la ciudad histórica.



**Figura 3. Mapa Propuesta de ampliación de traslados turísticos Construido mediante la herramienta digital de Google (My Maps)**

Con base en ejercicios previos que han intentado hablar de la ampliación del espectro de la visita turística, el antecedente más cercano ha sido el plan de desarrollo turístico (Plandetur) que propone 12 sendas peatonales para crear un sistema de relaciones urbanas dentro del centro histórico, también han existido otros intentos desde la iniciativa privada, siendo los guías a partir de sus operadoras los que han incorporado recorridos a barrios que tradicionalmente no eran tomados en cuenta.

Existe un elemento conductual en la percepción turística del visitante que necesita directrices que los encaminen a incursionar en otros espacios que no se encuentran incluidos en los desplazamientos convencionales, es por ellos que se identifican dichos recursos que, en esta nueva propuesta de ampliación territorial, que permitan redireccionar los flujos de visitantes hacia atractivos patrimoniales que poseen una relevancia cultural. Entre ellos se encuentran:

## Barrio Xanenetla

## Barrio de la Luz

ISSN 2007-5669

Edición 38

Diciembre 2025

“Ciencia y Tecnología  
para un Futuro Sustentable”



# 100CIATEC

## Barrio de Analco

## Barrio del Carmen

## La avenida Reforma

## Paseo Bravo y Avenida Juárez

Mercado Gastronómico el alto (pequeño Garibaldi)

## Paseo de San Francisco

## Mercado la Victoria

## Centro de convenciones

Museo del Ejército Mexicano

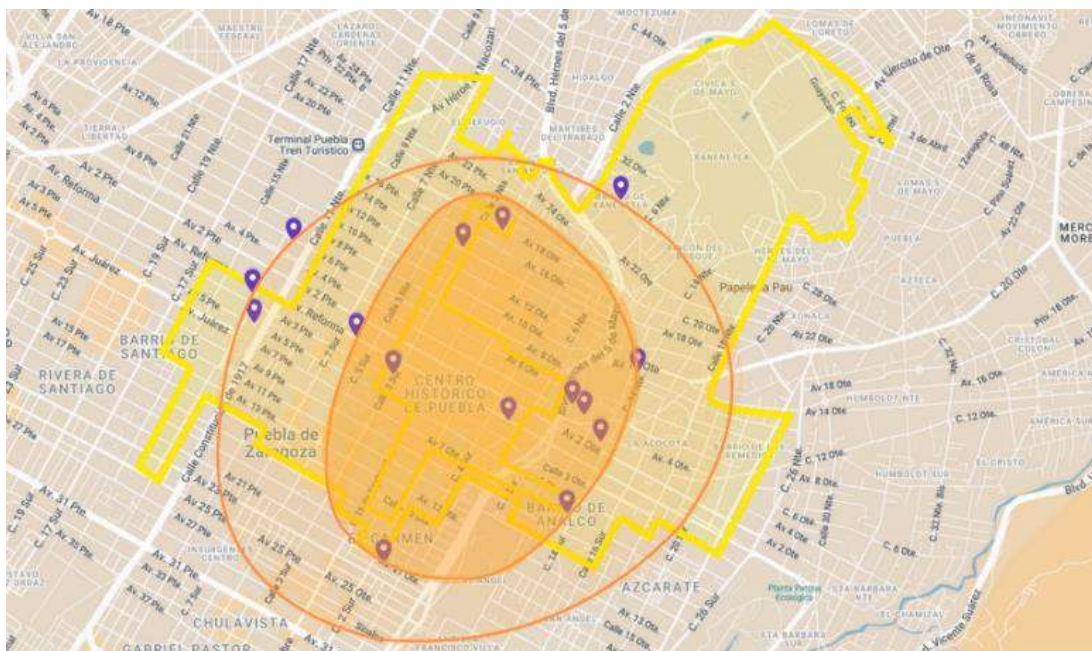
## El mercado de sabores

## Museo de Santa Mónica

Museo José Luis Bello y González

## Edificio Carolino

La ampliación propuesta para el reconocimiento y puesta en valor con fines de uso turístico se pueden apreciar en el siguiente mapa, que incluye los sitios anteriormente mencionados:



**Figura 4. Mapa Propuesta de ampliación de traslados turísticos incluyendo atractivos con relevancia cultural**  
Construido mediante la herramienta digital de Google (My Maps)

El giro cultural del turismo del que ya plantea Ortega y Rodríguez también contempla finalmente en el perfil del patrimonio, hacer del equipamiento en conjunto un espacio que respete la identidad del lugar a través de la materialidad y forma que este debe contener. (Ortega & Rodríguez, 2024) Esta nueva dinámica propuesta para la ciudad histórica permitirá no solo reconocer las construcciones y edificaciones patrimoniales, sino que también generará un conocimiento más amplio de los símbolos que le permitirá al visitante construir una experiencia turística personal más representativa de las expresiones culturales del territorio.

El desarrollo de una nueva dinámica territorial conlleva un mejoramiento multidimensional en la zona, traducido en beneficios económicos y sociales tales como la reintegración de los locales a la identidad cultural, inversión y mejoras en los servicios públicos y privados, así como un mayor flujo de visitantes interesados en aquellos elementos significativos de la ciudad lo que permitirá coadyuvar a mejorar la calidad de vida de los que históricamente han sido desplazados y olvidados.

### 5. Conclusiones

Esta investigación se centró en la necesidad de desarrollar un enfoque territorial que se integra en dos vertientes, por una parte una nueva estrategia que haga referencia a los valores históricos-urbanos, que consiste en replantearse un nuevo acercamiento a las concepciones tradicionales que dieron origen al imaginario popular de esta ciudad, por otro lado lograr que se amplie el radio de acción de las dinámicas turísticas tomando como base los atractivos principales que son aquellos que generan actualmente la visita tradicional al entorno territorial de la ciudad patrimonial.

La generación de un plan regulador en promoción, reconocimiento, revalorización y recuperación de los recursos históricos que no están siendo aprovechados de manera efectiva, por intermedio de lineamientos que permitan integrar el desplazamiento de los visitantes a una nueva dinámica territorial turística de la ciudad histórica, con base en el diseño y aprovechamiento de rutas o sendas temáticas que incentiven la ampliación del radio de influencia turística y motiven el desarrollo de pequeñas nuevas empresas turísticas emanadas de la población local.

Simultáneamente este plan regulador permitirá en la población local realizar acciones que conduzcan a consolidar tradiciones y festividades populares de los barrios, ya que con el despoblamiento que ha tenido el centro histórico, la riqueza cultural inmaterial se ha visto



mermada significativamente y con ello la reproducción de estos hechos sociales que le otorgaban valores simbólicos y representativos identitarios a una parte de la población.

Es necesario la creación de una nueva actitud de las corrientes turísticas no solo interesada en entender y visitar un entorno histórico cultural territorial, sino que motive el aprehender y comprender las dinámicas sociales locales que dan origen a una cultura vernácula, así como a sus manifestaciones patrimoniales que forjan la cultura propia del centro histórico.

La revalorización del patrimonio histórico cultural del centro histórico debe tener la capacidad para seguir creando ciudad, con el fin de dar sentido al ámbito urbano, del privilegio que representa a sus habitantes el vivir en una ciudad histórica representada por un complejo espacial dotado de historia, vida social, tradiciones, sentido de pertenencia, herencia patrimonial y que como residentes permanente o esporádicos constantes de este entorno tienen la responsabilidad de conservarlo y compartirlo para que otros grupos sociales tengan la oportunidad de poder hacer suyo un territorio que ha sido el producto de una vida dinámica histórica en un entorno simbólico.

## 6. Referencias

- Ambas Manos. (02 de marzo de 2024). *Ambas Manos*. Recuperado el 28 de agosto de 2025, de <https://www.ambasmanos.mx/>: <https://www.ambasmanos.mx/puebla/repunta-afluencia-de-turistas-en-puebla-este-2024/155793/>
- Contreras Cruz, C., Camarena Martínez, É., & Jaspeado Escalona, J. (2022). *Puebla: una ciudad noble y leal a ocho décadas del siglo XX*. Puebla: Fundación Universidad de las Américas.
- Flores Lucero, M., Guevara Romero, M. L., & Mundo Hernández, J. E. (2022). *TRANSFORMAR EL TERRITORIO EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO: El trabajo universitario como base para el cambio*. Puebla: BUAP.
- Gómez Rendón, J. (2021). Territorios interculturales. *Revista Sarance*, 46, 84-102. doi:<https://doi.org/10.51306/ioasarance.046.04>
- Guevara González, A., Castellanos Arenas, M., & Hernández Amador, E. (2021). Los procesos de patrimonialización y la producción de paisajes desiguales en el centro histórico de Puebla. *TOPOFILIA*, 23, 196-214. Obtenido de <https://topofilia.buap.mx/index.php/topofilia/article/view/216>





- Hernández, O. I., Cruz Jiménez, G., & Vargas Martínez, E. E. (2018). Un acercamiento al capital social y al turismo desde el enfoque mixto y mapeo de actores. *Antropología Experimental*(18), 55-73. doi:<https://doi.org/10.17561/rae.v0i18.3806>
- le Polain de Waroux, Y., Garrett, R., Chapman, M., Friis, C., Hoelle, J., Hodel, L., . . . Zaehring, J. (2021). The role of culture in land system science. *Journal of Land Use Science*, 16(4), 450-466. doi:<https://doi.org/10.1080/1747423x.2021.1950229>
- Maldonado Alvarado, B., & Moreno Badajoz, R. (2022). *Territorio y comunidad en disputa: alternativas educativas y pedagógicas*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Medina Martínez, V. F. (18 de 09 de 2024). Turismo: Agente multidimensional de impacto en la sociedad del Siglo XXI. [Tourism: Multidimensional agent of impact on 21st century society]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-18. doi:<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-687>
- Moscoso Florencia, V. (2022). El turismo como proceso de desplazamiento y segregación de la sociedad local en Cartagena de Indias, Colombia. En F. Gliemmo Mansanta, & V. Moscoso Florencia, *Geografía turística latinoamericana: aportes conceptuales y estudios de caso para la comprensión de un escenario en transición* (págs. 105-118). La Plata: Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Ortega Machaca, H. A., & Rodríguez Conde, Y. (2024). Estrategias de intervención urbano-arquitectónica para la recuperación de espacios públicos en el sector 2 del centro histórico de la ciudad de Ayacucho, 2022. *Tesis Profesional*. Huancayo, Perú: Universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/16613>
- Quijano Velasco, F. (29 de 08 de 2023). Las ciudades coloniales y el buen gobierno: una carta en clave republicana (Puebla de los Ángeles, 1582). *Cuyo. Anuario De Filosofía Argentina Y Americana*, 42, 331-359. Obtenido de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/anuariocuyo/article/view/7139>
- Roche, M. M., Valencia Estupiñán, A. M., & Apraez Pulido, M. (2021). Características e importancia de la metodología cualitativa en la investigación científica. *Semillas del saber*, 18-27.
- Sampieri, R. H., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). México D.F: McGraw-Hill España.
- Secretaría de Gobernación. (30 de junio de 2023). *Punto de Acuerdo por el que se aprueba la Modificación del Plan de Manejo*. Obtenido de [https://ojp.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/Punto\\_Acuerdo\\_aprueba\\_la\\_Modificaci%C3%B3n\\_del\\_Plan\\_de\\_Manejo\\_del\\_Centro\\_Hist%C3%B3rico\\_T3\\_30062023.pdf](https://ojp.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/Punto_Acuerdo_aprueba_la_Modificaci%C3%B3n_del_Plan_de_Manejo_del_Centro_Hist%C3%B3rico_T3_30062023.pdf)
- SECTUR. (2024). *INDICADORES BÁSICOS DE LA ACTIVIDAD TURÍSTICA EN PUEBLA AÑO 2023*. Recuperado el 15 de marzo de 2025, de



<https://sectur.puebla.gob.mx/observatorioturistico/documentospdf/IndicadoresTuristiosPuebla2023.pdf>

- SECTUR. (2024). *Resultados del Observatorio Turístico*.  
<https://sectur.puebla.gob.mx/observatorioturistico/documentospdf/RESULTADOS-OBSERVATORIO-TURISTICO.pdf>.
- SIGEMM. (2025). *Puebla, Puebla*. Recuperado el 14 de marzo de 2025, de <https://sigemm.mx/puebla/puebla#>
- UNESCO. (11 de agosto de 2024). *Safeguarding Our Heritage and Fostering Creativity*. Recuperado el 6 de marzo de 2025, de <https://www.unesco.org/en/node/82132>



# ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA (ESS): UN MODELO DE DESARROLLO ALTERNATIVO EN MÉXICO

Quintana, Gaona Yadira Sugey<sup>1</sup>, Soto, Rivas Soledad<sup>2</sup> García, Delgado Angélica<sup>3</sup>.

1. División de Contador Público, ITSSMT, [sugey.quintana@smartin.tecnm.mx](mailto:sugey.quintana@smartin.tecnm.mx)
2. División de Contador Público, ITSSMT, [soledad.soto@smartin.tecnm.mx](mailto:soledad.soto@smartin.tecnm.mx)
3. División de Contador Público, ITSSMT, [angelica.garcia@smartin.tecnm.mx](mailto:angelica.garcia@smartin.tecnm.mx)

**Resumen:** El presente artículo tiene como objetivo principal dar a conocer el significado de que es la Economía Social y Solidaria (ESS), cuál es su importancia, las principales características y un sucinto del marco legal en nuestro País. Para su realización se llevó cabo una investigación en diferentes fuentes de información primarias y secundarias para obtener los resultados esperados, una vez analizada dicha información se pudo concluir que actualmente se ha considerado un nuevo sector de la economía, pero a pesar de que en México ya existen políticas de fomento y desarrollo para este nuevo sector existen muchos vacíos y un gran olvido, sobre todo si se quiere considerar como un modelo de desarrollo para nuestro País.

**Palabras Clave:** Economía Social, Economía, Modelo de Desarrollo, Inclusión Social, Sostenibilidad, Sector Económico, Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), Ley de la Economía Social y Solidaria en México (LESS).

**Abstract:** The main objective of this article is to explain the meaning of the Social and Solidarity Economy (SSE), its importance, its main characteristics, and a summary of the legal framework in our country. To do so, a research was conducted using different primary and secondary sources of information to obtain the expected results. Once this information was analyzed, it was concluded that it is currently considered a new sector of the economy. Despite the fact that Mexico already has policies to promote and develop this new sector, there are many gaps and a great deal of neglect, especially if it is to be considered a development model for our country.



**Keywords:** Social Economy, Economy, Development Model, Social Inclusion, Sustainability, Economic Sectors, National Institute of the Social Economy (INAES), Law of the Social and Solidarity Economy in Mexico (LESS).

### 1. Introducción

En esta investigación se da a conocer el significado de Economía Social la cual tiene varias denominaciones, algunos países la llaman el tercer sector, economía solidaria, economía popular o economía del trabajo, la Economía Social combina dos conceptos que pudieran parecer contrarios, sin embargo se refiere al conjunto de actividades empresariales motivadas por un objetivo social y la voluntad de sus miembros para hacer un proyecto económicamente viable, en otras palabras, es poner la economía al servicio de lo social, porque busca equilibrar los intereses económicos con los sociales, creando un sistema más justo y equitativo. Posteriormente se analiza su importancia, las principales características y un sucinto del marco legal para comprender como surge desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y que debe haber una interacción entre los diferentes organismos e instituciones de nuestro país.

### 2. Delimitación contextual

La Economía Social y Solidaria en un contexto internacional tiene su origen en el asociacionismo obrero del siglo XIX; cuando los obreros se organizaron y surgieron las primeras cooperativas y sociedades mutualistas de la era moderna, ante la degradación de las condiciones de vida, y el desempleo que generó la revolución industrial.

En México tiene sus raíces a finales del siglo XIX y principios del XX, su reconocimiento formal fue en 1983, cuando se incluyó en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sin embargo, fue hasta mayo de 2012 que el legislativo cumple con el mandato de aprobar una Ley de Economía Social y Solidaria que establece los alcances de esta otra economía, ha sido un proceso histórico el cual se basa en un cambio de paradigma basado en el trabajo colaborativo de las personas y la propiedad colectiva de los bienes, surge debido a las consecuencias del modelo neoliberal, la exclusión social, el desempleo, y la creciente informalidad laboral.



### **3. Metodología**

Para la elaboración de la investigación se realizó un estudio cualitativo, basado en el análisis de diversas fuentes de información primarias y secundarias a través de la interpretación hermenéutica de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley de Economía Social y Solidaria.

### **4. Desarrollo**

Un acercamiento al significado de Economía Social

La Economía Social tiene varias denominaciones: algunos países la llaman el tercer sector, economía solidaria, popular o economía del trabajo. En la actualidad, las empresas y organizaciones situadas en el tercer sector se están configurando como un polo de utilidad social en el sistema económico, llamando la atención a los políticos y científicos sociales. (Lozano, 2019)

La economía social combina dos conceptos que pudieran parecer contrarios. El primero, la economía que agrupa las actividades relativas a los procesos de producción, distribución y venta de bienes y servicios. Y el segundo, lo social que se refiere a una comunidad y a las relaciones que las personas mantienen entre sí.

La economía social se refiere al conjunto de actividades empresariales motivadas por un objetivo social y la voluntad de sus miembros para hacer un proyecto económicamente viable, en otras palabras, es poner la economía al servicio de lo social.

Podríamos decir que toda economía es social, porque esta no puede funcionar sin instituciones, sin el compromiso de las personas, sin el apoyo de las comunidades y del Estado. Sin embargo, pocos lo reconocen, ya que cuando lo social se toma en cuenta, se considera como algo secundario en relación con las finalidades económicas (ganancias monetarias). (Bastidas, 2001)





Figura 1. Modelo de desarrollo en el paradigma de la sustentabilidad y la regeneración.  
Fuente: sosteniblepedia.org

### Importancia de la Economía Social y Solidaria

La economía social es muy importante por varias razones; en primer lugar, busca equilibrar los intereses económicos con los sociales, creando un sistema más justo y equitativo.

Promueve la inclusión social con la participación de grupos marginados y vulnerables en la economía, ayudando a reducir las desigualdades.

Fomenta la sostenibilidad con prácticas económicas que priorizan el bienestar social y ambiental, en lugar de centrarse únicamente en las ganancias.

Las organizaciones de economía social, como cooperativas y asociaciones, fomentan la colaboración entre sus miembros, lo que puede resultar en una mayor resiliencia y apoyo mutuo.

La economía social contribuye al desarrollo económico de las comunidades locales al generar empleo y mantener recursos dentro de la comunidad.

Logra el empoderamiento de las personas al tener un mayor control sobre sus condiciones laborales y económicas, promoviendo la autogestión.

Las empresas de economía social están presentes en numerosos sectores económicos y abarca todo tipo de empresas, desde microempresas hasta firmas mundialmente conocidas.

### Características

Cuando hablamos sobre economía social debemos tener en consideración tres aspectos muy importantes: la rentabilidad económica, gestión democrática y una misión que responda a las necesidades de una comunidad.

### Rentabilidad Económica

En la economía tradicional la rentabilidad se mide en términos de ganancias monetarias y en la economía social la rentabilidad se mide por la mejora de la calidad de vida de una comunidad.

En la economía social no hay un dueño o unos accionistas que buscan las ganancias monetarias. El dinero generado por la empresa es de propiedad colectiva y debe ser retornado a los miembros o a la colectividad para lograr un objetivo común.

### Gestión Democrática

Es democrática porque en sus procesos de decisión una persona es igual a un voto. Este modo de gestión permite a todos expresar sus ideas y crea un sentimiento de pertinencia hacia el proyecto colectivo.

Una empresa de economía social se basa en los principios de participación de autogestión y de responsabilidad individual y colectiva. Es administrada por y para los ciudadanos.

Goza de una autonomía de gestión respecto al gobierno, esto significa que el estado no interviene en la toma de decisiones dentro de la organización.

### Misión

La empresa de economía social existe primordialmente para servir a sus miembros y a su comunidad, con el fin de generar mayor equidad social y redistribución de la riqueza en favor de las comunidades en la que la solidaridad está siempre presente basada en la preocupación por los demás para lograr el beneficio común.

### Marco legal

En México la economía Social y Solidaria (ESS) tiene un reconocimiento constitucional desde 1983. Sin embargo, fue hasta mayo de 2012 que el poder legislativo cumple con el mandato de aprobar una ley de Economía Social y Solidaria (LESS) que establece los alcances de esta otra economía, la cual se compromete con el cuidado y reproducción de la vida. (González, 2024)

La Ley de la Economía Social y Solidaria en México (LESS) reglamenta el párrafo octavo del artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), referente al sector social de la economía.



El reconocimiento de las formas de esta expresión de la Economía Social y Solidaria (ESS) en México, esta normada fundamentalmente como se mencionó anteriormente en el artículo 25 párrafo octavo el cual aduce que: ...la ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.(LESS, 2012)

Esta ley tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo y fortalecimiento del sector social de la economía a través de mecanismos de fomento y regulación, reconociendo su papel en el desarrollo social y económico del país.

La ley reconoce al sector social como un sistema eficaz para el desarrollo social y económico, generando empleo, fortaleciendo la democracia y distribuyendo la riqueza de manera equitativa.

Se crea, así, el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), es el organismo encargado de instrumentar las políticas públicas de fomento y desarrollo al sector, que a la fecha ha revelado un aparente abandono, con limitadas acciones desde los últimos sexenios. (González, 2024)

Todas estas políticas públicas consisten en establecer mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la Actividad Económica del Sector Social de la Economía y la responsabilidad del fomento e impulso por parte del Estado.

### 5. Conclusiones

De acuerdo con la revisión de la literatura se puede concluir que la Economía Social y Solidaria es un sector de la economía que históricamente ha buscado consolidarse como un modelo de desarrollo alternativo a nivel mundial, con el fin de generar mayor equidad social y redistribución de la riqueza en favor de las comunidades.

A pesar de que en México existen políticas públicas de fomento y desarrollo del sector social, leyes, normas y organismos bien estructurados, como se mencionó en el marco legal, aún en la actualidad existen ciertos vacíos y un gran olvido para impulsar a este sector si es que en verdad se quiere tomar como un modelo de desarrollo o un paradigma basado en el trabajo colaborativo de las personas y la propiedad colectiva de los bienes en nuestro país.





Se puede mencionar que en países europeos y algunos latinoamericanos este sector ya muestra un gran dinamismo, sin embargo, para el caso de México no se cuenta con mucha información ya sea de forma cualitativa o cuantitativa con respecto a estos temas para poder hacer un análisis actual de cuál ha sido su impacto en la economía, solo se encontró información relacionada con las reglas de organización, promoción, fomento y fortalecimiento del Sector Social de la Economía, como un sistema eficaz que contribuya al desarrollo social y económico del país, a la generación de fuentes de trabajo digno, al fortalecimiento de la democracia, a la equitativa distribución del ingreso y a la mayor generación de patrimonio social.

Por último se considera de gran importancia resaltar que el tema de Economía Social y Solidaria debería fomentarse más en el ámbito educativo, ya que partiendo de este modelo económico podrían desarrollarse competencias de emprendimiento a partir de valores cooperativos entre los niños, niñas y jóvenes para que permitan propiciar en ellos una cultura y un ambiente de participación solidario, para alcanzar una transformación social en nuestro país, generando beneficios para las comunidades a las que pertenecen.

## **6. Referencias**

- Bastidas D., Richer M., (2001) Economía social y economía solidaria: intento de definición. Cayapa. Revista Venezolana de Economía Social [fecha de Consulta 31 de julio de 2025]. ISSN: 1317-5734. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62210102>
- Cámara de diputados (2024). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada DOF 15-04-2025.
- <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Cámara de Diputados, LXV Legislatura. (2024). Iniciativa con Proyecto de Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de distintos ordenamientos, en materia de simplificación orgánica.
- <https://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/65/2024/feb/20240205-20.pdf>
- Cámara de diputados (2024). Ley de la Economía Social y Solidaria, Última reforma publicada DOF 16-04-2025. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LESS.pdf>
- Duque, P.; Meza, O.E.; Giraldo, D.; Barreto, K. (2021) Economía Social y Economía Solidaria: un análisis bibliométrico y revisión de literatura. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, vol. 138, e75566. <https://dx.doi.org/10.5209/reve.75566>
- González R. (2024). ¿A la deriva la economía social y solidaria mexicana? Propuestas y omisiones de cara a las elecciones 2024. *Notas de coyuntura del CRIM*, núm. 10, México, CRIM-UNAM, 1-7pp. <https://ru.crim.unam.mx/handle/123456789/1837>
- Instituto Nacional de la Economía Social (2024) <https://www.gob.mx/inaes/que-hacemos>



- Instituto Nacional de la Economía Social (2022). Perspectivas de la economía social-solidaria en México y oportunidades para las cooperativas de impulso empresarial enero y mayo 2022.
- [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/770234/Perspectivas de la economía social VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/770234/Perspectivas_de_la_economia_social_VF.pdf)
- Lozano E., Rodríguez, B. (2019) Economía social como alternativa para el desarrollo socioeconómico en México. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/360gestion/article/view/21116>
- Mochi, P., González, T., y Girardo, C. (2020). La economía solidaria en México: un caleidoscopio de experiencias. En J. Fernández Álvarez, y C. Marcuello (Coords.), *Experiencias emergentes de la Economía Social en Iberoamérica* (pp. 427- 457). OIBESCOOP, CIRIEC Internacional.
- <https://www.oibescoop.org/wp-content/uploads/cap-16.pdf>



# ANÁLISIS DE LITERATURA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Márquez Vázquez Alfredo <sup>1</sup>, Paredes Xochihua Fidel <sup>2</sup>, Paredes Xochihua María Petra <sup>3</sup>, Sánchez Juárez Iván Rafael <sup>4</sup>

1. Departamento de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, alfredo.marquez@smartin.tecnm.mx
2. Departamento de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, fidel.paredes@smartin.tecnm.mx
3. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, petra.paredes@smartin.tecnm.mx
4. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, ivan\_r.sanchez@smartin.tecnm.mx

## Resumen:

El presente artículo tiene como objetivo analizar los avances en la identificación de equipos eléctricos mediante el uso de inteligencia artificial. Se revisaron las principales metodologías aplicadas, destacando enfoques de monitoreo de carga no intrusivo y algoritmos de aprendizaje automático. El alcance de la revisión incluyó aplicaciones en gestión energética, eficiencia en el consumo y apoyo en entornos de vida asistida. La metodología consistió en la recopilación y análisis de literatura científica especializada, lo que permitió reconocer las técnicas más empleadas y sus limitaciones actuales. Entre los resultados se identificó el potencial de los modelos de aprendizaje profundo para mejorar la precisión en la clasificación de dispositivos eléctricos. Como conclusión, se evidenció que la inteligencia artificial representa una herramienta clave para la gestión inteligente de la energía y que persisten retos vinculados a la generalización de los modelos y la protección de la privacidad de los usuarios.

**Palabras Clave:** Inteligencia artificial, Identificación de equipos eléctricos, Monitoreo de carga no intrusivo, Aprendizaje automático, Eficiencia energética.



**Abstract:** This article aimed to analyze the advances in the identification of electrical equipment through the use of artificial intelligence. The main methodologies applied were reviewed, highlighting non-intrusive load monitoring approaches and machine learning algorithms. The scope of the review included applications in energy management, consumption efficiency, and support in assisted living environments. The methodology consisted of collecting and analyzing specialized scientific literature, which allowed the identification of the most frequently used techniques and their current limitations. The results revealed the potential of deep learning models to improve the accuracy of electrical device classification. In conclusion, it was found that artificial intelligence represents a key tool for smart energy management, while challenges remain regarding model generalization and user privacy protection.

**Keywords:** Artificial intelligence, Electrical equipment identification, Non-intrusive load monitoring, Machine learning; Energy efficiency.

## 1. Introducción

La identificación de equipos eléctricos mediante inteligencia artificial se ha convertido en un tema de creciente interés dentro de las áreas de la ingeniería eléctrica, la informática y la gestión energética. El avance en el desarrollo de algoritmos capaces de reconocer patrones de consumo a partir de señales eléctricas ha abierto nuevas posibilidades en la administración eficiente de la energía, la construcción de hogares inteligentes y la mejora en la calidad de vida de los usuarios. En particular, el uso de técnicas de Non-Intrusive Load Monitoring (NILM) ha permitido que el reconocimiento de electrodomésticos se realice sin la necesidad de instalar múltiples sensores, aprovechando la información obtenida de medidores inteligentes ya disponibles.

En este contexto, la inteligencia artificial desempeña un papel fundamental, al proveer herramientas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo que posibilitan el análisis de grandes volúmenes de datos y la identificación precisa de dispositivos eléctricos con diferentes perfiles de consumo. Investigaciones recientes han demostrado la efectividad de algoritmos como redes neuronales, máquinas de soporte vectorial y modelos híbridos en la clasificación de cargas eléctricas, lo cual evidencia el potencial de estas tecnologías para transformar la gestión energética en entornos residenciales e industriales.

El objetivo de este artículo fue realizar una revisión literaria sobre la aplicación de inteligencia artificial en la identificación de equipos eléctricos, enfatizando en los avances, limitaciones y tendencias que se desprenden de la investigación científica publicada en los últimos años. La



finalidad es ofrecer al lector una visión general y accesible sobre cómo estas tecnologías contribuyen a la eficiencia energética, al monitoreo del consumo y al desarrollo de sistemas inteligentes, sin entrar en tecnicismos que dificulten la comprensión.

De esta manera, la introducción brinda un marco conceptual inicial que permitirá comprender la relevancia del tema y sentar las bases para el análisis de los materiales, métodos y resultados discutidos en las secciones posteriores.

## **2. Delimitación contextual**

La presente revisión literaria se centra en la identificación de equipos eléctricos mediante técnicas de inteligencia artificial, abordando un contexto de creciente automatización y digitalización en la gestión de sistemas eléctricos e industriales. Diversos estudios previos han explorado el uso de algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales para el reconocimiento, clasificación y monitoreo de equipos eléctricos, destacando la capacidad de la IA para optimizar procesos de diagnóstico, mantenimiento predictivo y eficiencia energética.

El análisis de la literatura se ha centrado en métodos de adquisición de datos a partir de sensores eléctricos, mediciones de consumo y señales de funcionamiento, combinados con técnicas de procesamiento y clasificación automática. Las aportaciones científicas más relevantes incluyen la aplicación de modelos supervisados y no supervisados para detectar fallas, la mejora en la precisión de la identificación de equipos y la reducción de intervenciones manuales. No obstante, se identifican limitaciones en la disponibilidad de bases de datos completas, la heterogeneidad de los equipos eléctricos y la necesidad de estandarización en la implementación de los algoritmos.

La investigación recopilada evidencia un avance significativo en la automatización del monitoreo eléctrico, pero también refleja vacíos en la integración de sistemas inteligentes con infraestructuras existentes y en la difusión de protocolos estandarizados de aplicación. Este estudio contextualiza la importancia de la inteligencia artificial como herramienta de apoyo en la gestión de equipos eléctricos, consolidando conocimientos previos y ofreciendo una base para futuras investigaciones que busquen optimizar el rendimiento, seguridad y confiabilidad de los sistemas eléctricos.

Estado del arte

En el artículo (Ruano et al., 2019) apor to técnicas para la gestión inteligente mediante NILM (Non-intrusive load Monitoring) o bien monitorización de cargas no intrusivas.



### NILM y la identificación de equipos eléctricos

El desarrollo de las técnicas de Non-Intrusive Load Monitoring (NILM) ha permitido separar el consumo eléctrico de los hogares en cargas individuales asociadas a electrodomésticos. Esto se logra a partir de una sola medición de corriente o voltaje, utilizando algoritmos avanzados que permiten identificar qué dispositivos están activos en un momento dado. Una de las principales ventajas de NILM es su carácter no intrusivo, ya que no requiere la instalación de múltiples sensores, sino que aprovecha los medidores inteligentes existentes. Estas técnicas son cada vez más utilizadas por su utilidad tanto en eficiencia energética como en aplicaciones de vida asistida, pues permiten detectar patrones de uso de equipos eléctricos de manera automática.

### Proceso de identificación mediante NILM

La metodología NILM consta de varias etapas fundamentales: la recopilación de datos eléctricos (corriente, voltaje, potencia), la detección de eventos (encendidos o apagados de dispositivos), la extracción de características y finalmente la clasificación de las cargas. En la etapa de clasificación se utilizan algoritmos de inteligencia artificial para distinguir entre diferentes electrodomésticos. De esta manera, NILM puede determinar no solo qué equipos se encuentran en funcionamiento, sino también estimar sus estados operativos y el consumo energético asociado. Esto hace posible que la IA se convierta en una herramienta clave para el reconocimiento automático de equipos eléctricos en contextos domésticos e industriales.

### Uso de inteligencia artificial para clasificación

El empleo de inteligencia artificial en la identificación de electrodomésticos se ha consolidado en las últimas décadas. Diversos algoritmos de aprendizaje automático, como redes neuronales artificiales, máquinas de soporte vectorial, k-vecinos más cercanos y clasificadores bayesianos, se han implementado para mejorar la precisión de la desagregación energética. Además, enfoques más recientes como redes neuronales profundas (Deep Learning) y modelos ocultos de Markov (HMM) han demostrado gran eficacia al manejar electrodomésticos con múltiples estados de operación. Estos métodos permiten analizar patrones eléctricos complejos y adaptarse a diferentes contextos, mejorando así la capacidad de los sistemas NILM para reconocer de forma confiable equipos eléctricos en ambientes reales.

Método de identificación de dispositivos de monitoreo de carga basado en la firma de carga de la trayectoria VI.



### Clasificación inteligente de equipos eléctricos

La identificación de electrodomésticos en entornos residenciales se ha fortalecido mediante la aplicación de técnicas de machine learning. Estos métodos permiten reconocer patrones de consumo a partir de variaciones en la potencia y señales eléctricas, lo que facilita diferenciar entre dispositivos con características similares. En particular, el uso de algoritmos como redes neuronales profundas y máquinas de soporte vectorial ha demostrado una capacidad notable para aumentar la precisión en la clasificación de cargas, incluso en escenarios donde varios dispositivos operan de manera simultánea.

### Importancia de los conjuntos de datos y las características

El rendimiento de los modelos de inteligencia artificial depende en gran medida de la calidad de los conjuntos de datos utilizados. Los investigadores destacan que los algoritmos requieren información eléctrica rica en características —como potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y armónicos— para poder entrenarse adecuadamente. La selección de estas características influye directamente en la capacidad del modelo para distinguir electrodomésticos de consumo similar, lo que subraya la importancia de recopilar bases de datos amplias y representativas para la identificación de cargas no intrusiva.

### Retos y tendencias futuras

Aunque los sistemas actuales basados en IA muestran un desempeño sobresaliente en la identificación de electrodomésticos de encendido/apagado, persisten dificultades al tratar con dispositivos de múltiples estados y consumos continuos. Los autores enfatizan que los desafíos principales incluyen la variabilidad en las condiciones de medición, el ruido de las señales eléctricas y la necesidad de modelos más generalizables. En este sentido, se plantea como tendencia futura la combinación de métodos de deep learning con técnicas de extracción de características avanzadas, con el objetivo de lograr una identificación más robusta en entornos domésticos reales (Wang et al., 2019).

### Modelos híbridos para identificación de cargas

Los métodos híbridos que combinan técnicas estadísticas con algoritmos de aprendizaje automático han mostrado un desempeño sobresaliente en la identificación de electrodomésticos. Este enfoque permite capturar tanto las características globales de las señales de potencia como los patrones locales específicos de cada dispositivo. Por ejemplo, la combinación de modelos



ocultos de Markov con redes neuronales profundas mejora la detección de cargas en entornos donde existen variaciones en la calidad de las mediciones y ruido eléctrico. Dichos modelos híbridos aportan flexibilidad y robustez, lo que resulta esencial para aplicaciones de monitoreo de carga no intrusivo en contextos residenciales.

### Desafíos técnicos del NILM

A pesar de los avances en algoritmos de inteligencia artificial, los sistemas de Non-Intrusive Load Monitoring continúan enfrentando limitaciones significativas. Entre ellas se destacan la complejidad de identificar dispositivos con perfiles de consumo similares, la dependencia de tasas de muestreo elevadas y la dificultad de generalizar los modelos a diferentes contextos de uso. Los investigadores señalan que la transferencia de conocimiento entre diferentes bases de datos aún representa un reto, pues los modelos entrenados en un conjunto de datos específico no siempre ofrecen el mismo rendimiento al aplicarse en otro entorno. Esto evidencia la necesidad de trabajar en técnicas más adaptables y universales.

### Aplicaciones más allá de la eficiencia energética

Más allá de la reducción del consumo eléctrico, el NILM asistido por IA ofrece un amplio rango de aplicaciones adicionales. Una de las más prometedoras es el monitoreo de hábitos de vida y el apoyo a personas mayores o con necesidades especiales, a través de la detección de patrones de uso de electrodomésticos que reflejan actividades cotidianas. De igual forma, estas tecnologías contribuyen a la construcción de hogares inteligentes, en los que la integración de energías renovables y la gestión de la demanda eléctrica se ven potenciadas. Así, la identificación precisa de equipos eléctricos no solo tiene impacto en el ahorro energético, sino también en la salud, el bienestar y la sostenibilidad (Liao et al., 2018).

La identificación de equipos eléctricos mediante técnicas de Monitoreo de Carga No Intrusivo (NILM) ha cobrado relevancia en el contexto de las redes inteligentes. Este enfoque permite reconocer el uso de diferentes electrodomésticos a partir de un único medidor ubicado en el panel principal, evitando el alto costo de instalar sensores en cada aparato, como ocurre con el Monitoreo de Carga Intrusivo.

La base de estas metodologías radica en las firmas de carga (Load Signatures, LS), que representan el comportamiento eléctrico de cada aparato en funcionamiento. Estas firmas pueden construirse a partir de parámetros como la potencia activa y reactiva, los armónicos de





corriente y voltaje, así como las características transitorias durante la conexión o desconexión de los equipos.

Uno de los principales retos en la implementación de NILM es la unicidad de las firmas de carga. Cuanto más distintivas sean estas firmas, más fácil será identificar cada equipo, incluso cuando varios operan simultáneamente. Para ello, la literatura ha explorado distintas metodologías basadas en el análisis de señales y técnicas computacionales. En particular, los armónicos de orden impar se han identificado como características eficientes para diferenciar cargas.

El estudio de Bouhouras et al. (2017) propuso una metodología centrada en el uso de las corrientes armónicas de 1.º, 3.º y 5.º orden para formular firmas de carga. A partir de mediciones en una residencia con instalación monofásica, los autores demostraron que estas firmas permiten una identificación rápida y confiable, reduciendo la complejidad computacional. Además, presentaron un esquema de desagregación que logra identificar electrodomésticos en tiempo casi real, procesando datos con una resolución de un segundo.

Los resultados muestran que la metodología es altamente eficiente en escenarios con electrodomésticos de alto consumo y bajo contenido armónico, logrando tasas de identificación cercanas al 100 %. Sin embargo, cuando intervienen dispositivos con contenido armónico significativo, la precisión disminuye debido a que el algoritmo considera únicamente las amplitudes y no los ángulos de fase de las corrientes armónicas. Esto resalta la necesidad de incorporar técnicas más avanzadas que contemplen la naturaleza vectorial de los armónicos para mejorar la exactitud en la identificación.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) se presenta como una alternativa eficiente y de bajo costo frente al monitoreo intrusivo (ILM), ya que permite identificar los electrodomésticos en funcionamiento a partir de un único punto de medición, sin necesidad de instalar múltiples sensores. El sistema NILM se compone de tres etapas principales: captura de señales del consumo agregado, extracción de características únicas de carga y clasificación de los dispositivos a partir de dichas características.

En la literatura, los enfoques NILM se dividen en dos grandes categorías: basados en eventos y basados en estados. Los métodos basados en eventos se centran en detectar cambios transitorios de encendido y apagado, utilizando algoritmos de detección de bordes. Aunque son simples, suelen verse afectados por el ruido eléctrico y las similitudes entre cargas. Por su parte, los enfoques basados en estados modelan los patrones de consumo mediante modelos ocultos



de Markov (HMM) y sus variantes, los cuales requieren largos periodos de entrenamiento y presentan alta complejidad computacional.

Tradicionalmente, las características extraídas en NILM se dividen en firmas de estado estable (como potencia activa y reactiva, corriente y voltaje) y firmas transitorias (fluctuaciones de corta duración en la potencia o corriente durante los cambios de estado). Si bien las firmas transitorias ofrecen mayor unicidad para identificar equipos, requieren tasas de muestreo altas que implican hardware costoso y difícil de instalar. Para superar esta limitación, propusieron una nueva señal transitoria derivada de la potencia activa a baja frecuencia de muestreo (15 Hz), aprovechando así la infraestructura de medidores inteligentes ya existente.

En su marco metodológico, los autores diseñaron un sistema compuesto por un sensor MCP39F511, que mide potencia activa y reactiva, y una plataforma Jetson TX2, encargada del procesamiento de datos y la implementación de algoritmos de aprendizaje automático. El sistema recolectó datos de cinco electrodomésticos (purificador de aire, ventilador, secador de pelo, monitor LG y monitor Samsung) en diferentes combinaciones de operación simultánea.

Para la clasificación de eventos de encendido y apagado, se aplicaron dos modelos: un árbol de decisión, que alcanzó una precisión promedio del 92,64 %, y una red neuronal LSTM (Long Short-Term Memory), que logró una precisión aún mayor, del 96,85 %. Estos resultados demuestran que las señales transitorias de baja frecuencia, en combinación con técnicas de inteligencia artificial, son capaces de identificar electrodomésticos con gran efectividad y robustez frente a escenarios complejos (Le & Kim, 2018).

En la revista de identificación no intrusiva de electrodomésticos residenciales mediante análisis armónico (Djordjevic & Simic, 2018). Propuso que el monitoreo de carga no intrusivo (NILM) constituye una técnica que permite identificar el consumo y los horarios de funcionamiento de electrodomésticos individuales a partir de mediciones eléctricas en un solo punto de conexión. Esto lo convierte en una alternativa de bajo costo y alta confiabilidad frente a métodos intrusivos que requieren sensores específicos para cada aparato.

En particular, los electrodomésticos no lineales generan armónicos en la corriente eléctrica, lo cual puede emplearse como una firma de carga para su identificación. Tradicionalmente, los métodos NILM basados en armónicos se han enfocado en el análisis de las magnitudes de los armónicos de corriente en estado estable, logrando una alta precisión. Sin embargo, presentan



un problema de escalabilidad, ya que requieren firmas para todas las posibles combinaciones de dispositivos, lo que incrementa exponencialmente la complejidad computacional.

Para superar esta limitación, el estudio propone el uso de fasores de corriente armónica (que incluyen tanto magnitud como ángulo de fase) como característica principal para la detección de electrodomésticos. A diferencia de los métodos previos, estas firmas tienen la propiedad de ser aditivas, lo que significa que la firma compuesta de varios aparatos puede deducirse directamente de las firmas individuales. Esto reduce significativamente la complejidad del modelo, pasando de un crecimiento exponencial ( $2^n$ ) a uno lineal con respecto al número de dispositivos.

El procedimiento experimental incluyó cuatro electrodomésticos: un monitor LCD, una lámpara fluorescente, una lámpara halógena y una PC de escritorio. Se utilizaron mediciones de corriente y voltaje mediante un analizador Fluke 435 II, muestreado a 200 kS/s, y los datos fueron procesados con MATLAB. La clasificación de estados se realizó empleando un clasificador Bayes ingenuo, debido a su simplicidad y bajo requerimiento de datos de entrenamiento.

Los resultados demostraron que el método basado en fasores armónicos puede identificar de manera confiable pequeños electrodomésticos no lineales, alcanzando una precisión de 97,4 % en escenarios con funcionamiento simultáneo de dispositivos. Además, se observó que los armónicos impares de bajo orden (1.º, 3.º y 5.º) son los más relevantes para la desagregación de cargas, especialmente en dispositivos como PC y monitores, que emplean fuentes de alimentación conmutadas y generan altos niveles de distorsión armónica.

El aumento sostenido en el consumo energético y las emisiones de carbono ha impulsado la necesidad de sistemas de gestión de energía más eficientes en el ámbito residencial. Dentro de este contexto, el monitoreo de carga no intrusivo (NILM) ha cobrado especial relevancia, ya que permite desagregar el consumo total de un hogar en el uso específico de cada electrodoméstico sin la necesidad de instalar sensores individuales en cada dispositivo.

Los métodos tradicionales de NILM se han basado en la detección de cambios escalonados en la potencia activa y reactiva como firmas eléctricas. Sin embargo, esta estrategia presenta limitaciones, sobre todo en la identificación de pequeñas cargas no lineales, las cuales han proliferado debido al uso extendido de fuentes conmutadas, variadores de velocidad y dispositivos electrónicos de bajo consumo.



Para solventar estas dificultades, se han propuesto técnicas que incorporan el análisis de armónicos de corriente. Aunque efectivas, muchas de ellas presentan altos requerimientos computacionales al demandar el cálculo de múltiples armónicos en tiempo real. En respuesta a ello, Đorđević et al. (2017) plantearon un método que combina los cambios de potencia activa con el análisis de un único parámetro armónico de la corriente, lo que reduce significativamente la complejidad de cómputo y mantiene una alta precisión en la identificación de dispositivos de bajo consumo.

Diversos estudios han reforzado la importancia de utilizar enfoques híbridos que integren técnicas de aprendizaje automático. Por ejemplo, se ha implementado el clasificador Bayes ingenuo para diferenciar estados de funcionamiento de electrodomésticos, logrando un alto nivel de reconocimiento aun en escenarios con cargas de características similares. Estas técnicas, al ser supervisadas, requieren una etapa de entrenamiento previa, pero ofrecen resultados robustos al momento de clasificar diferentes combinaciones de dispositivos.

Los experimentos documentados confirman que la combinación de potencia activa y corriente armónica proporciona una representación clara de la firma de los aparatos, separando de manera eficiente cargas pequeñas en el espacio de características bidimensional. Este avance representa una mejora frente a métodos que dependen únicamente de la potencia activa y reactiva, los cuales tienden a presentar solapamiento en sus firmas y dificultades en la detección de consumos menores a 150 W.

La identificación de equipos eléctricos mediante monitoreo de carga no intrusivo (NILM) ha experimentado un gran avance con la introducción de la inteligencia artificial y, particularmente, del aprendizaje profundo. Tradicionalmente, el NILM se ha basado en parámetros eléctricos básicos como la potencia activa y reactiva; sin embargo, estas características presentan limitaciones cuando se trata de dispositivos no lineales o de bajo consumo, lo que dificulta la clasificación precisa de las cargas.

En este contexto, los métodos basados en redes neuronales profundas se han consolidado como una solución eficaz para superar dichas limitaciones. El artículo revisado propone un enfoque context-aware que utiliza modelos de LSTM bidireccionales adaptativos, los cuales permiten incorporar información contextual para mejorar la identificación de dispositivos en escenarios complejos. Esta estrategia facilita una desagregación más precisa del consumo energético incluso en condiciones donde existen cargas con perfiles eléctricos similares.



El proceso de identificación comienza con la extracción de características a partir de señales de medidores inteligentes. Posteriormente, dichas características son procesadas mediante arquitecturas de aprendizaje profundo capaces de capturar dependencias temporales en los datos, lo que representa una ventaja frente a los métodos tradicionales basados únicamente en el análisis estadístico o espectral. De esta manera, los modelos LSTM logran representar patrones de uso de los electrodomésticos con mayor fidelidad, incrementando la tasa de aciertos en la clasificación de estados de encendido y apagado

Los resultados experimentales reportados en el estudio demuestran que el enfoque propuesto supera a técnicas previas de NILM en términos de precisión y robustez. En particular, la incorporación de información contextual permitió manejar escenarios con múltiples dispositivos operando simultáneamente, donde los algoritmos clásicos suelen fallar debido al solapamiento de firmas eléctricas. Asimismo, se evidenció que los modelos pueden adaptarse dinámicamente a diferentes entornos residenciales, lo que refuerza su aplicabilidad práctica (Kaselimi et al., 2020).

La identificación de equipos eléctricos a nivel de electrodomésticos ha cobrado una importancia creciente dentro del monitoreo energético, especialmente con el desarrollo de las redes inteligentes. El artículo destaca que los monitores de energía listos para usar se presentan como una alternativa viable frente a los medidores inteligentes tradicionales, ya que pertenecen directamente al consumidor, lo que otorga mayor control sobre los datos y disminuye las preocupaciones relacionadas con la privacidad. Además, al permitir la integración de algoritmos de monitoreo de carga no intrusivo (NILM), estos dispositivos pueden convertirse en herramientas clave para la gestión energética en el hogar.

El texto señala que la precisión en la identificación de aparatos eléctricos depende de factores como la frecuencia de muestreo, la resolución de los convertidores analógico-digitales y la capacidad de los algoritmos para manejar eventos simultáneos. Se establece una relación directa entre la frecuencia de muestreo y el número de dispositivos identificables: con frecuencias de entre 10 y 40 kHz es posible reconocer entre 20 y 40 aparatos, mientras que con frecuencias superiores a 1 MHz se puede distinguir hasta un centenar de electrodomésticos.

En cuanto a los algoritmos empleados, el estudio subraya el uso de máquinas de vectores de soporte (SVM), k-vecinos más cercanos (k-NN) y redes neuronales artificiales (ANN) como técnicas de aprendizaje automático aplicadas en el NILM. Estas metodologías permiten clasificar



y predecir de manera más precisa el comportamiento de los aparatos, utilizando tanto firmas eléctricas en estado estable como características transitorias de las señales.

Por otra parte, se resalta la importancia de considerar parámetros adicionales como los perfiles de uso, las condiciones ambientales y los datos de canal lateral (por ejemplo, luz, sonido y campos electromagnéticos), los cuales pueden complementar la información eléctrica y mejorar la robustez del proceso de identificación.

Finalmente, el documento concluye que la aplicación de NILM en monitores electrónicos comerciales no solo posibilita la detección precisa de los equipos eléctricos, sino que también abre la puerta a aplicaciones como el mantenimiento predictivo, la detección de anomalías, la optimización del consumo energético y el fortalecimiento de las redes inteligentes de próxima generación. (Anwar-ul-Haq & Jacobsen, 2018).

El monitoreo no intrusivo de carga (NILM) ha emergido como un enfoque prometedor para la desagregación de energía en entornos residenciales e industriales. A diferencia de los métodos intrusivos, que requieren sensores dedicados por dispositivo, NILM utiliza datos agregados medidos en un solo punto de entrada para identificar equipos eléctricos a través de sus firmas de carga específicas.

La base de NILM es que cada aparato eléctrico posee un patrón de consumo característico o “firma de carga”. Estos patrones se clasifican en estados de funcionamiento, que pueden ser binarios (ON/OFF), multiestado, de variación continua o de consumo permanente. Estas categorías permiten aplicar algoritmos de desagregación para discriminar entre dispositivos aun cuando comparten el mismo circuito eléctrico.

En la literatura, los algoritmos de aprendizaje automático supervisado han sido ampliamente empleados para la identificación de equipos eléctricos. Entre ellos destacan los enfoques de optimización, que buscan minimizar el error entre las señales medidas y las registradas en una base de datos, y los de reconocimiento de patrones, que comparan características extraídas con firmas ya conocidas. Métodos como máquinas de soporte vectorial (SVM), redes neuronales artificiales (ANN) y modelos ocultos de Markov (HMM) han mostrado resultados satisfactorios en la clasificación de dispositivos, aunque presentan limitaciones en escalabilidad y en el manejo de cargas desconocidas.

De la misma forma, se han desarrollado enfoques no supervisados con el fin de reducir la necesidad de datos de entrenamiento etiquetados. Ejemplos de ello incluyen técnicas de



separación ciega de fuentes, minería de motivos y modelos probabilísticos factoriales (Zoha et al., 2012). Estas alternativas son útiles para entornos reales, donde la anotación manual de datos es costosa y poco práctica.

Un desafío central identificado en la literatura es la falta de estandarización en métricas y conjuntos de datos de referencia. Aunque se han desarrollado bases como REDD y BLUED, la comparación entre algoritmos aún se ve limitada por diferencias en metodologías y configuraciones experimentales. A su vez, se señala la necesidad de integrar información contextual y sensores adicionales (por ejemplo, de luz o sonido) para mejorar la precisión en la identificación de equipos eléctricos, especialmente aquellos de bajo consumo.

En suma, NILM, apoyado en técnicas de inteligencia artificial, constituye un campo en expansión que busca optimizar la gestión energética mediante la identificación automática de electrodomésticos y equipos eléctricos. Sin embargo, su implementación a gran escala requiere superar limitaciones técnicas relacionadas con la adquisición de datos, la anotación de firmas y la generalización de los algoritmos.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) es el método predominante utilizado para desagregar el consumo total de energía en señales por electrodoméstico, con aplicaciones en edificios domésticos. Los algoritmos más populares se basan en modelos ocultos de Markov, aunque recientemente las soluciones basadas en redes neuronales profundas han despertado gran interés. Sin embargo, la existencia de una gran cantidad de métricas, conjuntos de datos variados y metodologías diversas hace que la comparación objetiva entre enfoques resulte casi imposible. En este contexto, se propone un análisis exhaustivo de los problemas y se sugieren posibles soluciones y direcciones futuras de investigación.

El marco NILM comprende tres etapas principales: adquisición de datos, extracción de características e inferencia y aprendizaje. Las características de los aparatos pueden dividirse en estado estable, estado transitorio y características no tradicionales. En la etapa de inferencia, los enfoques se basan en métodos de optimización y en técnicas de aprendizaje automático, tanto supervisadas como no supervisadas, incluyendo redes neuronales, máquinas de vectores de soporte, modelos ocultos de Markov y enfoques bayesianos. Los métodos no supervisados destacan por requerir un mínimo esfuerzo de entrenamiento del sistema.

Se han identificado limitaciones como la complejidad computacional de los HMM, el aumento de dificultad con un número mayor de dispositivos, la similitud entre firmas eléctricas y la presencia





de ruido en las señales. Para abordar estos retos, se plantean requisitos como: frecuencia de muestreo adecuada, precisión mínima del 80-90%, ausencia de configuración compleja por parte del usuario, capacidad de operar en tiempo real, escalabilidad a entornos con más de 20 dispositivos y capacidad para reconocer diversos tipos de aparatos (on/off, multiestado, de potencia variable y de consumo permanente). A esto se añaden la necesidad de generalización a viviendas no vistas y la protección de la privacidad, ya que la señal eléctrica puede revelar hábitos o incluso contenidos audiovisuales de los residentes.

En cuanto a la evaluación de desempeño, se utilizan métricas como error cuadrático medio (RMSE), error absoluto medio (MAE), porcentaje de desagregación, precisión, recall, F1-score y métricas de energía asignada. Para facilitar la estandarización, se han desarrollado herramientas como NILMTK, que permite análisis reproducibles, y NILM-Eval, que incorpora múltiples parámetros de comparación.

Los enfoques modernos incluyen la desagregación basada en filtros de partículas (PALDi), que logró un 90% de precisión en escenarios limitados; los FHMM con información contextual, que mejoran en un 13-14% las métricas frente a modelos tradicionales; los FHMM con interacciones de dispositivos, que muestran mejores resultados en escenarios con cargas interdependientes; y el algoritmo de Viterbi disperso, que reduce la complejidad y supera en precisión al FHMM y HDP-HSMM. Además, se han propuesto métodos basados en decodificadores neuronales para extracción no supervisada de características y redes neuronales profundas como LSTM, CNN y autocodificadores denoising. Entre estos, el modelo seq2point mostró mejoras del 84% en error absoluto medio y del 92% en error de agregación respecto a arquitecturas, (Nalmpantis & Vrakas, 2018).

En el presente artículo de monitoreo de demanda no intrusivo e identificación de carga para sistemas de gestión de energía basados en análisis de características transitorias (Chang, 2012), el monitoreo de carga no intrusivo (NILM) surge como alternativa a los sistemas tradicionales de supervisión SCADA, que requieren sensores en cada carga y redes de comunicación complejas. A diferencia de estos, NILM permite identificar las principales cargas eléctricas en un edificio desde el punto de entrada del servicio eléctrico, con menor complejidad de hardware y mayor potencial para la gestión energética.

El método inicial propuesto por Hart se basaba en el análisis de estado estable, representando el consumo de energía mediante una máquina de estados finitos. Sin embargo, este enfoque no





permite identificar dispositivos pequeños, aquellos que permanecen siempre encendidos o aquellos con cambios de energía no discretos. Para superar estas limitaciones, se han desarrollado algoritmos de identificación basados en firmas armónicas y en redes neuronales artificiales, aunque los armónicos resultan poco representativos en cargas lineales constantes, lo que limita su aplicación en entornos residenciales y comerciales.

El estudio propone un nuevo método para la identificación de carga en sistemas NILM, utilizando el tiempo de respuesta transitorio (tES) y la energía transitoria (Uyo) como firmas de potencia. Estas características, analizadas mediante la transformada wavelet discreta (DWT), permiten una mayor precisión en el reconocimiento y reducen los requerimientos computacionales frente a los métodos tradicionales basados en potencia real (P) y reactiva (Q). A diferencia de las propiedades de estado estable, las propiedades transitorias no son aditivas ni se ven afectadas por la temperatura de operación, lo que las convierte en indicadores más confiables.

El enfoque utiliza además redes neuronales de propagación hacia adelante multicapa (MFNN), entrenadas mediante retro propagación de errores. Estas redes permiten clasificar cargas a partir de combinaciones de firmas de potencia, incluyendo PQ, distorsión armónica total, tiempo de respuesta y energía transitorios. Los experimentos realizados con simulaciones EMTP y mediciones en laboratorio demuestran que las características transitorias superan ampliamente a las de estado estable en precisión de reconocimiento, alcanzando valores superiores al 92% incluso en escenarios con cargas de igual potencia real y reactiva.

En los distintos casos de estudio, que abarcan motores de inducción, cargas lineales RL, variadores de voltaje y equipos residenciales como ventiladores, aspiradoras y deshumidificadores, los resultados muestran que el uso de tES y Uyo junto con la DWT permite diferenciar cargas con patrones similares, reducir los tiempos de entrenamiento y mejorar la exactitud tanto en condiciones de encendido como de apagado. En escenarios con armónicos poco distintivos, las firmas transitorias siguen ofreciendo una identificación confiable, mientras que el uso exclusivo de P y Q presenta tasas de reconocimiento inferiores al 70%.

Las cargas no lineales se caracterizan por la presencia de armónicos en el espectro de corriente, los cuales generan pérdidas y perturbaciones en la red eléctrica. Estos armónicos pueden considerarse como una “firma” específica de cada carga no lineal y, por lo tanto, emplearse para su identificación y clasificación. En este sentido, se propone un método basado en redes neuronales artificiales (ANN) que utiliza las amplitudes de los armónicos de corriente como



entradas, dentro de la categoría de monitoreo de carga no intrusivo (NILM). Este procedimiento comprende tres fases: adquisición de señales, extracción de armónicos de corriente e identificación de dispositivos mediante la ANN entrenada.

La adquisición de señales se realiza con un sistema de conversión A/D de 16 bits, frecuencia de muestreo de 100 kSa/s y un rango dinámico de  $\pm 50$  A. El análisis armónico se obtiene a partir de algoritmos FFT, considerando hasta el armónico 40, aunque se enfocan únicamente los armónicos impares por su relevancia en cargas electrónicas. Los dispositivos evaluados incluyen un servidor, PC con monitor, tetera eléctrica, bombilla LED y un aire acondicionado en modos de calefacción y refrigeración, tanto en funcionamiento individual como en 12 combinaciones distintas.

La red neuronal utilizada es de propagación hacia adelante, con una capa oculta. Inicialmente se probaron configuraciones con 20 entradas y 2 neuronas ocultas, obteniendo un error de entrenamiento de  $3.16e-17$ . Posteriormente, al reducir el conjunto de entrenamiento a 10 y 5 entradas, se lograron resultados satisfactorios manteniendo errores muy pequeños, con configuraciones de 2 a 3 neuronas ocultas. En todos los casos, la red fue capaz de clasificar correctamente los códigos asignados a cada combinación de dispositivos, mostrando discrepancias insignificantes. Además, se verificó su capacidad al aplicarla a un escenario no visto en el entrenamiento, donde todos los dispositivos estaban activos, y la red identificó correctamente la combinación más cercana.

Los resultados demostraron que bastan únicamente cinco armónicos medidos ( $1^\circ$ ,  $3^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $7^\circ$  y  $9^\circ$ ) para clasificar las cargas en este caso específico. Sin embargo, en otros escenarios podría requerirse un mayor número de entradas para diferenciar adecuadamente los consumidores conectados. Aunque el estudio se centró en las amplitudes, los autores reconocen que la fase de los armónicos también contiene información valiosa y constituye el siguiente paso en el desarrollo del método (Dimitrijević et al., s.f.).

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) permite obtener el consumo de electrodomésticos individuales desde una única medición en el punto de entrada eléctrico, sin necesidad de instalar sensores en cada aparato. NILM se considera una técnica clave en el desarrollo de redes inteligentes (smart grids), contribuyendo a la eficiencia, reducción de costos, integración de renovables y gestión de la demanda (Altrabalsi, Ramos, & Vale, 2018).



Los enfoques NILM se dividen en feature-based y model-based. Los primeros utilizan características de la señal como potencia activa, reactiva, armónicos y transitorios; mientras que los segundos emplean modelos probabilísticos y estadísticos, principalmente HMM y FHMM. Ambas categorías se apoyan en técnicas de inteligencia artificial, entre ellas métodos de clasificación, aprendizaje no supervisado y técnicas híbridas.

En el marco de la gestión de la demanda energética (DSM), NILM se utiliza para reducir picos de carga, diseñar estrategias de respuesta a la demanda y mejorar la eficiencia. La disponibilidad de datasets de referencia como REDD, BLUED y UK-DALE permite entrenar y validar algoritmos en condiciones reales, aunque la falta de estandarización en métricas y bases de datos dificulta la comparación entre método.

Las aplicaciones de NILM incluyen integración en hogares inteligentes, retroalimentación de consumo para usuarios, detección de fallas en equipos y soporte a tarificación dinámica. Entre los desafíos identificados se encuentran la identificación de cargas de bajo consumo, la resistencia al ruido, la escalabilidad a gran número de dispositivos y la protección de la privacidad de los usuarios. Será presentado con la precisión que sea conveniente, aportando información suficiente sobre el trabajo empírico realizado, al objeto de permitir la comprensión del proceso de elaboración, fuentes de información y recogida de datos, así como su replicabilidad. Si se trata de una metodología original, será necesario exponer las razones que han conducido a su empleo y describir sus posibles limitaciones. No deben utilizarse los nombres ni las iniciales de las personas que hayan sido parte de la muestra estudiada.

La gestión de la energía del lado de la demanda constituye un proceso clave en la red inteligente, ya que contribuye a un uso eficiente de los activos de generación y a la reducción de la demanda durante los picos de carga. En este contexto, se propone un modelo híbrido de desagregación de energía mediante aprendizaje profundo de características para el monitoreo de carga no intrusivo (NILM), con el fin de clasificar electrodomésticos a partir de la información de medidores principales. El estudio introduce un modelo de desagregación basado en red neuronal profunda supervisada, que combina una CNN unidimensional (1D CNN) y una RNN, entrenado con GPU Tesla de Google Colab usando Keras y Tensorflow, logrando alta precisión sin necesidad de sensores intrusivos costosos (Çavdar & Faryad, 2019).

Se emplearon tres métodos de desagregación: CNN, CNN-RNN 1D y LSTM, aplicados al dataset REDD, tras un proceso de preprocesamiento que incluyó relleno de vacíos, muestreo uniforme y



normalización. El modelo CNN-RNN 1D mostró el mejor desempeño en métricas como PTECC, accuracy, recall, precision, F1-score y MSE, destacándose en pruebas con refrigeradores y lavavajillas, aunque las RNN presentaron dificultades en secuencias temporales largas.

El enfoque propuesto se centra en la generalización, pues permite desagregar energía en hogares no vistos durante el entrenamiento, únicamente con datos agregados de medidores inteligentes. El sistema se diseñó para implementarse tanto en servidores como en dispositivos embebidos de bajo costo mediante un Tensor, habilitando la ejecución de modelos en microcontroladores y dispositivos edge, lo cual reduce latencia, mejora privacidad y permite escalabilidad en aplicaciones residenciales e industriales.

Entre los principales resultados, se comprobó que las DNN son una opción adecuada para NILM, alcanzando alta precisión en la identificación de dispositivos sin necesidad de grandes cantidades de datos de entrenamiento. Además, se identificaron desafíos asociados con la complejidad temporal de algunos electrodomésticos y la necesidad de arquitecturas más estables. Los autores señalan como línea futura el desarrollo de modelos combinados y la integración de DL on the Edge en sistemas NILM mediante hardware económico como Raspberry Pi o Intel Movidius NCS.

Los sistemas de medición actuales dependen del paradigma del Internet de las cosas (IoT), utilizando dispositivos miniaturizados con recursos computacionales limitados y restricciones de transmisión. Estas limitaciones pueden afectar el rendimiento de algoritmos de monitoreo de carga no intrusivo (NILM), ya que requieren alta resolución temporal para capturar estados transitorios. Para resolverlo, se propone un esquema de submuestreo no uniforme (NUS) combinado con aprendizaje profundo, comparado con submuestreo uniforme (US) y muestreo original (OS). El enfoque se valida en los conjuntos de datos UK-DALE y REDD, mostrando que US+NUS alcanza un rendimiento similar o superior al OS, con reducción significativa de datos (Fagiani, Bonfigli, Mandolini, Principi, & Squartini, 2019).

En el estado del arte, los métodos NILM se dividen en los basados en estados estacionarios o transitorios, dependiendo de la frecuencia de muestreo. Estudios previos han demostrado que la reducción de frecuencia deteriora el desempeño de algoritmos HMM, FHMM y basados en eventos, lo que justifica estrategias de reducción de datos ad hoc. Se distinguen dos clases: reducción mediante detección de eventos, que transmite solo cambios relevantes en la señal, y



compresión de datos, con o sin pérdida. Sin embargo, pocos trabajos han evaluado estas estrategias directamente en combinación con algoritmos NILM neuronales.

El estudio propone evaluar el impacto del NUS en el desempeño de Neural NILM, un enfoque basado en autocodificadores convolucionales que combina información de estados estables y transitorios. Cada dispositivo se modela con una red neuronal individual, lo que permite usar distintos esquemas de muestreo (US o NUS) según el aparato. El sistema fue entrenado y evaluado con ventanas deslizantes de la señal agregada, usando normalización y técnicas de parada temprana para evitar sobreajuste. Se realizaron más de 8.000 modelos en UK-DALE y más de 40.000 en REDD, utilizando GPUs locales y clústeres HPC, con implementación en Keras y Tensorflow.

Los resultados muestran que el submuestreo uniforme (US) reduce datos de forma proporcional al factor de muestreo, pero degrada el rendimiento. El NUS logra reducciones entre 24,3% y 13,0% en UK-DALE y entre 22,5% y 10,5% en REDD, manteniendo mayor detalle en transitorios. La combinación US+NUS permitió superar el desempeño del muestreo original en algunos casos, especialmente en aparatos como lavavajillas y lavadoras, donde se observaron mejoras de hasta 24,9% en F1-score. En escenarios “vistos” y “no vistos”, el NUS mostró robustez, aunque aparatos como refrigeradores tuvieron degradación debido a la reducción de muestras silenciosas. En general, la combinación US+NUS permitió obtener un mejor equilibrio entre reducción de datos y precisión.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) permite adquirir consumo detallado de energía y estados de operación de electrodomésticos mediante un solo sensor. Además de la desagregación de carga, aplicaciones como la respuesta a la demanda requieren identificar eventos de encendido y apagado instantáneamente, lo que exige analizar señales eléctricas de períodos muy cortos. Estas señales suelen verse afectadas por cargas de fondo complejas, especialmente en escenarios de usuarios cruzados. Basado en la observación de que las cargas de fondo son casi estacionarias en intervalos cortos, se propone un modelo de red neuronal convolucional concatenada (Concatenate-CNN) para separar características de la carga objetivo de la carga mezclada con el fondo.

El enfoque convierte datos de corriente de alta frecuencia en espectrogramas mediante la transformada de Fourier de tiempo corto (STFT), que se utilizan como entrada al modelo. Dos redes se emplean como capas de incrustación para extraer características, combinadas con



módulos de aprendizaje de similitud y de diferencias. Este esquema permite eliminar la influencia de las cargas de fondo y mejorar la clasificación de dispositivos. En los experimentos realizados con UK-DALE y BLUED, el modelo alcanzó un puntaje F1 de 89% en clasificación, mejoró la desagregación en electrodomésticos multiestado y programables, incrementando el F1 entre 3% y 73% y reduciendo el error absoluto medio (MAE) entre 3,1 y 24,2 W.

El modelo propuesto, probado con arquitecturas como Xception y DenseNet-121, superó a líneas base que usaban espectrogramas sin corrección de fondo o estimación espectral. Se evaluó en condiciones de generalización interhogar y en escenarios con pocas muestras, mostrando mayor robustez frente a interferencias. Además, se demostró que puede emplearse no solo en clasificación sino también en desagregación energética, superando arquitecturas como sepoint y autocodificadores en métricas de precisión y MAE. La principal limitación identificada es que algunos electrodomésticos presentan procesos de estado transitorio más largos de tres segundos, lo que restringe la longitud de ventana del modelo (Wu & Wang, 2019).

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) permite identificar electrodomésticos individuales sin instalar sensores en cada dispositivo, siendo esencial para sistemas de energía inteligente. El desafío principal es la identificación de cargas de bajo consumo, ya que su señal se enmascara fácilmente por las de mayor consumo. Se propone un modelo basado en convolutional neural network con mecanismo de atención y aprendizaje multi-etiqueta (MLCNN-At) para realizar desagregación multiestado y clasificación de cargas débiles (Yan, Tang, Tan, Wang, & Wu, 2019).

El modelo utiliza CNN profundas para extraer características relevantes de las señales y un módulo de atención para filtrar información redundante. Cada electrodoméstico se considera como una clase que puede estar activa junto con otras, lo que permite manejar la superposición de dispositivos. Se aplicó un preprocesamiento de ventanas temporales, normalización y codificación multiestado en los datos de entrada.

Las pruebas realizadas con REDD y UK-DALE muestran que el modelo supera a métodos tradicionales como FHMM, seq2seq y seq2point, con mejoras en precisión, recall, F1-score y reducción del error absoluto medio (MAE). El modelo presenta ventajas en la identificación de electrodomésticos de bajo consumo, como lámparas y cargadores, donde otros algoritmos presentan bajo rendimiento.



Los autores destacan que la combinación de atención y aprendizaje multi-etiqueta incrementa la capacidad de generalización en entornos reales. Las limitaciones incluyen el alto costo computacional de CNN profundas y la necesidad de arquitecturas más ligeras para dispositivos embebidos.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) proporciona información detallada de consumo de energía a nivel de electrodomésticos individuales, siendo clave para la gestión de energía en hogares inteligentes. El estudio propone un modelo bidireccional LSTM (BiLSTM) para mejorar la precisión de desagregación, capturando dependencias de largo plazo en secuencias de energía y aprovechando el contexto de cargas anteriores y posteriores (Wang, Liu, Zhou, Liu, & Wang, 2020).

El modelo BiLSTM se entrena y evalúa en los conjuntos de datos REDD y UK-DALE, con preprocesamiento de muestreo, normalización y segmentación en ventanas deslizantes. El rendimiento se compara con métodos tradicionales como FHMM, seq2seq y seq2point, empleando métricas como MAE, SAE, precisión, recall y F1-score.

Los resultados muestran que el modelo BiLSTM logra mayor precisión en la identificación de electrodomésticos, reduciendo el error absoluto medio en comparación con FHMM y métodos basados en CNN unidireccionales. El modelo también mejora la clasificación de electrodomésticos multiestado y de bajo consumo, mostrando robustez en escenarios de generalización interhogar.

El estudio concluye que BiLSTM es más adecuado para NILM debido a su capacidad de aprovechar dependencias bidireccionales en las señales, aunque se mencionan limitaciones en complejidad computacional y en la necesidad de optimización para aplicaciones en tiempo real.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) se ha consolidado como herramienta clave para consumidores y compañías eléctricas, ya que permite identificar patrones de consumo y comportamientos de usuarios a partir de señales de medidores inteligentes. El problema central es cómo aislar electrodomésticos individuales a partir de una señal de consumo agregada (Puente, Palacios, González-Arechavala, & Sanchez-Ucama, 2020).

El trabajo propone un método de desagregación no supervisada basado en técnicas de computación blanda, utilizando datos controlados de medidores inteligentes en hogares de Francia y Reino Unido (UK-DALE). La metodología detecta cambios en niveles de potencia y construye un modelo de caja que representa el consumo mediante secuencias de rectángulos





de diferente potencia y duración. Este modelo se combina con agrupamiento difuso y árboles de regresión para identificar electrodomésticos en condiciones de superposición de señales.

Los resultados muestran que el modelo es capaz de identificar electrodomésticos con distintos patrones de uso, incluyendo casos complejos como solapamiento de lavavajillas, calentadores de agua y refrigeradores. El agrupamiento difuso permite reducir falsos positivos y negativos frente al agrupamiento clásico, mostrando mejoras en métricas como precisión, recall y F1-score en comparación con otros enfoques evaluados en el dataset UK-DALE.

Las conclusiones destacan que la metodología puede implementarse masivamente con medidores inteligentes, aportando beneficios tanto en la detección de fallos como en la optimización de patrones de consumo. Se señala como trabajo futuro la incorporación de nuevos dispositivos y la mejora de la robustez del algoritmo en entornos de consumo más complejos.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) depende en gran medida de la extracción de características a partir de mediciones de voltaje y corriente, con el fin de obtener firmas únicas que permitan la discriminación de dispositivos eléctricos. Aunque existen numerosos estudios sobre características para NILM, no se había realizado una comparación y combinación sistemática de su efectividad. Se presenta una revisión de las características reportadas en la literatura, incluyendo estado estable y transitorias, clasificadas en trece categorías: plano PQ, transitorios macroscópicos, armónicos, envolventes espectrales, transformadas wavelet, formas de onda sin procesar, trayectorias VI, corriente no activa y características no convencionales como lo menciona (Sadeghianpourhamami, Ruysinck, Deschrijver, Dhaene, & Develder, 2017).

El trabajo propone un proceso sistemático de eliminación de características para identificar subconjuntos más efectivos, empleando algoritmos de selección como RFE y medidas de importancia de permutación en combinación con un Random Forest como clasificador. El análisis se valida en el dataset PLAID, compuesto por registros de voltaje y corriente de once electrodomésticos a 30 kHz en 56 hogares, donde se evaluaron 55 características de estado estable y 23 de estado transitorio.

Los resultados muestran que la reducción sistemática de características mejora significativamente la precisión en la clasificación de electrodomésticos respecto al uso de todas las características o subconjuntos aleatorios. Se identificó que la mejor combinación se alcanza con 20 características seleccionadas, incluyendo energías de coeficientes wavelet y armónicos de corriente, mientras que se eliminaron armónicos de voltaje y características de potencia



aparente o reactiva. El enfoque también mejora la estabilidad del modelo y las puntuaciones F en todos los dispositivos, aunque algunos, como los calentadores, presentan altas tasas de clasificación errónea por similitudes con otros aparatos como secadores de pelo.

El estudio concluye que la selección óptima de características es esencial para incrementar la precisión de NILM, evitando redundancia, complejidad y sobreajuste. Se plantea como trabajo futuro el desarrollo de conjuntos de datos más diversos y completos que incluyan una categorización de cargas basada en circuitos frontales y topologías eléctricas, con el fin de obtener firmas más optimizadas y comparables en aplicaciones NILM.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) ofrece información precisa sobre el consumo de energía mediante el análisis de datos de corriente y voltaje de medidores inteligentes, constituyéndose en estrategia para la gestión de la demanda en sistemas de energía. Una limitación de las técnicas NILM actuales es la presuposición de un inventario fijo de electrodomésticos, lo cual es impráctico por la introducción constante de nuevos dispositivos por parte de los usuarios. Para resolver este problema, se propone un modelo de transformador de visión con un cabezal de detección adicional (ViTD), utilizando imágenes de trayectoria VI. El modelo se entrena inicialmente para clasificar electrodomésticos conocidos y posteriormente incorpora un cabezal de detección que fomenta la formación de centros de clase compactos y distintos para cada categoría, permitiendo la detección de electrodomésticos desconocidos en el artículo (Zhao, Liu, Li, Wei, & Han, 2024).

Se emplean los conjuntos de datos PLAID y WHITED, basados en mediciones de voltaje y corriente de alta frecuencia, para validar la propuesta. PLAID contiene registros de 11 electrodomésticos a 30 kHz en 82 instancias y WHITED incluye 54 electrodomésticos con eventos de arranque capturados a 44,1 kHz. El procedimiento NILM utilizado comprende recopilación y procesamiento de datos, monitoreo de eventos, extracción de características y reconocimiento de carga. Las trayectorias VI se codifican en el espacio de color HSV y se convierten en representaciones RGB que sirven como entrada al modelo.

El modelo ViTD mantiene la estructura estándar de un Vision Transformer (ViT), añadiendo un cabezal de detección que optimiza la distancia entre características de clase conocida y los centros de clase. Durante las pruebas, si la distancia entre una muestra y el centro de la clase conocida supera un umbral predefinido, se clasifica como un dispositivo desconocido; de lo



contrario, se asigna a la clase conocida. Este mecanismo mejora la detección de anomalías en NILM y la diferenciación entre dispositivos con trayectorias VI similares.

Los resultados experimentales muestran que ViTD supera a métodos de referencia como SLCPL, ARPL y MEDAF en los conjuntos de datos PLAID y WHITED, alcanzando métricas AUROC superiores al 85% en detección de electrodomésticos desconocidos. Sin embargo, se identificaron confusiones en dispositivos con trayectorias similares, como hervidores y tostadoras, que comparten características resistivas. El análisis de carga computacional revela que ViTD presenta mayor número de parámetros y operaciones de punto flotante que otros métodos, aunque requiere solo un entrenamiento offline antes de su implementación práctica. Como limitaciones, se señala que el modelo no incorpora nuevas clases en línea y que la complejidad computacional puede ser un reto para dispositivos embebidos.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) se presenta como alternativa a los sistemas tradicionales de monitoreo, permitiendo la desagregación del consumo total de energía en contribuciones individuales de electrodomésticos a partir de un único punto de medición. El estudio propone un enfoque basado en redes neuronales artificiales (RNA) para la clasificación de cargas eléctricas, con aplicación en la gestión inteligente de la energía (Lopes, Correia, Nunes, & Morgado-Dias, 2019).

Se utilizaron bases de datos públicas REDD y UK-DALE, que contienen perfiles de consumo en entornos residenciales, para entrenar y validar el modelo. El método incluye preprocesamiento de señales, normalización y segmentación en ventanas temporales, seguido de la extracción de características de potencia activa y reactiva. La arquitectura propuesta de la RNA fue configurada con múltiples capas ocultas y entrenada mediante retropropagación del error.

Los resultados muestran que la red neuronal obtuvo un rendimiento satisfactorio en la identificación de electrodomésticos, superando enfoques clásicos como k-means y Support Vector Machines (SVM) en métricas de precisión, recall y F1-score. En escenarios con múltiples aparatos operando simultáneamente, el modelo mantuvo buena robustez, aunque presentó mayor dificultad en cargas con perfiles de consumo muy similares, como lámparas y computadoras.

El estudio concluye que las RNA son adecuadas para NILM y pueden aplicarse en sistemas de energía inteligente, aunque se destaca la necesidad de optimización para reducir costos computacionales y mejorar la escalabilidad en aplicaciones reales.



El método propuesto emplea técnicas de clasificación supervisada con atributos derivados de la potencia activa, potencia reactiva y características estadísticas de las señales. Se utilizan algoritmos como árboles de decisión, Random Forest y máquinas de vectores de soporte (SVM), evaluados en bases de datos públicas de consumo doméstico. El sistema se entrena con ventanas temporales deslizantes, aplicando normalización de datos y extracción de características a nivel de aparato.

Los resultados muestran que los algoritmos de ensamble, en particular Random Forest, superan en precisión y recall a modelos individuales, logrando una clasificación más robusta de electrodomésticos. El enfoque mejora la detección de cargas en escenarios de ruido y superposición, manteniendo métricas elevadas de F1-score. Se valida en conjuntos de datos residenciales, mostrando que la metodología puede adaptarse a distintos contextos de consumo.

El estudio concluye que los métodos de aprendizaje automático basados en minería de datos constituyen una herramienta efectiva para NILM, destacando la importancia de la selección de atributos y la comparación sistemática de clasificadores. Se plantea como trabajo futuro la integración de técnicas de aprendizaje profundo y la validación en entornos de hogares inteligentes con usuarios reales (González-Vidal et al., 2018).

Se examinan doce estudios sobre la eficacia de la retroalimentación desagregada de energía. La reducción promedio de electricidad encontrada es del 4,5 %, aunque se advierte que puede estar sesgada positivamente por el efecto de "opt-in". La retroalimentación agregada por sí sola genera reducciones del 3 %, y cuatro estudios comparativos muestran que la retroalimentación agregada es al menos tan eficaz como la desagregada. El beneficio parece concentrarse en un subgrupo denominado "entusiastas de la energía", quienes muestran mayores ahorros. Sin embargo, no existe evidencia sólida de que la desagregación de grano fino sea más efectiva para la población general.

Se identifican sesgos como el efecto Hawthorne, la autoselección de participantes y la falta de grupos de control en varios estudios. Algunos resultados provienen de periodos demasiado cortos para evaluar efectos sostenidos en el tiempo. En un análisis, el grupo de "entusiastas" redujo en promedio su consumo un 6,1%, con un 14,5% en el cuartil superior, aunque sin grupo de control. Otro estudio de 1.685 usuarios no encontró reducción significativa, salvo en un subgrupo con tarifas horarias, que alcanzó un 7,7% de ahorro (Kelly & Knottenbelt, 2016).



La retroalimentación de grano fino no parece ser necesaria para lograr ahorros, ya que sistemas como HEA, que presentan categorías amplias, lograron reducciones significativas. En cuatro comparaciones directas, tres estudios encontraron más eficaz la retroalimentación agregada y uno los consideró equivalentes. Esto se atribuye a que los dispositivos de visualización en el hogar (IHD) son más consultados que las aplicaciones web. La evidencia sugiere que la reducción de energía a nivel poblacional estaría entre 0,7% y 4,5%, dependiendo de la proporción de "entusiastas de la energía". Se concluye que la retroalimentación desagregada podría no ser necesaria para inducir ahorros en la mayoría de los hogares, aunque se reconocen lagunas de evidencia y la necesidad de ensayos más amplios y controlados.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) ha atraído a un número creciente de investigadores, especialmente desde 2010, con un gran volumen de publicaciones sobre desagregación energética en el sector residencial, aunque su aplicación en entornos industriales y comerciales sigue siendo un desafío debido a la complejidad.

El NILM, introducido por George Hart en los años 1980, se estructura en un marco típico de cuatro pasos: adquisición y preprocesamiento de datos, detección de eventos, extracción de características e identificación de la carga. La adquisición de datos puede hacerse con medidores de baja frecuencia (menos de 1 Hz), preferidos por su bajo costo, o de alta frecuencia (kHz a MHz), que permiten mayor precisión, aunque con costos elevados. El preprocesamiento incluye normalización, filtrado y manejo de datos faltantes. La detección de eventos consiste en identificar cambios en estados de carga. La extracción de características puede basarse en estado estable o transitorio, y la identificación de carga emplea enfoques supervisados, no supervisados o semisupervisados, incluyendo optimización, modelos probabilísticos (como HMM), aprendizaje automático (RNA, SVM), aprendizaje profundo (autoencoders, CNN, RNN), y procesamiento de señales en grafos.

Los problemas clave de NILM incluyen el diseño de marcos de bajo costo y sin supervisión, el desarrollo de modelos de firma de carga robustos, y la robustez de los algoritmos de desagregación. Entre las métricas de evaluación utilizadas destacan RMSE, MAE, TECA, F1 y precisión. Existen múltiples conjuntos de datos públicos como BLUED, REDD y AMPds, y herramientas como NILMTK-DF que facilitan la comparación de algoritmos.

Las aplicaciones comerciales de NILM incluyen la respuesta a la demanda, microrredes, gestión de energía en hogares inteligentes, diagnóstico y detección de fallas. Los beneficios alcanzan a



usuarios finales (reducción de consumo, detección de fallas), gobiernos (mejora de programas de eficiencia energética), empresas de servicios (mayor precisión en previsión de carga), y fabricantes de electrodomésticos (impulso al desarrollo de productos eficientes). Los desafíos incluyen la precisión en presencia de electrodomésticos de múltiples estados o consumo variable, la falta de modelos de negocio escalables y la ausencia de conjuntos de datos de alta frecuencia en regiones como Asia.

Se concluye que NILM tiene un gran potencial para eficiencia energética, gestión de la demanda y aplicaciones comerciales, aunque persisten retos en escalabilidad, robustez de algoritmos y modelos de negocio innovadores (Zhuang et al., 2018).

La información sobre la calidad de la energía se utiliza no solo para determinar la aptitud eléctrica, sino también para la identificación de cargas mediante monitoreo no intrusivo. En este trabajo, la identificación se aborda como tarea de clasificación aprovechando características de calidad de la energía, proponiendo un análisis discriminante lineal y cuadrático que requiere procesos de diseño y ajuste más simples que las técnicas tradicionales. Se implementaron clasificadores y se evaluaron con mediciones de laboratorio, obteniendo un rendimiento notable.

El sistema NILM comienza con la adquisición de la señal total en un único punto, utilizando sensores de propósito general o medidores inteligentes. Las señales eléctricas se caracterizan matemáticamente como firmas de carga y se aplican algoritmos para identificar electrodomésticos. El procedimiento incluye mediciones, extracción de características (dominio temporal y de Fourier) y clasificación supervisada. Se calcularon características como el valor RMS de la corriente, componentes armónicos, potencia activa, potencia reactiva fundamental, factor de potencia y distorsión armónica total (Jiménez et al., s.f.).

Los algoritmos implementados fueron el análisis discriminante lineal (LDA) y el cuadrático (QDA), que modelan distribuciones gaussianas multivariadas de las clases. El desempeño se evaluó con validación cruzada estratificada de 10 pliegues y matrices de confusión. El clasificador lineal alcanzó una precisión del 93,67%, mientras que el clasificador cuadrático logró un 100% de exactitud. Se aplicó además una selección hacia adelante de características para optimizar el rendimiento, siendo las combinaciones de armónicos de corriente, potencia reactiva fundamental y distorsión armónica total las más relevantes.

Se concluye que los clasificadores de análisis discriminante ofrecen resultados prometedores para NILM, con tiempos de entrenamiento reducidos y precisión elevada. Se sugiere como



trabajo futuro el estudio en entornos distorsionados, aprovechando el conocimiento del campo de calidad de la energía para fortalecer la investigación en NILM (Jiménez et al., s.f.).

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) busca obtener consumos individuales de electrodomésticos a partir de mediciones agregadas, siendo un campo de investigación relevante en gestión de la energía. Se propone un enfoque denominado Sparse Sequence-to-Sequence (S2S) basado en redes neuronales recurrentes (RNN), que incorpora un mecanismo de atención dispersa para mejorar la desagregación de cargas en comparación con modelos tradicionales de secuencia a punto (seq2point) o seq2seq convencionales (Zhang, Zhong, Wang, & Wang, 2019).

El modelo utiliza como entrada series temporales de potencia activa, procesadas en ventanas deslizantes normalizadas, y genera como salida secuencias estimadas de consumo por aparato. La atención dispersa permite que el modelo se enfoque en puntos relevantes de la señal, reduciendo la influencia de ruido y mejorando la precisión de predicción en electrodomésticos con consumos poco frecuentes o intermitentes.

El desempeño se evaluó en los conjuntos de datos REDD y UK-DALE, utilizando métricas como MAE, SAE, precisión, recall y F1-score. Los resultados muestran que el modelo S2S supera a FHMM, seq2seq estándar y seq2point en precisión de desagregación, con mejoras especialmente en aparatos como microondas, hervidores y lavavajillas. Se comprobó además que la atención dispersa reduce el sobreajuste y mejora la generalización en viviendas no incluidas en el entrenamiento.

Se concluye que la arquitectura Sparse S2S con RNN y atención dispersa constituye una mejora frente a los métodos previos en NILM, mostrando mayor exactitud y robustez en la desagregación multiestado y en la identificación de cargas de corta duración.

El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) utiliza las firmas de carga (Load Signatures, LS) para identificar dispositivos eléctricos a partir de una única medición de corriente y voltaje. Las firmas tradicionales incluyen parámetros como potencia activa y reactiva, corriente RMS y armónicos, pero no siempre permiten una diferenciación clara entre aparatos con características similares.

Se utilizaron medidas de corriente de varios electrodomésticos comunes como aire acondicionado, cafetera, secador de pelo, plancha, refrigerador y luces LED. La señal de corriente se descompuso mediante análisis espectral, extrayendo coeficientes de energía de banda espectral (SBE) y medidas de entropía (Shannon y Rényi). Estas características se normalizaron y se construyeron vectores de firma únicos para cada aparato.



Los resultados muestran que los vectores de firma espectral permiten una clasificación precisa cercana al 100% de la mayoría de los electrodomésticos, incluso en casos de dispositivos con patrones de potencia similares. En pruebas de validación cruzada, los clasificadores basados en estas nuevas firmas superaron ampliamente a los que utilizan solo parámetros tradicionales de potencia o armónicos. El método también demostró ser computacionalmente eficiente y adecuado para implementarse en tiempo real.

Se concluye que la definición de firmas espectrales diferenciadas constituye una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento de los algoritmos NILM, incrementando la capacidad de discriminación de cargas en entornos residenciales y facilitando la integración con aplicaciones de redes inteligentes (Bouhouras et al., 2014).

Modelado de cargas no lineales y estimación de armónicos en sistemas de distribución industrial de artículo (Venkatesh, Srikanth Kumar, Siva Sarma, & Sydulu, 2008). El análisis armónico del sistema de distribución se utiliza para estudiar el comportamiento de equipos conectados en entornos no sinusoidales y para diseñar filtros. Se desarrollan modelos de simulación de cargas no lineales basados en formas de onda de voltaje y corriente obtenidas en laboratorio. La distorsión armónica total (THD) se usa como índice para estudiar efectos en la empresa de servicios públicos. Validación mediante estudio de caso en sistema industrial, resultados de simulación en PSCAD/EMTDC comparados con mediciones experimentales.

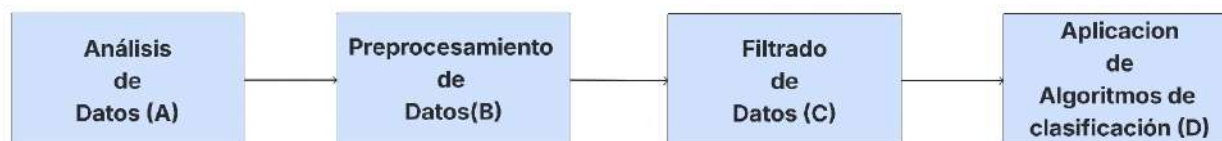
Evaluación de cargas no lineales: variadores de velocidad, televisores, computadoras personales, balastos electrónicos de lámparas fluorescentes, acondicionadores de aire, refrigeradores, lavadoras, bombas y sistemas de agua caliente. Armónicos dominantes tercero, quinto y séptimo. Cargas monofásicas generan armónicos triples, que se suman en neutro de sistemas trifásicos de cuatro hilos, provocando sobrecalentamiento en transformadores y afectando factor de potencia. Cargas trifásicas como variadores y rectificadores generan armónicos de orden quinto y séptimo.

Estudio de caso en sistema de distribución del satélite CARTOSAT-2A (ISRO, Bangalore). Simulación de THD y factor de potencia. Adición de bancos de condensadores trifásicos en estrella mejora factor de potencia y reduce THD en voltajes y corrientes de fase. Resultados de simulación coinciden con mediciones prácticas. Modelos de cargas no lineales validados para análisis armónicos y diseño de filtros de mitigación.



### 3. Metodología

De Acuerdo al análisis de la revisión literia descrita anteriormente se puede concluir que para poder identificar patrones de consumo eléctrico en equipo eléctricos utilizando inteligencia artificial nos podemos basar en la siguiente metodología descrita en la figura 1.



**Figura 1:** Muestra la propuesta de metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto

#### Fase (A)

Se identifican las fuentes de información y se seleccionan los datos relevantes para el estudio.

#### Fase (B)

Se realiza la limpieza de datos, normalización y organización de los datos para garantizar su calidad y uniformidad.

#### Fase (C)

Se eliminan valores atípicos y se extraen las características mas representativas de los equipos.

#### Fase (D)

Se emplean algoritmos de inteligencia artificial, como machine learning y Deep learning, para clasificar e identificar los equipos.

### 4. Desarrollo

En la siguiente imagen, se muestra un diagrama de bloques en el que se propone las diferentes etapas para poder identificar patrones de consumo eléctrico en cargas.





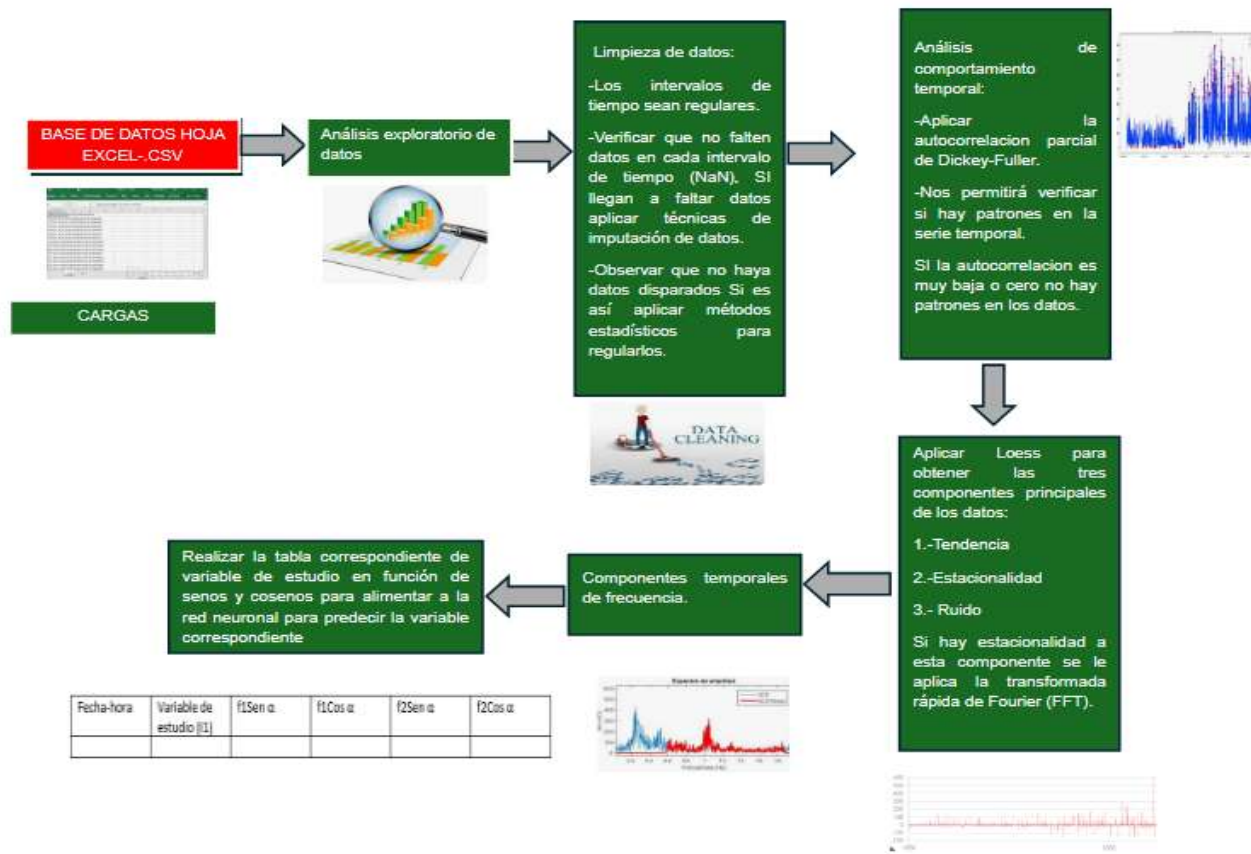


Figura 2: Propuesta de desarrollo para la identificación de patrones de consumo eléctrico

## 5. Conclusiones

Los avances en IA han mejorado la desagregación de cargas, con el Deep Learning, especialmente modelos como LSTM y CNN, ofreciendo mayor precisión y adaptabilidad en la identificación de patrones de consumo eléctrico en dispositivos eléctricos. La extracción de firmas de carga enriquecidas, que incluyen análisis armónico y características transitorias, es clave para la identificación. A pesar de la precisión, el NILM con IA enfrenta desafíos como la generalización y robustez de los modelos, y la estandarización de bases de datos y métricas. La investigación futura se centra en métodos híbridos y la detección de dispositivos desconocidos. El NILM con IA ha evolucionado a una tecnología de alta precisión, impactando el ahorro energético, la creación de hogares inteligentes, el mantenimiento predictivo y la detección de anomalías.

## 6. Referencias

- Al-Kurdi, O., Al-Kurdi, B., & Al-Kurdi, M. (2020). *Inteligencia artificial y aprendizaje automático: Aplicaciones modernas*. Editorial Científica.
- Amershi, S., Chickering, M., Drucker, S., Lee, B., Simard, P., & Suh, J. (2019). *Guidelines for human-AI interaction*. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300233>
- Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2014). *The ethics of artificial intelligence*. In K. Frankish & W. M. Ramsey (Eds.), *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence* (pp. 316–334). Cambridge University Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. W. W. Norton & Company.
- Domingos, P. (2015). *The master algorithm: How the quest for the ultimate learning machine will remake our world*. Basic Books.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Haenlein, M., Kaplan, A., Tan, B., & Zhang, P. (2019). *Artificial intelligence (AI) and its implications for marketing strategy*. *Business Horizons*, 62(6), 627–636. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.07.003>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.
- Kelleher, J. D., Namee, B., & D'Arcy, A. (2015). *Fundamentals of machine learning for predictive data analytics: Algorithms, worked examples, and case studies*. MIT Press.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Li, X., Li, Y., & Li, Z. (2020). *Applications of artificial intelligence in healthcare: Review and future prospects*. *Computers in Biology and Medicine*, 121, 103761. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103761>
- Liao, J., Elafoudi, G., Stankovic, L., & Stankovic, V. (2018). *Non-intrusive appliance load monitoring using low-resolution smart meter data*. *Energies*, 11(5), 1246. <https://doi.org/10.3390/en11051246>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Marr, B. (2018). *Artificial intelligence in practice: How 50 successful companies used AI and machine learning to solve problems*. Wiley.



- McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, C. (2006). *A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, 1955*. *AI Magazine*, 27(4), 12–14.
- Mitchell, T. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.
- Nilsson, N. J. (2010). *The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements*. Cambridge University Press.
- Ruano, A., García, J., Hernández, Á., Ureña, J., & Ruano, M. (2019). *NILM techniques for intelligent home energy management and ambient assisted living: A review*. *Energies*, 12(11), 2203. <https://doi.org/10.3390/en12112203>
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., Antonoglou, I., Huang, A., Guez, A., ... & Hassabis, D. (2017). *Mastering the game of Go without human knowledge*. *Nature*, 550(7676), 354–359. <https://doi.org/10.1038/nature24270>
- Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. Knopf.
- Wang, P., & Siau, K. (2019). *Artificial intelligence, machine learning, automation, robotics, future of work and future of humanity: A review and research agenda*. *Journal of Database Management*, 30(1), 61–79. <https://doi.org/10.4018/JDM.2019010105>
- Wang, Z., Chen, Q., Kang, C., Zhang, M., Wang, K., & Zhao, Y. (2019). *Non-intrusive load monitoring: A review and outlook*. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(6), 6187–6203. <https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2885735>
- Venkatesh, C., Srikanth Kumar, D., Siva Sarma, D. V. S. S., & Sydulu, M. (2008, diciembre). *Modelado de cargas no lineales y estimación de armónicos en sistemas de distribución industrial*. Decimoquinta Conferencia Nacional sobre Sistemas de Energía (NPSC), IIT Bombay, India. IEEE.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... & Nerini, F. F. (2020). *The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals*. *Nature Communications*, 11(1), 233. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- Vinyals, O., Babuschkin, I., Czarnecki, W. M., Mathieu, M., Dudzik, A., Chung, J., ... & Silver, D. (2019). *Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning*. *Nature*, 575(7782), 350–354. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1724-z>
- West, D. M. (2018). *The future of work: Robots, AI, and automation*. Brookings Institution Press.
- Wooldridge, M. (2020). *Introduction to multiagent systems* (3rd ed.). Wiley.
- Zhang, Y., & Yang, Q. (2021). *A survey on multi-task learning*. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 34(12), 5586–5609. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2021.3071239>



# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA PROYECTOS DE EMPRENDIMIENTO EN LA CARRERA EN INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Sánchez Olarte-Josset<sup>1</sup>, Sánchez Hernández -Sandra<sup>2</sup>, Hernández Hernández-María Elena<sup>2</sup>

1. Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, [josset.sanchez@smartin.tecnm.mx](mailto:josset.sanchez@smartin.tecnm.mx)
2. Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan.

**Resumen:** En 2024 la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial IGE, comenzó a implementar proyectos de emprendimiento dirigidos a estudiantes de los quinto a octavos semestres, con el propósito de desarrollar aptitudes relacionadas con la creación de diferentes tipos negocios. Sin embargo, al comenzar esta iniciativa, no existía un documento rector que estableciera que proyectos podían clasificarse como emprendimientos, ni su formato o estructura y los entregables asociados al diseño y avance del proyecto en cada semestre. El objetivo del presente documento fue “presentar una estructura que oriente y fortalezca el desarrollo de proyectos de emprendimiento para los semestres quinto, sexto, séptimo y octavo, que sean evaluables mediante entregables y que, al finalizar el octavo semestre, el proyecto sea implementado in situ”. Para el diseño del documento se aplicó el método de sistematización de experiencias. Los datos recopilados permitieron realizar un análisis crítico de los procesos para identificar la lógica, los elementos y las relaciones presentes en el desarrollo de proyectos de emprendimiento. Entre los resultados más significativos destacan, una propuesta para definir la elegibilidad de proyectos de emprendimiento y las estructuras de los entregables por semestre y sus machotes para su presentación.

**Palabras Clave:** Elegibilidad, Diagnóstico, Entregables.

**Abstract:** In 2024, the Business Management Engineering program at IGE began implementing entrepreneurship projects for students in the fifth through eighth semesters, with the goal of



developing skills related to the creation of different types of businesses. However, at the beginning of this initiative, there was no guiding document establishing which projects could be classified as entrepreneurship, nor their format or structure, nor the deliverables associated with the design and progress of the project in each semester. The objective of this document was "to present a structure that guides and strengthens the development of entrepreneurship projects for the fifth, sixth, seventh, and eighth semesters, which are evaluable through deliverables, and which, at the end of the eighth semester, the project is implemented in situ." The experience systematization method was applied to design the document. The data collected allowed for a critical analysis of the processes to identify the logic, elements, and relationships present in the development of entrepreneurship projects. Among the most significant results are a proposal to define the eligibility of entrepreneurial projects and the structures of deliverables per semester and their templates for presentation.

**Keywords:** Eligibility, Diagnosis, Deliverables.

## **1. Introducción**

La propuesta estructural para la organización y diseño de proyectos de emprendimiento de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial IGE, se centra en proporcionar primero un panorama general sobre lo que significa el emprendimiento. Además, busca especificar que categorías de proyectos pueden considerarse válidos para ser desarrollados como emprendimiento y cuáles no. También, se presenta un plan para establecer una organización y/o estructura para las actividades para el desarrollo de un emprendimiento como un proyecto académico, así como los productos entregables que se esperan del proyecto y sus respectivas rubricas y machotes para su presentación, que deberán ser diseñados por los y las alumnas de la carrera en IGE, en particular para aquellos del quinto al octavo semestre.

Montoya, Calle & Mejía (2009), refieren que los emprendimientos representan el desarrollo, cambio y progreso en los distintos sectores económicos en sus diferentes niveles iniciando generalmente desde lo local donde las personas son la base, quienes crean y cristalizan la idea de emprendimiento. Además, las características clave para el surgimiento de este tipo de proyectos nace de la necesidad del logro y el deseo de autonomía de quienes emprenden y que generalmente se caracterizan por ubicarse a nivel personal, familiar e incluso en un pequeño grupo (microemprendimientos/microempresas de 1 a 10 personas) (Casaburi y Angelelli, 2001).



En este marco, un proyecto de emprendimiento representa una propuesta, generalmente nace de una idea, que al cristalizarse está destinada a establecer y hacer crecer un nuevo negocio familiar o microempresa y pequeña empresa, frecuentemente con la intención de generar beneficios económicos. Pero también, pueden ser emprendimientos destinados a propiciar el beneficio social (por ejemplo, talleres y capacitaciones para fortalecer las capacidades y habilidades de sectores sociales vulnerables, organizaciones sin fines de lucro, etc.). Estas iniciativas son distintivas por su enfoque en la innovación, la identificación de oportunidades en el mercado, y la aplicación de conocimientos y habilidades para generar valor. En el contexto académico, un proyecto de emprendimiento puede referirse a la aplicación de resultados de investigación para la creación de un nuevo producto, servicio, proceso o mejorar uno ya existente a partir de la agregación de algo innovador distinto a lo que comúnmente se aplica.

Regularmente, los microemprendimientos y emprendimientos que se presentan en programas de grado en instituciones educativas, pregrados y carreras empresariales deben alinearse con los principios de relevancia social y local en determinadas circunstancias. Así, aunque una ciudad incorpora influencias rurales, es fundamental reconsiderar el negocio a partir de una comparación de ocupación, cultura, medio ambiente, economía, producción y ventaja competitiva en el contexto de la región (Solís, García, & Mantilla, 2019). En términos generales, los emprendimientos suelen agruparse en varias categorías entre las que destacan: 1. pequeñas empresas (micro y pequeña empresa), 2. startups escalables, 3. grandes empresas, 4. organización social y/o emprendimiento social, 5. Emprendimiento innovador, 6. Intraemprendimiento, 7. Emprendimiento del investigador y 8. Emprendimiento espejo o de imitación. Estas categorías prestan más la atención al propio negocio que a las habilidades del fundador (Ferreira, 2000).

1. Pequeñas empresas (micro y pequeña empresa); Los emprendedores de micro y pequeñas empresas se enfocan en crear y administrar su propio negocio, ya sea de manera independiente o con apoyo de familiares. Este conjunto de emprendedores a menor escala (micro-emprendimientos) incluye a quienes inician en un local como un pequeño negocio de comida, postres, micro-negocios, etc., propietarios de tiendas, consultores, etc. Su objetivo es poder subsistir gracias a sus actividades comerciales y obtener ingresos suficientes para sustentar a su familia y mantener su estilo de vida. Generalmente, no persiguen un crecimiento acelerado ni la expansión del negocio y tienden a solicitar un préstamo para financiar su emprendimiento (Carbonetto *et al.*, 2001).





2. Startups o Emprendimiento escalable; Este tipo de emprendedores tiene grandes aspiraciones (generalmente utilizan tecnología para fortalecer su negocio). Están en constante búsqueda de ideas innovadoras que permitan expandir su negocio y obtener el máximo retorno en el menor tiempo. Cuando identifican una oportunidad en el mercado y se enfocan en satisfacer la demanda. Así, es fundamental mantener márgenes elevados y contar con un equipo pequeño y flexible que esté listo para pivotar a medida que el negocio se expande (Escartín *et al.*, 2020).

3. Grandes empresas; Algunas organizaciones de forma natural se convierten en empresas grandes. Estas priorizan la creación de ganancias, con el objetivo de seguir ampliando su esquema empresarial, pero preservando la idea original. A medida que la base de clientes se amplía y evoluciona, el emprendedor tiende a adquirir negocios ya establecidos que ofrecen soluciones novedosas. Esto le facilita atender las demandas clientes nuevos y posiblemente acceder a nuevos sectores del mercado.

4. Organización social y/o emprendimiento social; Se enfocan en mejorar a la comunidad, buscando soluciones a problemas sociales importantes, como la desigualdad social, el medio ambiente, entre otros. Suelen establecer una organización sin fines de lucro o una empresa con fines de lucro que aporte a la comunidad al mismo tiempo que genera ganancias. Tienen una perspectiva sobre el entorno en el que viven, y sus objetivos económicos están alineados con en la misión de la organización para lograr un cambio social positivo (Paz *et al.*, 2020).

5. Emprendimiento innovador; Nace de la creación de negocios con el propósito de lanzar al mercado productos o ideas completamente nuevas. Se distinguen por solucionar problemas inventando nuevos productos o servicios. Son considerados como personas disruptivas, ya que cambian el panorama comercial en su sector impulsando el desarrollo de innovaciones tecnológicas (Hernández *et al.*, 2019).

6. Intraemprendimiento; Se refiere a un trabajador dentro de una empresa que se le da la autoridad y el respaldo necesario para crear nuevos productos sin tener que preocuparse si estos se convertirán o no en una fuente de ingresos para la empresa. A diferencia de un emprendedor que asume riesgos financieros si un producto no tiene éxito, el intraemprendedor mantiene su salario, aunque el proyecto no llegara a la fase de producción. varias empresas cuentan con un



departamento de investigación y desarrollo, cuyo propósito es investigar nuevas ideas que permitan a la empresa seguir siendo competitiva (Hernández *et al.*, 2019).

7. Emprendimiento del investigador; Estos emprendedores fundamentan sus convicciones en los hechos y los datos. Creen que con la adecuada preparación y los conocimientos aumentarían sus posibilidades de tener éxito. Analizan una idea de negocio que nace de una exhaustiva investigación académica y de una comprensión sobre cómo optimizar al máximo los recursos disponibles (ARIEU, 2003).

8. Emprendimiento espejo o de imitación; Hace referencia al proceso de establecer un negocio replicando y adaptando un modelo o idea de negocio que ya existe, pero lo replican con mejoras, ya sea en un mercado alternativo, con características novedosas o en un lugar diferente. Esta opción requiere de menos inversión en investigación y desarrollo puesto que el modelo principal es una réplica. No obstante, es necesario encontrar formas de diferenciarse para no ser percibidos como meros imitadores (Hernández *et al.*, 2019).

Por lo antes mencionado, el objetivo del presente estudio fue; presentar una estructura que oriente y fortalezca el desarrollo de proyectos de emprendimiento para los semestres quinto, sexto, séptimo y octavo, que sean evaluables mediante entregables y que, al finalizar el octavo semestre, el proyecto sea implementado in situ.

## 2. Delimitación contextual

El estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, ITSSMT, es un órgano público descentralizado dedicado a ofertar educación superior, localizado en San Martín Texmelucan con dirección: Camino a la Barranca de Pesos s/n, San Lucas Atoyatenco, 74120 San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla.

La propuesta metodológica se desarrolló específicamente para la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial IGE, ya que cada carrera cuenta con sus propias reglas de operación para el desarrollo y complejidad de proyectos de acuerdo al semestre en el que se ubiquen los estudiantes, no obstante, para el caso de esta carrera no se contaba con un documento rector que estableciera que proyectos podían clasificarse como emprendimientos, ni su formato o estructura y los entregables asociados al diseño y avance del proyecto en cada semestre. A partir de ello, se estableció la importancia de contar con un documento formal para la dirección de proyectos encaminado a desarrollar emprendimientos en la carrera de IGE.





### **3. Metodología**

La propuesta de trabajo planteada se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de estudio con la aplicación del método de sistematización de experiencias (Vientos y Ortiz, 2009), ya que, este permite abarcar varias dimensiones y funciones de las interacciones entre los actores y sus procesos, orientado a analizar cada elemento-dimensión en su contexto específico y a individualizar su peculiar combinación con los demás elementos-dimensiones, específicamente para el desarrollo de proyectos de emprendimiento para los semestres quinto, sexto, séptimo y octavo, que sean evaluables mediante entregables. Además, el método se complementó con la técnica de la observación in situ de la realidad, para abarcar la realidad en su dimensión real y existente (López *et al.*, 2022), esta técnica permitió obtener información de manejo que se llevaba de los proyectos de emprendimiento en semestres pasados.

De esta manera, el proceso metodológico quedo dividido en los siguientes apartados:

1. Criterios de inclusión para propuestas de proyectos de emprendimiento.
2. Estructura del documento entregable para el proyecto de emprendimiento por semestres.
3. Cronograma de entregables del proyecto de emprendimiento por semestres.
4. Rubricas para la evaluación de entregables del proyecto de emprendimiento por semestres.
5. Plantilla PPT para la presentación de avances del proyecto de emprendimiento por semestres.
6. Bitácora de seguimiento (Asesor (a)).

### **4. Desarrollo**

La carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial IGE del TecNM campus San Martín Texmelucan es una de las carreras más importantes cuyo objetivo es “Formar profesionales que contribuyan a la gestión de empresas e innovación de procesos; así como al diseño, implementación y desarrollo de sistemas estratégicos de negocios, optimizando recursos en un entorno global, con ética y responsabilidad social”. En esta línea, la carrera comenzó a implementar proyectos de emprendimiento dirigidos a estudiantes de los semestres quinto, sexto, séptimo y octavo, con el propósito de desarrollarles aptitudes relacionadas con la creación de diferentes tipos negocios. No obstante, cuando se inició este planteamiento, no existía un documento rector que estableciera que proyectos podían clasificarse como emprendimientos y cuáles no, tampoco se



contaba con un formato o estructura tanto de documento concentrador, como de los entregables asociados al diseño y avance del proyecto en cada semestre. Por ello, fue necesario generar una propuesta que considerara dichos vacíos de esta forma a partir de la aplicación metodológica se obtuvieron los siguientes resultados:

### 4.1 Criterios de inclusión para propuestas de emprendimientos

Para que las propuestas de emprendimiento sean consideradas o no, las ideas de los y las estudiantes deberán cumplir con criterios de inclusión:

1. **Explicitar la idea de negocio;** La idea puede ser plasmada por escrito de manera clara y concreta perfilada a una propuesta de emprendimiento.
2. **Establecimiento de la idea;** La idea plasmada puede alinearse en alguna de las 8 categorías de emprendimiento para tener la certeza de que se trata de una propuesta de emprendimiento o no.
3. **Soluciona una necesidad;** La idea plasmada implica una idea original o una nueva forma de abordar un problema existente.
4. **Propuesta de valor;** La propuesta de emprendimiento es atractiva y puede diferenciarse de la competencia a través de la búsqueda de soluciones innovadoras y escalables.
5. **Contexto del emprendimiento y/o mercado potencial;** La propuesta de emprendimiento puede tener pertinencia en el área, zona, región o territorio, organización o institución pública o privada en la que se pretende realizar y es una posibilidad de solución de la necesidad del mercado.
6. **Tipo de emprendimiento;** La propuesta tiene una línea bien definida, de negocio o de beneficio social.

En general, para que las propuestas de emprendimiento sean consideradas o no, además de cumplir con los criterios de inclusión, también, deben diferenciarse de un negocio tradicional por su enfoque en la innovación, la búsqueda de nuevas oportunidades y la capacidad de asumir riesgos para crear valor económico y social, los cuales se irán definiendo en el transcurso del desarrollo del proyecto. Cabe hacer mención que regularmente las ideas de emprendimiento caen en la creación de micro y pequeñas empresas, startups, emprendimiento innovador, intraemprendimiento y emprendimiento espejo o de imitación.



## **4.2 Estructura del documento entregable para el proyecto de emprendimiento por semestres.**

Para poder dar un seguimiento efectivo y comprobable de las actividades de los equipos que realizan proyectos de emprendimiento es crucial por semestre tener una estructura del documento a trabajar y el compendio de entregables que permitan, tanto evaluar el avance del proyecto, como el desempeño y manejo del mismo, de esta forma, presenta la estructura del documento final por semestre y se enlistaron una serie de entregables de la estructura del documento entregable por etapas, los cuales se tomarán como evidencia del avance hasta el momento que lleven, pero, además, se les solicitarán a los equipos presentarlos ante los asesores de la carrera en IGE con el fin de evaluarlos y poder brindarles retroalimentación, dichos avances para su entrega y presentación previamente se les hará llegar tanto a los y las estudiantes, como a los asesores un calendario de actividades, en dicho calendario se programara en la primera semana de cada semestre con el fin de tomar en cuenta fechas para entrega y presentación de avances del semestre que no afecten con las actividades de la academia, de esta forma a continuación se muestran los entregables a solicitar por semestre:

### **4.2.1 Estructura del documento para proyecto integrador de emprendimiento**

#### **a) Quinto semestre**

**Capítulo I** Problemática

**Capítulo 2** Estado del arte

**Capítulo 3** Propuesta de filosofía organizacional

**Capítulo 4** Metodología y herramientas (Estudio de mercado)

**Capítulo 5** Resultados

**Conclusiones y recomendaciones**

**Referencias**

**Anexos**

#### **b) Sexto semestre**

**Capítulo I** Problemática

**Capítulo 2** Estado del arte



**Capítulo 3** Propuesta de filosofía organizacional

**Capítulo 4** Metodología y herramientas (4P'S, Lienzo Canvas y estudio de factibilidad)

**Capítulo 5** Resultados (Estrategias de mercadotecnia, Lienzo Canvas y Análisis del estudio de factibilidad)

**Conclusiones y recomendaciones**

**Referencias**

**Anexos**

**c) Séptimo semestre**

**Capítulo I** Problemática

**Capítulo 2** Marco teórico

**Capítulo 3** Establecimiento de filosofía organizacional

**Capítulo 4** Metodología y herramientas (PMV, Propiedad industrial, Desarrollo sustentable, Aspectos normativos, Lanzamiento interno del producto y Lienzo Canvas Zen)

**Capítulo 5** Resultados (PMV, link del video, tipo de registro de la protección, estrategias de desarrollo sustentable y responsabilidad socios, Aspectos normativos aplicables, lanzamiento interno del producto y Lienzo Canvas Zen)

**Conclusiones y recomendaciones**

**Referencias**

**Anexos**

**d) Octavo semestre**

**Capítulo I** Problemática

**Capítulo 2** Marco teórico

**Capítulo 3** Establecimiento de filosofía organizacional

**Capítulo 4** Metodología y herramientas (Lanzamiento del producto y estados financieros)

**Capítulo 5** Resultados (Evaluación del lanzamiento del producto y estados financieros)



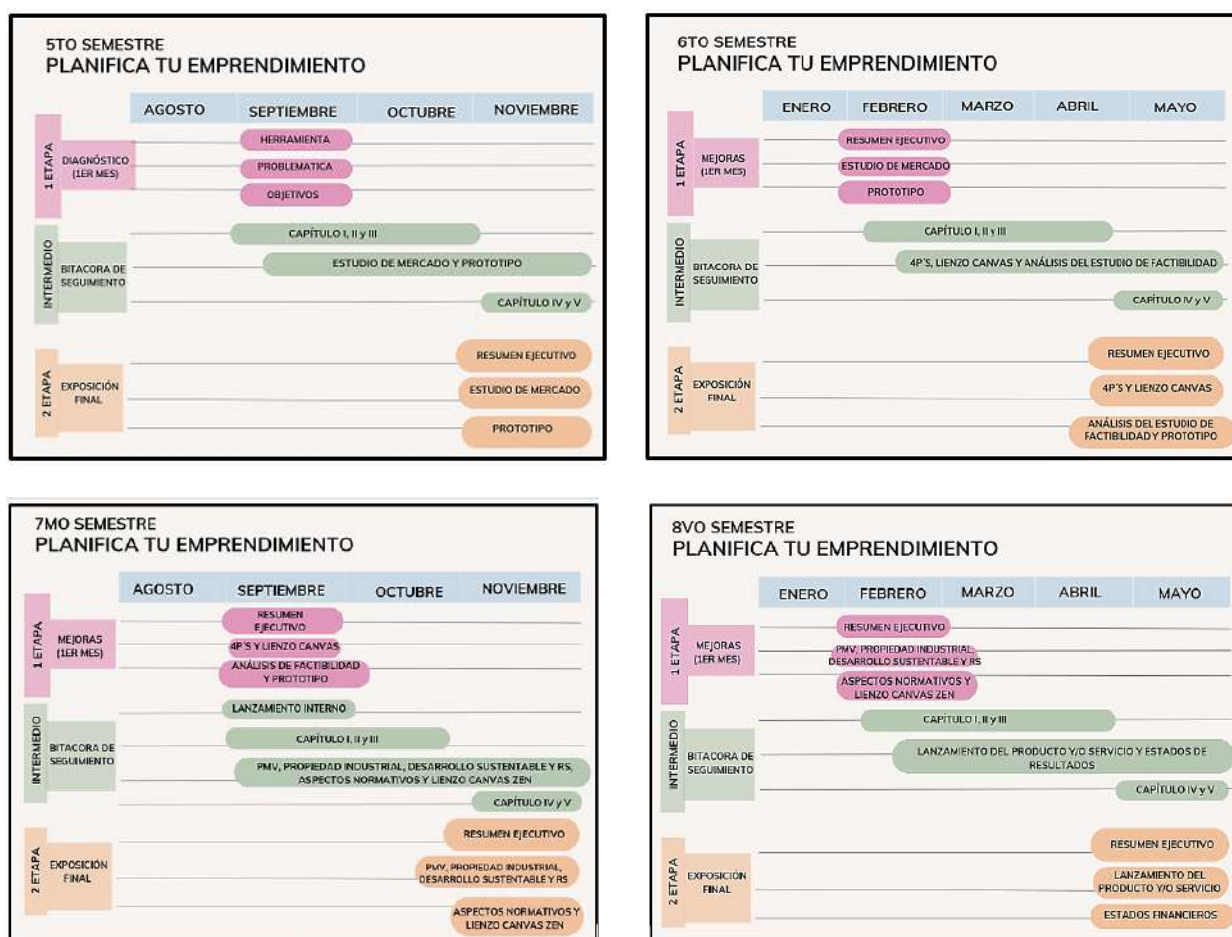
## Conclusiones y recomendaciones

## Referencias

## Anexos

### 4.3 Cronograma de entregables del proyecto de emprendimiento por semestres.

Para poder dar un seguimiento efectivo al avance de la estructura del documento rector, se debe establecer una calendarización de entregables y presentaciones de acuerdo al semestre que se le esté dando el seguimiento correspondiente tal y como se muestran en las siguientes imágenes:



### 4.4 Lista de entregables para presentación de emprendimiento

Posterior al establecimiento del cronograma de las diversas actividades que implica el desarrollo del proyecto de emprendimiento, se debe también, estipular una serie actividades y entregables



de acuerdo con la etapa en la que se encuentre el emprendimiento, en esta línea estas se muestran a continuación:

### **a) Quinto semestre**

- 1 etapa
  - Diagnóstico (Herramienta)
  - Contexto de la problemática
  - Objetivos
  - Justificación
- 2 etapa
  - Resumen ejecutivo
  - Estudio de mercado
  - Lienzo Canvas
  - Prototipo

### **b) Sexto semestre**

- 1 etapa
  - Mejoras Resumen ejecutivo
  - Mejoras Estudio de mercado
  - Mejoras Lienzo Canvas
  - Mejoras Prototipo
- 2 etapa
  - Resumen ejecutivo
  - 4P's
  - Lean Canvas o 4 cajas
  - Análisis del estudio de factibilidad (técnica y financiera)
  - Prototipo

### **c) Séptimo semestre**

- 1 etapa
  - Mejoras Resumen ejecutivo
  - Mejoras 4P's
  - Mejoras Lean Canvas o 4 cajas
  - Mejoras Análisis del estudio de factibilidad (técnica y financiera)



- 2 etapa
  - Resumen ejecutivo
  - Producto mínimo viable
  - Video corto de presentación
  - Propiedad industrial y derechos de autor
  - Desarrollo sustentable y responsabilidad social
  - Aspectos normativos
  - Resultados del lanzamiento interno del producto y/o servicio
  - Lienzo Zen Canvas

### **d) Octavo semestre**

- 1 etapa
  - Mejoras Resumen ejecutivo
  - Mejoras Producto mínimo viable
  - Mejoras Video corto de presentación
  - Mejoras Propiedad industrial y derechos de autor
  - Mejoras Desarrollo sustentable y responsabilidad social
  - Mejoras Aspectos normativos
  - Mejoras Resultados del lanzamiento interno del producto y/o servicio
  - Mejoras Lienzo Zen Canvas
- 2 etapa
  - Resumen ejecutivo
  - Lanzamiento del producto y/o servicio. In situ y/o negocio virtual
  - Estados financieros

Finalmente, es preciso mencionar que los entregables (documentos y presentaciones) deben tener rubricas para evaluar los avances y listas de cotejo para verificar que estos se hayan realizado de acuerdo con los lineamientos establecidos. Además, es preciso llevar una bitácora de seguimiento para asegurar que el desarrollo del emprendimiento sea lo más preciso posible.

## **5. Conclusiones**

El Proyecto Integrador de Emprendimiento se presenta como una experiencia formativa que es esencial dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE), dado que otorga la oportunidad de implementar de manera práctica los conocimientos aprendidos durante la formación académica durante el quinto, sexto y séptimo semestres. Y cuyo propósito



es fomentar en los y las estudiantes una mentalidad que favorezca el emprendimiento, la innovación y la capacidad de resolver problemas reales en el contexto social, económico, cultural, político e incluso en el ambiental. En esta línea, se presentan las siguientes conclusiones a las que se llegaron:

Se establecieron los criterios de inclusión necesarios para definir si las propuestas de proyectos de emprendimiento con elegibles o no. Y se generó una estructura para el documento entregable del proyecto de emprendimiento por semestre.

Se diseñó un cronograma de entregables para el proyecto de emprendimiento por semestre, definiendo claramente los productos que deberán ser entregados por etapa. Así como sus respectivas rubricas para la evaluación de cada uno de los entregables del proyecto por semestre.

Para la presentación de avances del proyecto de emprendimiento por semestres se definió una plantilla en PPT por semestre. Además, se diseñó una bitácora de seguimiento para el asesor o asesora del proyecto.

Finalmente, se recomienda que se continúe mejorando la presente propuesta para el desarrollo de proyectos de emprendimiento para los semestres de quinto, sexto, séptimo e incluso el octavo, ya que, ésta es un primer acercamiento a la implementación de este tipo de proyectos en el ITSSMT y que de acuerdo a cada semestre esta se va fortaleciendo hasta llegar a hacer explícito el emprendimiento y que se presenta como una opción alternativa al proyecto integrador resolutivo que se implementa generalmente para solucionar problemáticas de organizaciones externas vinculadas al tecnológico.

## 6. Referencias

- ARIEU, A. (2003). La Educación de los emprendedores: Un comentario acerca de los contenidos formativos y el rol de la Universidad. Congreso Provincial Emprendedorismo y Desarrollo Local. Pigüé, Argentina.
- Carbonetto *et al.*, (2001). Micro-emprendimiento para el sector urbano informal. Cáritas Diocesana Quilmes.
- Casaburi, G. y Angelelli, P. (2001). Estrategias de apoyo a las micro, pequeñas y medianas empresas. Ed. Eudeba – PNUD.
- Escartín, D. A. N. I. E. L., Marimon, À. L. E. X., Rius, A., Vilaseca, X., & Vives, À. (2020). Startup: Concepto y ciclo de vida. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 30, 13-21.





- Ferreira Leite, E. (2000). El fenómeno del emprendedorismo (proceso de emprendimiento) y la incubación de empresas – Creando riquezas. Universidad Central de Venezuela. Disponible <http://www.infomipyme.com/Docs/DO/Offline/emprendedorismo.pdf>
- Hernández-Sánchez, B., Cardella, G. M., & Sánchez-García, J. (2019). Emprendimiento e Innovación: Oportunidades para todos. E. Herruzo-Gómez (Ed.). Dykinson.
- López, M. V. M., Nieto, E. M. M., y Piqueras, M. C. (2022). ¿Permiso para investigar? Reflexiones sobre los requisitos éticos de la observación participante en el contexto de la entrevista familiar de obtención de órganos. *Recerca. Revista de Pensament i Anàlisi*. 27(2), pp. 1-26. <http://dx.doi.org/10.6035/recerca.6148>
- Montoya Marulanda, J. A., Calle Correa, G., & Mejía Mejía, L. F. (2009). Emprendimiento Visiones desde las teorías del comportamiento humano. Universidad EAN, 153-160. <https://bit.ly/31LjO4i>
- Paz Marcano, A., Salóm Crespo, J., García Guiliany, J., & Suarez Barros, H. (2020). Perfil emprendedor en la formación universitaria venezolana. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 161-172. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28063104014>
- Pérez Paredes, A., Torres-Flórez, D., Torralba Flores, A., & Salgado Cifuentes, W. (2020). Características y elementos del fenómeno emprendedor en Villavicencio, Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 16(30), 1-10. doi:<https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v16i30.2782>
- Solís, J., García, F., & Mantilla, X. (2019). Emprendimiento con pertenencia social y territorial. Caso: Universidad de Cuenca, Azogues-Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88). <https://bit.ly/3ynyTVI>
- Vientós Pérez, H., & Ortiz Laureano, L. J. (2009). Sistematización de experiencias: Una mirada conceptual, teórica y metodológica. *Análisis*, 10(1), 121-147. <https://doi.org/10.54114/revanalisis.v10i1.13110>



# IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA ABC EN LA EMPRESA SMART DE SAN MARTIN TEXMELUCAN, PUEBLA

Sánchez Olarte-Josset<sup>1</sup>, Curiel Contreras-Diana Alejandra<sup>2</sup>, Ortega Canseco-Judith<sup>2</sup>, Portillo  
Carteño-Alaisha Michel<sup>2</sup>

1. Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de San Martin Texmelucan, [josset.sanchez@smartin.tecnm.mx](mailto:josset.sanchez@smartin.tecnm.mx)
2. Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de San Martin Texmelucan, [l22010052@smartin.tecnm.mx](mailto:l22010052@smartin.tecnm.mx) [l22010065@smartin.tecnm.mx](mailto:l22010065@smartin.tecnm.mx) [l22010089@smartin.tecnm.mx](mailto:l22010089@smartin.tecnm.mx)

**Resumen:** En México, las empresas familiares, micro e incluso pequeñas empresas, generalmente manejan su actividad a través de su experiencia, es decir, basan sus procesos en el conocimiento empírico que tienen de su actividad, ello, provoca que muchos de los procesos que deberían llevarse a cabo sean omitidos. Una de las actividades que generalmente se omite, es un correcto control del inventario este es el caso de la empresa SMART que a pesar de su trayectoria no cuenta con un sistema de inventario eficiente y mucho menos una organización de su almacén. El objetivo fue; implementar un sistema de inventario a través de la metodología ABC que asegure el control y orden de la mercancía existente en la empresa. Se aplicó la herramienta FODA, la metodología ABC y el software My Business. El resultado de la implementación permitió establecer un control de inventarios efectivo tanto físico como digital impactando positivamente en la mejora de la dinámica de la empresa y fortaleciendo su competitividad en el mercado.

**Palabras Clave:** Metodología ABC, Almacén, Inventario Físico, Inventario Digital, FODA.

**Abstract:** In Mexico, family businesses, micro-enterprises, and even small businesses generally manage their activities through experience. That is, they base their processes on empirical knowledge of their business. This leads to many processes that should be carried out being omitted. One of the activities that is often omitted is proper inventory control. This is the case of SMART, a company that, despite its history, lacks an efficient inventory system, much less an



organized warehouse. The objective was to implement an inventory system using the ABC methodology to ensure control and order of the company's existing merchandise. The SWOT tool, the ABC methodology, and My Business software were applied. The implementation resulted in effective inventory control, both physical and digital, positively impacting the company's dynamics and strengthening its competitiveness in the market.

**Keywords:** Warehouse, Physical Inventory, Digital Inventory, SWOT, Organization.

### 1. Introducción

En el entorno empresarial actual, la gestión del inventario se ha convertido en un elemento esencial para el éxito y la continuidad de las empresas, sobre todo para las PYMES. Estas organizaciones, que constituyen una parte importante de la economía, se enfrentan a desafíos constantes que van desde una competencia en aumento, hasta la urgencia de usar los recursos de forma óptima. Carreño, D. A., Amaya, L. F., Ruiz, E. T., & Tiboche, F. J. (2019), mencionan que una de las falencias que existe en las empresas u organizaciones, es el buen manejo de sus recursos y que puede ser mejorada mediante un eficiente control de inventarios, puesto que, con ello, se permite gestionar adecuadamente los bienes que existe en la organización para la prestación del servicio y para la mejora de su rentabilidad. En esta línea, el adecuado control de inventarios proporciona información relevante para la elaboración del presupuesto y los estados financieros con la finalidad de garantizar el trabajo de la empresa, la calidad del servicio, la satisfacción de los clientes y una correcta ejecución de sus procedimientos. Así mismo, la importancia radica en la posibilidad de obtener más utilidades (Betancourt, 2017).

En este marco, la situación de la empresa SMART, especializada en seguridad electrónica en San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla, ilustra cómo la ausencia de un control adecuado de inventarios puede resultar en pérdidas considerables y afectar la experiencia del cliente. Por ello, un elemento indispensable en toda organización es un control de inventario, pues este sigue siendo dinero en efectivo que se encuentra detenido hasta el momento de su venta. Es por ello, que un control permite optimizar los costos de operación y de inversión, así como el servicio al cliente.

En este marco de ideas, la metodología ABC se muestra como una solución práctica para enfrentar estos desafíos, permitiendo clasificar los productos de acuerdo con su demanda (Betancourt, 2017). Este enfoque no solo mejora la disposición del inventario, sino que también ayuda en la toma de decisiones estratégicas, lo que a su vez optimiza los gastos operativos



(Limón, 2019). Ya que, la importancia de un inventario radica en el control que se puede tener en todo momento e incluso a la hora de propiciar información acerca de la cantidad de productos, bienes u objetos de los que dispone en ese preciso momento (en tiempo real), por ello, los inventarios traen consigo beneficios como la venta en condiciones óptimas sin ilusionar al cliente, un control adecuado de costos y sobre todo una estandarización de la calidad y la cantidad de los productos que se tienen en el momento.

A través de un análisis FODA, complementado con la observación participante y las opiniones del propietario de la empresa, se generó un diagnóstico de la empresa SMART, el cual versó en problemas de control de materiales y productos de la empresa, registros precisos de mercancía existente, además, en el área del almacén, no se tenía un orden adecuado y una clasificación del material con el que contaba la organización.

Esta situación, ha tenido un impacto adverso en la satisfacción del cliente, manifestándose en retrasos en la entrega de productos. Además, se ha observado un incremento en los costos operativos debido al exceso de mercancía sin movimiento. Por último, la carencia de información precisa ha generado dificultades en el proceso de toma de decisiones relacionadas con las compras, complicando aún más la situación general de la empresa. Todo ello, dio lugar a una propuesta de implementación de un sistema de control más estricto y eficiente basado en la metodología ABC. La cual, de acuerdo con Carreño *et al.*, (2019) es un sistema de gestión, principalmente de inventarios, que clasifica los artículos en tres grupos (A, B y C) según su importancia o valor para la empresa, aplicando el principio de Pareto (80/20). Su propósito es enfocar los esfuerzos de gestión y los recursos en los artículos más críticos (Grupo A), mientras que los artículos menos valiosos (Grupo C) reciben una atención menor, permitiendo así optimizar el control de inventario y la toma de decisiones. No obstante, cuando se trata de micro, pequeñas o empresas familiares, este método debe ser adaptado a las condiciones y el tamaño u espacio con el que cuente la empresa para dar un orden de la mercancía con la que cuenta (Chopra & Meindl, 2008; Bastidas & Toro, 2011).

Por lo antes mencionado, el objetivo del presente estudio fue; Implementar un sistema de inventario a través de la metodología ABC que asegure el control y orden de la mercancía existente en la empresa SMART de San Martín Texmelucan, Puebla.



## **2. Delimitación contextual**

El estudio se llevó a cabo en la empresa SMART, especializada en seguridad electrónica en San Martín Texmelucan, y estuvo enfocado en la implementación de un control de inventarios para la empresa, como se sabe, los inventarios son importantes en toda organización para poder tener un registro físico y digital de los insumos de forma más precisa. El control de inventarios por el método ABC se fundamenta en la clasificación y priorización de los diferentes artículos en inventario, permitiendo a las empresas gestionar de manera más eficiente sus recursos y teniendo un registro tanto físico como digital de su stock (Carreño *et al.*, 2019).

A través de la implementación de un control de inventario se espera que la empresa tenga todo su material registrado en una base de datos y acomodado en zonas específicas, para así saber que es con lo que realmente cuenta, y evitar volver a comprar producto que no se ha vendido, así como una reducción en las pérdidas del material. Esto permitirá a la empresa evitar gastos innecesarios por sobrecompra o el almacenamiento de productos de baja rotación, esto también ayudará a conocer la información precisa sobre el inventario, permitiendo identificar tendencias de consumo y rotación, facilitando así la planificación de compras y la gestión de proveedores. Por lo tanto, el manejo adecuado del inventario garantizará que los productos estén disponibles cuando los clientes lo requieran, lo que puede aumentar su satisfacción y reforzar su lealtad (Raffino, 2019).

En general, la implementación de un sistema de control de inventarios bien estructurado permitirá detectar y prevenir pérdidas, ya sea por robo o deterioro, promoviendo así una gestión más responsable de los recursos y un adecuado acomodo del área de almacén de la empresa SMART. Es decir, con la implementación del sistema antes mencionado, la dinámica de las actividades llevadas a cabo en SMART será más eficiente, coadyuvando así a una gestión más adecuada, agilizando los procesos y dando certeza de la mercancía con la que se cuenta impactando en última instancia en la satisfacción de los clientes de la organización.

## **3. Metodología**

Para la elaboración del estudio se utilizó una metodología con enfoque mixto. El diagnóstico inicial de la problemática de la empresa SMART se realizó a través de la herramienta del FODA complementada con visitas a las instalaciones y diálogos con el dueño sobre los desafíos que enfrenta diariamente.



Para fortalecer la información del diagnóstico, se aplicó la técnica de la observación participante con el propósito de entender y verificar directamente la problemática principal que tenían la organización, la cual estuvo en general relacionada con la desorganización del material con el que contaban, así como pérdidas ocasionadas por una falta de control, que a decir del dueño refirió que experimentaban pérdidas frecuentes de mercancía, ya sea por robo o desconocimiento de la mercancía con la que contaban.

En esta línea, los sujetos de estudio fueron el dueño y sus siete trabajadores con los que cuenta la organización. De esta manera, la muestra estuvo compuesta por el total del personal con el que la organización funciona  $n=7$ .

#### 4. Desarrollo

En el presente apartado se muestran los procedimientos de la aplicación de herramientas y métodos aplicados durante el estudio en la empresa SMART:

El diagnóstico de la principal problemática de SMART, se generó a través de un análisis FODA complementado con una serie de visitas a las instalaciones, además, se tuvieron pláticas directamente con el dueño sobre los desafíos que enfrenta diariamente. Durante las conversaciones, él mencionó que experimenta pérdidas frecuentes de mercancía, ya sea por robo, por caducidad e incluso por no tener información precisa de lo que tiene, así como las diversas oportunidades y debilidades que tiene la Organización Figura 1.

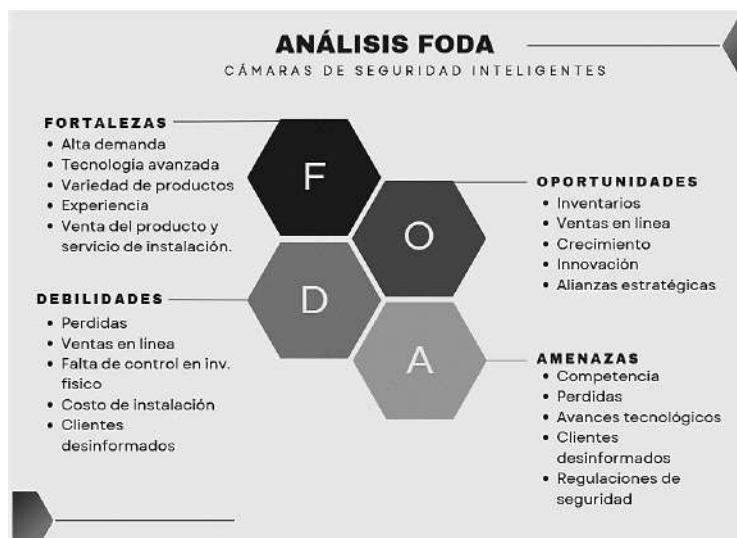


Figura 1. Análisis FODA empresa SMART.  
Fuente: Información obtenida a partir del estudio 2025.

Además, durante la realización del estudio se llevó a cabo un conteo físico de la mercancía y se comparó con el registro existente (solo en bitácoras y un Excel). Esta verificación reveló discrepancias significativas, confirmando la existencia de mercancía perdida, dañada y en estado de descomposición, lo que genera pérdidas económicas considerables para la empresa.

A partir del conteo físico de la mercancía, se comparó con el inventario digital existente en Excel. Esta verificación reveló discrepancias significativas, confirmando la existencia de mercancía perdida, dañada y en estado de descomposición, lo que genera pérdidas económicas que pudieron ser evitadas a través de un control efectivo con un sistema de inventario Figura 2.



**Figura 2: Productos que ya no están disponibles para la venta debido a daños o descomposiciones.**

**Fuente: Información obtenida a partir del estudio 2025.**

Por otra parte, la Figura 3. Muestra de manera clara la situación de desorden en la que se encontraba el almacén de la empresa SMART antes de la aplicación de la metodología ABC.

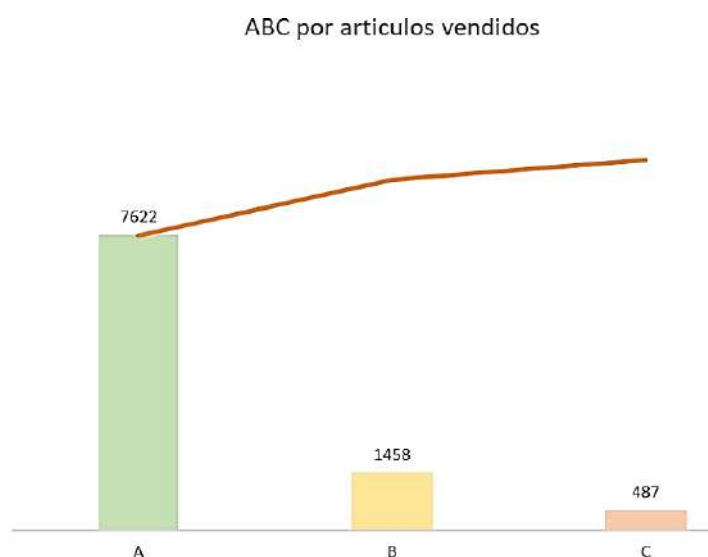


**Figura 3: Situación del almacén de SMART antes de la implementación del ABC.**

**Fuente: Información obtenida a partir del estudio 2025.**

Una vez que se dejó en clara la situación de la empresa SMART a partir del diagnóstico generado, se propuso la implementación de la metodología ABC con la intención inicial de mitigar los problemas prioritarios de inventario de productos existentes y el desorden en el que se encontraba el almacén.

Una vez realizado el conteo de la mercancía existente, se procedió a la implementación de la metodología ABC, iniciando con la clasificación de la mercancía en grupos A, B y C, se elaboró un diagrama de Pareto. Este diagrama permitió visualizar de manera detallada los productos con alta, media y nula demanda, facilitando así una toma de decisiones más ágil y efectiva Figura 4.



**Figura 4: Diagrama de Pareto de SMART según la demanda.**  
Fuente: Información obtenida a partir del estudio 2025.

En la Figura 4 se pueden apreciar tres barras, las cuales representan grupos diferentes en los que se clasificaron los productos del almacén de SMART. Grupo A integrado por el 20% del inventario y responsable del 80% de la venta total del inventario; grupo B integrado por el 30% del inventario y responsable del 15% de la venta total del inventario; y grupo C integrado por el 50% del inventario y responsable del 5% de la venta total del inventario.

Posteriormente, se organizó la mercancía en el almacén con el objetivo de implementar un inventario digital y físico, siguiendo la metodología ABC. Esta estrategia consistió en clasificar y acomodar los productos según su demanda, así como aplicar el método Primero en Entrar Primero en Salir (PEPS) para garantizar la rotación adecuada. Para identificar cada artículo y su ubicación, se etiquetaron de acuerdo con el producto y su código.



Esta organización permitió un control más eficiente, optimizando el espacio y mejorando la visibilidad de los artículos. Como resultado, se reduce el riesgo de pérdidas, se facilita la toma de decisiones informadas y se asegura que los productos más críticos estén siempre disponibles para satisfacer la demanda de los clientes Figura 5.



**Figura 5: Situación del almacén de SMART después de la implementación del ABC.**  
Fuente: Información obtenida a partir del estudio 2025.

En la Figura 5 se aprecia la nueva disposición del almacén de SMART tras la reorganización de los productos, clasificándolos según sus respectivos grupos. Esta nueva organización optimiza el espacio y facilita el acceso a los artículos, mejorando la eficiencia en el manejo y manipulación del inventario físico.

Además de la reorganización y clasificación del inventario físico, se implementó como medida complementaria un inventario digital que permitiera tener un control óptimo tanto de forma física como en digital, lo que facilita a la organización, un mejor control de lo que tiene, así como de la disposición inmediata que se tendría para los clientes agilizando en proceso de venta Figura 6.



**Figura 6: Implementación del software My Business.**  
Fuente: Información obtenida a partir del estudio 2025.

Finalmente, la Figura 6 corresponde al software My Business, donde se registraron todos los productos disponibles en la empresa, así como su ubicación específica dentro del sistema, esto permitió a la empresa SMART tener un control más preciso de su inventario, reduciendo tanto pérdidas económicas como en ventas y logrando así una mayor satisfacción de sus clientes debido a la agilización de sus procesos.

### Conclusiones

Mediante un análisis FODA inicial se generó un diagnóstico en el que se detectaron los problemas prioritarios relacionados con la desorganización y las diferencias entre el inventario físico y el inventario digital en Excel, cuyos impactos eran la generación pérdidas y sobre todo afectaba la satisfacción del cliente.

El diagnóstico permitió generar una propuesta y adopción de un sistema de gestión del inventario a través de la metodología ABC complementado con el software My Business para la empresa SMART, que permitió aumentar la eficiencia operativa, la rentabilidad y la satisfacción de sus clientes.

La implementación de la metodología ABC permitió ordenar los productos según su demanda, simplificando la toma de decisiones, priorizando la gestión de los artículos más importantes y los de mayor demanda.

La reestructuración del almacén no solo maximizó el uso del espacio, sino que también, facilitó el acceso a los productos dando mayor precisión al inventario. Se disminuyeron los costos operativos, planificación de compras más eficientes y mayor disposición de productos para los consumidores.

Finalmente, la implementación de herramientas y metodologías apropiadas ha permitido a la empresa SMART, establecer un control de inventarios efectivo y fortaleciendo su competitividad en el mercado. Esta experiencia subraya la relevancia de un manejo adecuado de los recursos en las micro y pequeñas empresas, favoreciendo su crecimiento y sostenibilidad a largo plazo, siempre que se considere la implementación de metodologías pertinentes a las necesidades de la organización.

### 7. Referencias

- Carreño, D. A., Amaya, L. F., Ruiz, E. T., & Tiboche, F. J. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1), pp. 113-122. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81661270007>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Gerencia de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. Pearson Educación.
- Bastidas, V., & Toro, L. (2011). *Metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa minorista de electrodoméstico*. Pereira: 0779-7713.
- Betancourt, D. F. (2017). *Análisis o segmentación ABC para la clasificación de inventarios*. Ingenio Empresa. Recuperado el 30 de abril de 2025, de <https://www.ingenioempresa.com/analisis-abc>
- Limón, C. (2019). *Análisis de cadena de suministro por clasificaciónn ABC*. Guanajuato: 1317-0570.
- Raffino, E. (2019). *¿Qué es un inventario?* Argentina: 2218-3620.



# Ecoturismo y turismo comunitario en la Sierra del Tentzo, Huatlatlauca, Puebla: percepciones locales y potencial para el aviturismo

Ecotourism and Community Tourism in the Sierra del Tentzo, Huatlatlauca, Puebla: Local Perceptions and Potential for Birdwatching Tourism

Coriche Bravo Sarahi <sup>1</sup>, Agüero Montero Ana Brenda <sup>2</sup>, Bautista Girón Kevin <sup>3</sup>, Gómez Poot Erick Abisai <sup>4</sup>

1. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, [corichesarahi02@gmail.com](mailto:corichesarahi02@gmail.com)
2. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, [Breen.montero116@gmail.com](mailto:Breen.montero116@gmail.com)
3. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, [kevinbautistagiron@gmail.com](mailto:kevinbautistagiron@gmail.com)
4. Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, [elerizock@gmail.com](mailto:elerizock@gmail.com)

**Resumen:** La sierra del Tentzo es un área natural protegida de orden estatal –ANPST- que abarca 13 municipios. El turismo comunitario posibilita que los pueblos campesinos y originarios mantengan procesos de vida cotidiana y a su vez, puedan compartir sus saberes con viajeros curiosos que buscan alejarse de experiencias producidas bajo lógicas occidentales del turismo. El objetivo de este documento es comparar dos experiencias de ecoturismo que pueden aprovecharse por la comunidad desde el enfoque del turismo comunitario, a partir de metodologías que permiten la evaluación de los recursos de los que dispone el ANPEST, así como el uso del enfoque etnográfico para el entendimiento de la vida cotidiana de los habitantes, su relación con la naturaleza, elementos de identidad cultural son temas que se abordan desde la bioculturalidad, de Toledo y Bassols y la comunalidad de Díaz, estudiando la posibilidad de crear productos ecoturísticos. Realizado durante el verano y en julio con prácticas de campo dentro del municipio de Huatlatlauca, Puebla y que permitieron la obtención de resultados para calificar el sendero y la actividad aviturística como potenciales para el territorio gracias a su riqueza en flora y fauna.

**Palabras Clave:** ecoturismo, turismo comunitario, aviturismo, sostenibilidad.



**Abstract:** The Tentzo mountain range is a state level protected natural area (ANPST) that encompasses 13 municipalities. Community tourism enables local and indigenous farming communities to maintain their daily life processes while sharing their knowledge with curious travelers who seek to move away from experiences produced under Western tourism paradigms. The objective of this document is to compare two ecotourism experiences that the community can leverage through a community tourism approach. This is achieved using methodologies that allow for the evaluation of the resources available in the ANPEST, as well as the use of the ethnographic approach to understand the daily life of the inhabitants, their relationship with nature, and elements of cultural identity. These topics are addressed from the perspective of bioculturalism (Toledo and Bassols) and communalism (Díaz), studying the possibility of creating ecotourism products. This work was carried out during the summer and in July, including fieldwork within the municipality of Huatlatlauca, Puebla. The practices yielded results that qualified both the trail and the birdwatching activity as potential assets for the territory due to its rich flora and fauna.

**Keywords:** ecotourism, community-based tourism, birdwatching tourism, sustainability.

### 1. Introducción

Descolonizar la idea que se tienen del desarrollo en el turismo no es un proceso simple, pues el modelo convencional que se ha caracterizado por la estandarización, sincronización, centralización entre otras, se ha arraigado desde el proceso de enseñanza en la profesionalización, hasta en la forma de operarlo a partir de la capacitación y la política gubernamental en nuestro país. No es de sorprenderse, que cada vez que se intenta orientar el turismo en territorios pequeños y vulnerables, se comentan el error de imponer la mirada occidental, modificando las prácticas de vida cotidiana y transformándolas para agradar a los turistas.

El turismo convencional, que llamaremos occidental, ha experimentado transformaciones significativas a lo largo del tiempo; si bien en el marco del Estado de Bienestar se dieron las condiciones para su crecimiento, también se marcó la influencia del gobierno en la satisfacción de necesidades de ocio, recreación y esparcimiento. En el caso de México, era la Secretaría de Turismo la que otorgaba las estrellas y regulaba las tarifas, por ejemplo. Más adelante, en el marco de la globalización, otros elementos aparecieron para modificar el modelo convencional que hasta la actualidad marca la dirección: El mercado.



Debido a la aparición de diversos segmentos, estos cambios comenzaron cuando el turismo masivo empezó a generar impactos negativos cada vez más notorios amenazando con alterar la cotidianidad de los destinos a través de la urbanización, la sobrepoblación y la gentrificación, esta situación impulsó a la expansión del mercado turístico y dio lugar en respuesta a distintos intereses y necesidades al desarrollo del turismo alternativo.

Por lo tanto dentro de este estudio, se establece la importancia de evaluar la percepción de Huatlatlauca sobre sus recursos naturales y culturales adoptando el concepto de turismo alternativo y profundizando hasta el turismo comunitario, además explorar el potencial del aviturismo como estrategia complementaria al ecoturismo en el ANPST y la intención en la creación de estas oportunidades para la formación de productos turísticos, que engloba no sólo la conveniencia de los pobladores sino que, busca la aceptación, conformidad y respeto del ecosistema, la gente y el turismo.

## **2. Delimitación contextual**

La finalidad del turismo alternativo tiene que ver con el desarrollo físico, mental, social, cultural y espiritual del ser humano, por ello es importante obtener recursos y el material del proyecto, sobre todo para sostener los gastos de mantenimiento de un centro de desarrollo, además de crear empleos y propiciar un turismo comprometido con el desarrollo sustentable y sostenible, utilizando tecnologías alternativas apropiadas. (Torres Fernández et al., 2012)

El turismo alternativo exige una mayor comprensión de los mecanismos que controlan y dirigen los beneficios del turismo como primer paso hacia el desarrollo de una forma de turismo sostenible y localmente apropiada. (L. Smith & R. Eadington, 1994)

Con base en esos y más fundamentos, el turismo sostenible se abre paso con la búsqueda de la conciencia, los límites y el respeto por el ecosistema a través de actividades de bajo impacto.

En este contexto ha surgido la hiper segmentación en el turismo, caracterizada por la identificación y creación de grupos cada vez más específicos que buscan responder a la motivaciones particulares de diversos viajeros, hoy en día ya no se habla únicamente de turismo cultural o de naturaleza sino de nuevas y variadas formas de disponer del tiempo libre, como lo son el turismo gastronómico, el turismo creativo, el turismo espiritual, el turismo de bienestar, el turismo deportivo, científico, entre otros, cada uno con propuestas adaptadas a los intereses y valores de los visitantes.



Este fenómeno refleja un cambio de paradigma en actividad turística, pues el enfoque ha pasado de la simple acumulación de turistas y generación de ingresos e incluso de la idea exclusiva de descanso, a la búsqueda de experiencias auténticas, sustentables, sostenibles y personalizadas, donde se prioriza la calidad sobre la cantidad, además la sensibilización desde los criterios sociales y culturales, de manera que ha influido para el surgimiento de modalidades de turismo responsable, inclusivo y regenerativo, redefiniendo la oferta y la gestión de los destinos.

Así actualmente, el turismo se construye sobre una base de diversidad y especialización, abriendo paso a nuevas variedades que transforman continuamente la forma de viajar e interactuar con los lugares y habitantes visitados permitiendo una relación más respetuosa y enriquecedora entre turistas, comunidades anfitrionas y entornos naturales o culturales, interactuando a través de las nuevas tendencias y adaptándose a tecnologías que ayuden a los cambios que surjan en este ámbito.

El ecoturismo se ha consolidado como una de las expresiones más importantes del turismo alternativo, caracterizado por su compromiso con la conservación en la naturaleza, el respeto a las culturas locales y la promoción del desarrollo sostenible que engloba modalidades que responden a las particularidades de cada territorio y a los intereses de un público cada vez más segmentado o exigente. Entre las diversas variantes que se buscan abordar, está el turismo rural que permite al visitante integrarse a la vida campesina mientras se conocen las prácticas agrícolas y tradiciones locales, el turismo comunitario donde las comunidades anfitrionas participan de manera activa en la gestión y beneficios de la actividad donde el turista se presenta principalmente como un observador, y el aviturismo enfocado en observación de aves y en la valorización de la biodiversidad atrayendo desde expertos a aficionados.

El ecoturismo es un concepto introducido por el arquitecto y ambientalista Héctor Ceballos Lascurain a finales de la década de los ochentas, quien lo define como “turismo que consiste en viajar a áreas naturales relativamente inalteradas o no contaminadas con el objeto específico de estudiar, admirar y disfrutar del paisaje y sus plantas y animales silvestres, así como de cualquier manifestación cultural existente (tanto pasada como presente) que se encuentre en dichas áreas” (Ceballos, 1987) posteriormente en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) añade “... que promueve la conservación, tiene un bajo impacto negativo para los visitantes y proporciona una participación socioeconómica activa y beneficiosa de las poblaciones locales.” (Ceballos, 1996) Actualmente ONU Turismo plantea sus características con relación a ambas definiciones:





## 100CIATEC

1. Se centra en la naturaleza, motivando principalmente a los viajeros a observar y valorar tanto los ecosistemas como las culturas tradicionales presentes en las áreas protegidas.
2. Integra componentes educativos y de interpretación ambiental.
3. En los lugares visitados, los servicios turísticos asociados acostumbran a estar en manos de pequeñas empresas de propiedad local.
4. Busca reducir al mínimo los impactos sobre el medio ambiente y el entorno sociocultural.
5. Aporta a la conservación de las áreas naturales que son el principal atractivo, ya que:
  - Genera ingresos económicos para las comunidades locales responsables de gestionar estas áreas con fines de protección;
  - Brinda a las poblaciones locales oportunidades distintas de empleo e ingresos;
  - Favorece la concienciación tanto de los habitantes locales como de los turistas sobre la relevancia de conservar los recursos naturales y culturales.

Se entiende como ecoturismo entonces a toda actividad turística que busque centrarse en la naturaleza, observar el entorno y participar en las actividades cotidianas de los lugares que se han visitado, para la interpretación de este dinamismo se abordan tipos de turismo enlazados a la ruralidad, de manera que se busque crear una diferenciación marcada entre la interpretación del ecoturismo y el enfoque de la percepción en ambas experiencias.

El término turismo rural, considera primordialmente la cultura local como un componente clave del producto ofrecido. Un rasgo distintivo de los productos de este tipo de turismo es el deseo, de ofrecer a los visitantes un contacto personalizado al turista, donde se les brinde la oportunidad de disfrutar el entorno físico y humano de las zonas rurales, así como la participación en actividades, tradiciones y estilos de vida de la población, es decir, donde la cultura esté implícita. (UN Tourism, 2021).

El término turismo comunitario tiene su origen por Peter E. Murphy en su trabajo *Tourism: A Community Approach* (1985) como lo contrario a lo que se considera el turismo convencional o de masas, en este contexto se promovía una participación de los pobladores de las comunidades en las decisiones del desarrollo turístico y de la gestión de sus recursos (Secretaría de Turismo, 2024).





## 100CIATEC

Con el tiempo, instituciones como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Federación Plurinacional de Turismo Comunitario del Ecuador (FEPTCE) fortalecieron esta noción al definirlo como un modelo que integra la propiedad colectiva, la administración autónoma, el respeto por el medio ambiente y una distribución justa de los beneficios generados por la actividad turística (Bravo & Zambrano, 2018)

En contraste entre estos dos tipos de turismo, se puntúa en la participación de la comunidad como gestores del aspecto turístico, el nivel de la inclusión en cuanto la administración y el acceso directo que se tiene al ingreso económico, pues el comunitario se adentra en el concepto de comunalidad cuyos elementos toman en cuenta:

La Tierra como madre y como territorio.

El consenso en asamblea para la toma de decisiones.

El servicio gratuito como ejercicio de autoridad.

El trabajo colectivo como un acto de recreación.

Los ritos y ceremonias como expresión del don comunal.

(Díaz, 2004)

La comunalidad refiere al entendimiento de la vida comunal, de forma que engloba los usos y costumbres, así como la formación social, educativa o ambiental de una región para el razonamiento del resto de comunidades mejorando la comprensión del entorno. El concepto ha adquirido fuerza con el pasar de los años, siendo no solo como una definición de “comunidad indígena” sino como una apreciación a la pertenencia. Como ejemplo de turismo comunitario que se adapta a este tema, se pueden mencionar casos de municipios como Cuetzalan, Zacatlán, Pahuatlán o Xicotepec.

En México se ha visto que este tipo de turismo puede ser un motor de desarrollo local, en Puebla, la cooperativa Tosepan Kali que se integró en 2004 al movimiento Tosepan Titaniske, una red de más de 40,000 socios indígenas nahuas y totonakus organizada en nueve cooperativas para fortalecer su economía desde la base social y agroecológica, esta cooperativa utiliza prácticas de turismo alternativo con eco-tecnologías (captación de agua de lluvia, tratamiento de aguas residuales), hospedaje en cabañas de bambú y actividades culturales, todo ello en armonía con los saberes ancestrales y enfoque biocultural (Tosepan Kali)



Otro ejemplo es el hotel Taselotzin, fundado en 1995 y administrado por el colectivo de mujeres indígena Masehual Siuamej Mosenyolchicauani que, desde su creación, estas mujeres asumieron roles de liderazgo como aprenden a leer y escribir, a gestionar un negocio, diseñar estrategias de sostenibilidad ambiental y gestionan la producción cultural telar, medicina tradicional, herbolaria y temazcal (Taselotzin)

Este tipo de turismo está basado en la comunidad local que pretende reducir el impacto negativo y reforzar los impactos positivos del turismo en la naturaleza permitiendo generar riqueza en las áreas rurales en vía de desarrollo, a través de la participación de la comunidad local en la gestión turística, de forma que los beneficios repercutan en la propia comunidad (Casas & Soler, 2012)

El turismo comunitario, al centrarse en la participación de las comunidades locales en la gestión, planeación y beneficios de la actividad, establece una base sólida para el desarrollo de otras modalidades, una de ellas es el aviturismo, una actividad que cuando se implementa desde una perspectiva comunitaria, promueve la conservación de la biodiversidad, también fomenta el cuidado ambiental por parte de los habitantes locales, quienes se convierten en guías, monitores y anfitriones, de modo que el aviturismo puede integrarse al turismo comunitario como una estrategia alternativa de sustento local, siempre que exista capacitación adecuada, distribución equitativa de los beneficios y una visión territorial compartida, esta relación refuerza el paradigma de sostenibilidad, ya que vincula el conocimiento ecológico con la valorización cultural.

El aviturismo comunitario: son las actividades que realizan los avistadores de aves o turistas en las comunidades, donde los anfitriones del territorio ven la oportunidad de apropiarse del conocimiento de las especies ornitológicas y así desarrollar y prestar servicios turísticos como un sustento complementario a su economía local. Por ello, debe existir una integración y distribución, así como tener el personal capacitado. (Pérez & Bohórquez, 2020)

El aviturismo o turismo ornitológico es una forma de ecoturismo que consiste en observar a las aves de una determinada región. Algo importante a tener en cuenta es que el impacto del aviturismo en la naturaleza es generalmente mínimo. Los turistas de aves suelen ser conscientes de la necesidad de proteger el medio ambiente, lo que a menudo se traduce en un comportamiento responsable en el campo (CEUPE, 2023).

El turismo sostenible surge como una respuesta a los impactos negativos que este modelo ha ocasionado en destinos de todo el mundo, el turismo masivo prioriza la cantidad de visitantes y el volumen económico inmediato, su lógica de funcionamiento se basa en atraer grandes flujos



turísticos a precios accesibles, concentrando la oferta en pocas actividades y generando en ocasiones una estandarización de la experiencia.

Aunque esta modalidad ha contribuido al crecimiento económico y la generación de empleo, sus efectos colaterales son significativos, la sobreexplotación de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad, presión sobre la infraestructura local, contaminación, gentrificación y deterioro de la identidad cultural de los destinos, por otro lado el turismo sostenible se fundamenta en el equilibrio entre el disfrute turístico, la conservación ambiental y, el bienestar social y económico de las comunidades receptoras, esta forma de turismo fomenta la protección de ecosistemas, la valorización del patrimonio cultural y el respeto hacia quienes habitan los destinos.

Procura que la actividad turística genere beneficios económicos directos y justos para los habitantes del destino, modalidades como el ecoturismo, el turismo comunitario o el turismo rural, se inscriben en este enfoque e impulsan una relación más armónica entre el turismo y la sostenibilidad, a pesar de ello, el turismo masivo sigue siendo dominante en términos de volumen, las tendencias actuales muestran un creciente interés hacia el turismo sostenible, impulsado por una mayor conciencia ambiental y social de los viajeros, esta transición es clave para garantizar que la actividad turística siga siendo viable en el futuro, sin comprometer la integridad de los destinos ni la calidad de vida de sus habitantes.

Durante la experiencia de turismo comunitario en la zona alrededor del Área Natural Protegida Sierra del Tentzo se pudo observar que las actividades ofrecidas son organizadas y gestionadas directamente por miembros de la comunidad, estas acciones responden principalmente a intereses tradicionales y culturales, pues los habitantes no buscan depender económicamente de mostrar sus experiencias a visitantes, sino de difundir y fortalecer su identidad dentro de su propio territorio, de este modo el turismo comunitario en la región se convierte en una herramienta para preservar costumbres, conocimientos ancestrales y prácticas locales, asegurando que la actividad turística sea coherente con los valores y dinámicas sociales de la comunidad anfitriona.

### 3. Metodología

Entre el turismo masivo y sostenible se ha atravesado un proceso de transformación profunda especialmente en regiones ambientales y culturalmente sensibles como ANPEST que se han visto desafiados a encontrar modelos turísticos compatibles con la conservación ambiental y el bienestar comunitario, sin embargo, se han adecuado de manera positiva tras gestionar internamente las actividades que se pueden realizar.



La manera en la que se busca evaluar las experiencias dentro del Área Natural Protegida Sierra del Tentzo son los hechos observables que están estrechamente relacionados con aspectos como comportamientos, valores e interpretaciones entre los actores involucrados de manera que se relacionen los criterios cualitativos, orientado a profundizar casos específicos, sin medir sino calificar y describir el fenómeno social a partir de otros rasgos determinantes.

El trabajo de campo intensivo se llevó a cabo durante el verano de 2025, específicamente la primera semana de julio, la investigación se delimitó geográficamente al municipio de Huatlatlauca, Puebla, centrándose en el sendero que conduce al observatorio "Las Cruces" en la Sierra del Tentzo. Los permisos en cuanto a video, imagen o cualquier tipo de grabación, fueron en su mayoría verbales, mientras que las cartas físicas por proyectos académicos pueden ser añadidas de ser explícitamente necesario.

La etnografía construye una interpretación de la descripción de lo que el investigador vio y escuchó, presenta la interpretación problematizada del autor mediante acciones como la observación participante y permite apreciar e interactuar con los escenarios naturales donde se facilita el análisis de las claves culturales.

El método etnográfico se basa en el estudio a través de la observación, ha sido adaptado de manera que al calificar los recursos de la región del Tentzo, específicamente dentro del municipio de Huatlatlauca, Puebla, se tomen en cuenta criterios cualitativos influye en gran medida la óptica del observador que permitan reconocer su valor.

Frente a este escenario, los municipios alrededor de la Sierra del Tentzo han comenzado a explorar caminos asociados al turismo alternativo, un concepto que abarca distintas modalidades más respetuosas con el entorno y con las comunidades locales, dentro de este turismo alternativo el ecoturismo ocupa el lugar central ofreciendo oportunidades para aprovechar la riqueza natural y biológica de la región, pero de forma regulada y con criterios de sustentabilidad.

Dentro de los municipios que generan un tipo de turismo comunitario y rural, se han incorporado actividades que no necesitan atraer turistas en gran volumen, más bien aprovechar los recursos para generar proyectos que beneficien económicamente a las localidades del municipio protegiendo la esencia natural y cultural de cada uno, y asegurando la prevalencia de las costumbres, sin crear una dependencia a la actividad turística.

Se obtuvo consentimiento informado verbal de todos los participantes en las entrevistas semiestructuradas, estas tuvieron una extensión de al menos una hora donde se nos expuso la



situación del territorio, así como el valor comunal del cerro, los mitos, las actividades y la manera en la que se identifican las especies de la zona (En el caso de aviturismo).

El componente cuantitativo empleó el instrumento de valoración de recursos de (Herrera, Paredes, & Acle Mena, 2012) para el sendero, y una Tabla de Criterios de Valoración para Aviturismo (Elaboración propia). En acuerdo con los autores, se discutió la evaluación de la entidad que representa el Tentzo desde el punto de vista cuantitativo, encontrándose en un rango de 68 al 100%, lo que lo califica como aprovechable y válida su potencial para el desarrollo de productos ecoturísticos formales.

Las notas de campo y las grabaciones de entrevistas fueron transcritas y grabadas se realizó un análisis de contenido utilizando codificación manual para identificar categorías fundamentales que sustenten la percepción biocultural y de gestión.

#### 4. Desarrollo

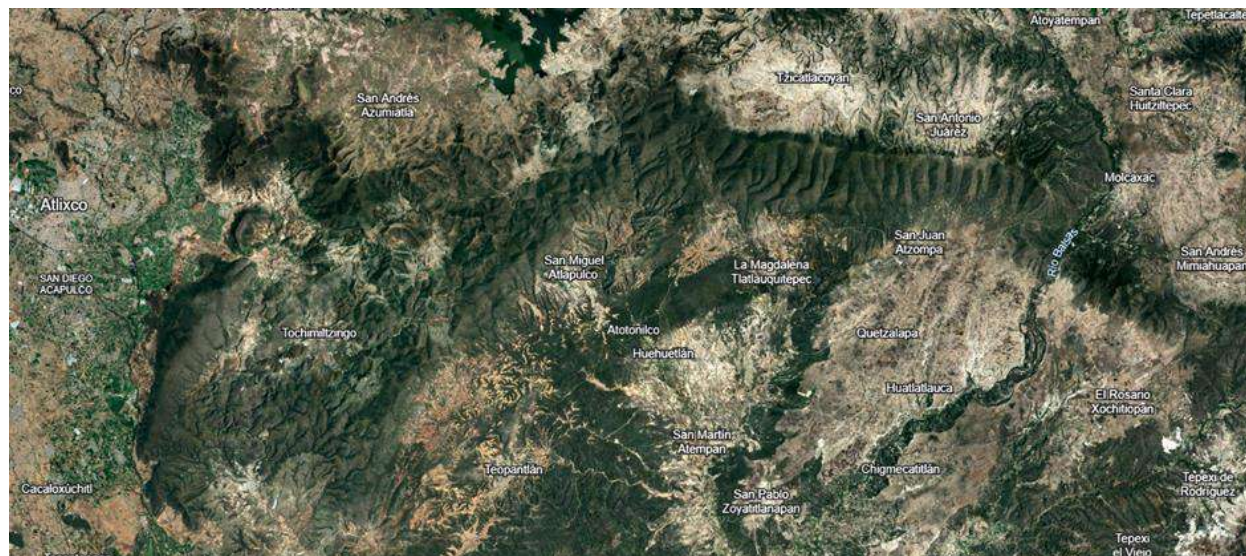
La Sierra del Tentzo es un área natural protegida desde 2011 debido a que cuenta con paisajes atractivos y la riqueza biológica que resguarda, cuenta con diferentes ecosistemas como los bosques de encino, selva baja caducifolia y matorral xerófilo, también cuenta con variedad de especies nativas y endémicas, las medidas de conservación son para evitar el deterioro de esta biodiversidad y que se evite poner en riesgo los procesos ecológicos y evolutivos que sostiene la región.

Las microcuencas que se encuentran dentro de la sierra y la llanura aluvial del río Atoyac son importantes para el mantenimiento de los sistemas hidrológicos, y para dotar de agua potable y para actividades agropecuarias a numerosos municipios del estado de Puebla.

En el transcurso de las vivencias adquiridas en el municipio de Huatlatlauca desde una perspectiva comunitaria, se realizó trabajo etnográfico que permitió comprender de una manera más profunda el vínculo de la comunidad con el entorno, en este caso el senderismo realizado en la Sierra del Tentzo, por medio de entrevistas, diálogo, interpretación y observación durante el recorrido.







**Ilustración 1. Vista aérea del Tentzo. Retomado de Google Earth. 2025. Latitud y longitud 18.754470775521245, -97.95629907618101**

La historia de este sendero crea una tradición cultural que implica que una persona con experiencia o preparación necesaria nombrados regionalmente Nahuales, deben subir y colocar una cruz con dirección a su comunidad, de tal manera que, según la creencia, el Tentzo brinde lluvias para dicho municipio. Bajo esta costumbre se pudo generar una guerra de cruces, donde se discute la orientación que se le dé a la cruz. Se le conoce al Tentzo como “El viejo barbón”, por su traducción del Náhuatl, y es respetado, temido o alabado por las comunidades que giran alrededor de la sierra, dándole una identidad única como un ser sobrenatural o una deidad.

La consideración de este ente es tal que los pobladores recomiendan antes de subir, pedir permiso para empezar el sendero, evitar faltarle al respeto o incluso pedirle un deseo (existen varias opiniones negativas como positivas). Esta cosmovisión es la base del turismo comunitario en la región, donde las actividades son gestionadas para difundir y fortalecer la identidad local, más que para generar una dependencia económica.

Para realizar este recorrido fue necesario un guía y se tomaron en cuenta factores como la temporada, el clima, la hora del día, el estado físico de los participantes, los recursos necesarios para el tiempo de ascenso y descenso, así como las paradas de descanso y la apreciación, todo esto permitió minimizar incomodidades que surgieran durante la actividad.



Durante una entrevista realizada al Maestro Wenceslao Herrera Coyac, quien es un guía local con el conocimiento tradicional de la zona y la historia del cerro, se dio la oportunidad de escuchar algunos de los mitos, vivencias, y saberes tanto del lugar como del ser que representa el cerro, y como una persona con la experiencia necesaria para brindar información adecuada para el sendero mencionó

algunas de las sugerencias preventivas para llevarlo a cabo.

Entre las recomendaciones que brindadas para prevenir complicaciones o accidentes en el sendero destacaron: vendar tobillos y rodillas, para un mejor soporte, también llevar agua suficiente y algún aperitivo, en cuanto a vestimenta gorra, sombrero, pantalón y manga larga, calzado adecuado, y opcionalmente un paliacate. Se realizaron en consecuencia a que, en el transcurso del sendero, se encontrarían plantas que podrían entorpecer el recorrido debido al tipo de matorral que abunda.

Dentro de la vegetación que predomina en la Sierra, destacan diversas especies adaptadas a las condiciones áridas y de alta temperatura que caracterizan a la región, entre ellas se encuentran los matorrales como el Tehuixtle, o plantas características de zonas semiáridas, tales como el cactus organero, el huizache, la biznaga de la Mixteca, distintas variedades de palma y agave. Estas especies forman parte de un ecosistema resistente, cuyas adaptaciones les permiten sobrevivir en suelos con escasa humedad y bajo una fuerte incidencia solar.

El camino si bien no está señalizado, hay rastros del paso de los visitantes, se encuentra un sendero marcado, con esta experiencia se permite relacionar el turismo comunitario con el ecoturismo cuando se planifican de manera responsable y con participación constante que pueden convertirse en una opción viable para el desarrollo sustentable de los municipios alrededor del Tentzo. Actividades como el senderismo, la interpretación del camino, la cocina o el arte, se transforman en espacios de aprendizaje, valoración del entorno y fortalecimiento del vínculo entre los habitantes y su territorio, además la organización cuidadosa de estas experiencias ha reflejado los conocimientos locales, la voluntad de preservación del turismo y de la naturaleza.



A lo largo del recorrido se documentaron distintas iniciativas de turismo comunitario, sin embargo, no se tiene registros de actividades aviturísticas, una buena opción para la creación de recorridos organizados y dirigidos por la comunidad. Puesto que al llegar a las faldas del Tentzo, fácilmente se pueden escuchar y observar distintas especies de aves, desde las pequeñas como el *Pyrocephalus rubinus* conocido en la comunidad como San Gabrielito, hasta rapaces como el Aguillilla Cola Roja (*Buteo jamaicensis*) el cual es conocido en la comunidad por pelear contra serpientes, robarse pollos e incluso intentar llevarse perros pequeños.



Estas especies de aves son atractivas a la vista del visitante que tiene una fascinación por la naturaleza, además que al incluir las historias, mitos o leyendas que rodean a estas es posible generar un impacto positivo hacia el turista, pues genera no solo interés por la actividad sino también curiosidad por los saberes comunales.

A simple vista la Sierra del Tentzo diversidad de especies de flora y fauna, algo importante a destacar y que caracteriza a este lugar es su tipo de vegetación el cual en tiempos de lluvia se mantiene completamente verde, pero se trata de una zona árida semejante a una zona desértica, de igual manera esto puede resultar atractivo para visitantes que quieran conocer las dos formas de ver al Tentzo.

Debido a sus distintos “climas” es muy probable encontrar diferentes especies de aves a lo largo del año, tanto especies migratorias como residentes del lugar. Para conocer estas especies es necesario el monitoreo de la riqueza avifaunística el cual se podría hacer mediante la metodología de conteo por puntos a lo largo de una ruta específica.





No es necesario ser una persona “experta” para poder realizar monitoreos de aves ya que existen órganos del gobierno como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que cuentan con manuales sencillos para convertirse en monitores comunitarios.

Dichos manuales explican la metodología para realizar monitoreos como lo es el conteo por puntos que consiste en observar y registrar a las especies de aves dentro de un rango de 50 a 100 metros a la redonda, dentro de estos puntos se registran información importante como la especie del ave, el dimorfismo sexual, la cantidad observada de cada especie, hora, clima, fecha, entre otros. lo que ayudará a crear una base de datos donde se podrá visualizar en que fechas y condiciones del año es posible encontrar ciertas especies de aves, esto es algo muy importante puesto que hay turistas interesados en pagar una buena cantidad de dinero a la comunidad con el fin de observar algún ave en específico en su hábitat natural.

El aviturismo se puede convertir en una forma adicional en la que las personas de la comunidad pueden generar un recurso extra y al mismo tiempo contribuir a la conservación y educación ambiental.

Con el objetivo de visibilizar y potenciar los recursos naturales de la sierra del Tentzo desde un enfoque comunitario y sustentable se realizaron valorizaciones que permiten identificar el estado actual del potencial turístico y las oportunidades de desarrollo local de estos espacios clave como los senderos, esta evaluación no solo fortalece la toma de decisiones en torno al ecoturismo, sino que contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la apropiación del territorio por parte de comunidades locales, para ello se utilizó un instrumento que se elaboró para la evaluación y en dicha tabla se comparten 4 características los recursos naturales y culturales, variando sólo la característica de biodiversidad para recursos naturales y perfil del visitante para recursos culturales.

Se tomó en cuenta la evaluación que le dio cada autor y coautor para la calificación del recurso, para la valoración de los recursos como atractivos turísticos, se asignan 5 características a evaluar con un porcentaje de 20% sumando un total de 100%, siendo algunas conmensurables aritméticamente por el tipo de indicador que se propone, teniendo la misma importancia en ponderación.

Una vez realizadas las valoraciones de los recursos como atractivos turísticos, se propuso una medición por intervalos iguales en distancia para clasificar la variable aprovechamiento turístico, a través de 3 indicadores (Herrera et al., 2012).



Tabla 1. Resumen de características e indicadores para la evaluación de los recursos en la Reserva Sierra del Tentzo.

Características	Indicadores	Descripción de los indicadores del tema Recursos Naturales	%	Descripción de los indicadores del tema Recursos Culturales	%
Accesibilidad	Sin acceso	Se puede observar, pero no se pueden realizar actividades de turismo de naturaleza en el recurso.	0%	Se puede observar, pero no se pueden realizar actividades en el recurso. No está abierto al público, ni existen facilidades adecuadas en el punto de acceso solo para visitantes del lugar.	0%
	Especialistas	Se puede acceder con vehículo o caminando, pero con equipo y entrenamiento especializado debido a la altura del terreno y profundidad del recurso.	5%	Se puede acceder con poca gestión, por ser un grupo o persona de interés especial, con información previa que permita disfrutar el servicio o evento.	5%
	Familias con niños	El terreno no es accesible con vehículos o caminando con planes, adultos e incluso niños. Difícil caminar o caminar por senderos que no requieren equipo, ropa y vehículos especializados para acceder.	5%	El terreno es accesible al público y presenta condiciones de infraestructura e información adecuada para el disfrute familiar.	5%
	Tercera edad	El terreno es accesible a personas mayores de 60 años, con vehículo o caminando. Difícil caminar o caminar por senderos que no requieren equipo o vehículos especializados para acceder. Terreno plano y no pendientes que sea un riesgo o preocupante.	10%	El terreno es accesible a personas mayores de 60 años, con vehículo o caminando. Difícil caminar o caminar por senderos que no requieren equipo o vehículos especializados para acceder. Terreno plano y no pendientes que sea un riesgo o preocupante.	10%
Grado de conservación	Mal	No está conservado. Se ve el deterioro extremo de contaminación del agua, mucho ruido, contaminación, no hay evidencia de mantenimiento para dicho elemento por mantener, existen otros elementos naturales, no hay facilidades para observar el recurso.	0%	No está conservado. El ruido y la contaminación visual afectan al paisaje, la contaminación visual afecta al paisaje, la contaminación visual afecta al paisaje, la contaminación visual afecta al paisaje.	0%
	Regular	El recurso conserva pero sigue existiendo elementos de contaminación visual. Por temporadas se acumulan basuras en el terreno, pero regularmente permanece vacío.	5%	El recurso conserva pero sigue existiendo elementos de contaminación visual. En caso de eventos se han visto a grupos de personas en el terreno.	5%
	Bueno	Los elementos observados están conservados en calidad de agua, grama, vegetación y paisaje. No hay deforestación visible.	10%	Los elementos observados están conservados en calidad de agua, grama, vegetación y paisaje. No hay deforestación visible.	10%
	Muy bueno	Los elementos están conservados en calidad de agua, grama, vegetación y paisaje. Hay programas de mantenimiento permanente y evidencia adecuada para el disfrute de visitantes y cuidado del entorno.	15%	Los elementos observados están conservados en calidad de agua, grama, vegetación y paisaje. Hay programas de mantenimiento permanente y evidencia adecuada para el disfrute de visitantes y cuidado del entorno.	15%
	Excelente	Los elementos observados están conservados en calidad de agua y grama, sin deforestación visible. Hay programas de mantenimiento permanente y evidencia adecuada para el disfrute de visitantes y cuidado del entorno.	20%	Los elementos observados están conservados en calidad de agua y grama, sin deforestación visible. Hay programas de mantenimiento permanente y evidencia adecuada para el disfrute de visitantes y cuidado del entorno.	20%
Actividades	No existen	No hay actividades actuales consideradas en el turismo de naturaleza o que se puedan practicar en el recurso.	0%	No hay actividades actuales consideradas en el turismo de naturaleza o que se puedan practicar en el recurso.	0%
	Desintegradas	Existen actividades desintegradas de turismo de naturaleza que se pueden realizar en el recurso, debido a las características, pero que no se han aprovechado ni organizado formalmente para turistas o excursionistas.	10%	Existen actividades desintegradas de turismo de naturaleza que se pueden realizar en el recurso, pero que no se han aprovechado ni organizado formalmente para turistas o excursionistas.	10%

Tabla 2 Esquema de la variable aprovechamiento turístico utilizado para la evaluación de recursos en la Reserva Sierra del Tentzo.

Variable	Aprovechamiento Turístico	
Indicadores	Descripción de los indicadores	Rangos
No aprovechable	El lugar no cuenta con condiciones básicas para la vista turística, ya sea por el deterioro, contaminación, circunstancia social que impida la vista o limite su disfrute.	0 a 33%
Poco aprovechable	El lugar cuenta con condiciones básicas para la vista turística, el deterioro o contaminación son circunstancias que se están resolviendo. El lugar, sitio, evento son particularmente atractivos pero requieren de intervención decidida para poder ser ofertados o incluidos dentro de productos turísticos.	34 a 67%
Aprovechable	El lugar cuenta con las condiciones de vista turística y disfrute o goce del atractivo. Son ofertados o incluidos dentro de productos turísticos.	68 a 100%



Tabla 3. Resumen de características e indicadores para la evaluación de recursos del observatorio “Las cruces” Sierra del Tentzo.

Características	Indicadores	Descripción	%
ACCESIBILIDAD	Familia con niños	El terreno es accesible con vehículos o caminando para personas jóvenes, adultas, incluso niños. Ofrece caminos o senderos marcados que no requieren de equipos o vehículos especializados para acceder.	5%
GRADO DE OBSERVACIÓN	Bueno	Los elementos observados están conservados en calidad de agua, gruta, bosque o entorno natural. No hay deforestación visible	10%
ACTIVIDADES	Integradas	Existen actividades integradas de turismo de naturaleza que se pueden realizar en el recurso, debido a las características de éste, pero que no se han aprovechado u organizado de manera formal para los turistas o excursionistas.	10%
TEMPORALIDAD	Disponible todo el año	Debido al atractivo y versatilidad del recurso, cualquier día del año es apto para realizar actividades de turismo de naturaleza.	20%
PERFIL DEL VISITANTE	Turismo del centro urbano más cercano	Son visitantes del centro urbano más cercano dentro de la misma Entidad Federativa, en este caso de la ciudad de Puebla o Atlixco.	5%
BIODIVERSIDAD	Biodiversidad en flora y fauna	Existen elementos de la biodiversidad en flora y fauna que se pueden observar o aprovechar desde alguna actividad de turismo de naturaleza.	20%
Total			70%

<b>Aprovechable</b>	<b>El lugar cuenta con las condiciones de visita turística y disfrute o goce del atractivo. Son ofertados o incluidos dentro de productos turísticos.</b>	<b>68 a 100%</b>
---------------------	---	------------------



## VALORACIÓN AVITURISMO

Tabla 4. Criterios de valoración de recursos para aviturismo. Elaboración propia

Categoría	Indicador	Descripción	Escala de Valoración
<b>Hábitat y entorno</b>	Cobertura vegetal	Presencia de árboles, arbustos o matorrales que faciliten la percha, caza o anidación	Alta / Media / Baja
	Disponibilidad de agua	Proximidad a cuerpos de agua como arroyos, jagüeyes o bebederos temporales	Presente / Escasa / Ausente
	Alteración del entorno	Nivel de intervención humana (cultivos, basura, construcciones)	Bajo / Medio / Alto
	Tránsito humano	Frecuencia de paso de personas (visitantes o lugareños)	Bajo / Medio / Alto
	Contaminación ambiental	Evidencia de residuos sólidos, agua contaminada, humo, etc.	Nula / Moderada / Alta
<b>Diversidad de aves</b>	Riqueza de especies	Cantidad y variedad de aves observadas durante el recorrido	Alta (>10) / Media (5–10) / Baja (<5)
	Presencia de rapaces	Observación de halcones, águilas, búhos, zopilotes, etc.	Alta / Media / Baja
	Temporalidad	Si las especies observadas son residentes, migratorias o accidentales	Residentes / Migratorias / Ambas
<b>Estacionalidad</b>	Temporada	Época del año (primavera-verano puede haber más actividad)	Época seca / Lluvias / Transición
	Fenología de las aves	Relación con periodos de anidación o migración	Alta actividad / Media / Baja



<b>Accesibilidad y seguridad</b>	Existencia de senderos	Senderos naturales o marcados, accesibilidad al sitio	Buen acceso / Acceso limitado / Inaccesible
	Puntos de observación	Presencia de miradores naturales o artificiales, claros, riscos, etc.	Varios / Pocos / Ninguno
	Seguridad del lugar	Riesgos por fauna peligrosa, conflictos sociales, etc.	Seguro / Riesgo moderado / Riesgo alto
	Señalización e información	Si existen letreros, mapas o guías locales	Presente / Escasa / Ausente
	Acompañamiento local	Posibilidad de ser guiado por habitantes conocedores del terreno	Sí / Parcial / No

**Tabla 5.** Evaluación de aviturismo durante el sendero por Sierra del Tentzo.

<b>.Categoría</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala de Valoración</b>
<b>Hábitat y entorno</b>	Cobertura vegetal	Presencia de árboles, arbustos o matorrales que faciliten la percha, caza o anidación	Alta
	Disponibilidad de agua	Proximidad a cuerpos de agua como arroyos, jagüeyes o bebederos temporales	Escasa
	Alteración del entorno	Nivel de intervención humana (cultivos, basura, construcciones)	Bajo
	Tránsito humano	Frecuencia de paso de personas (visitantes o lugareños)	Bajo



	Contaminación ambiental	Evidencia de residuos sólidos, agua contaminada, humo, etc.	Moderada
<b>Diversidad de aves</b>	Riqueza de especies	Cantidad y variedad de aves observadas durante el recorrido	Media
	Presencia de rapaces	Observación de halcones, águilas, búhos, zopilotes, etc.	Media
	Temporalidad	Si las especies observadas son residentes, migratorias o accidentales	Residentes
<b>Estacionalidad</b>	Temporada	Época del año (primavera-verano puede haber más actividad)	Lluvias
	Fenología de las aves	Relación con periodos de anidación o migración	Baja
<b>Accesibilidad y seguridad</b>	Existencia de senderos	Senderos naturales o marcados, accesibilidad al sitio	Buen acceso
	Puntos de observación	Presencia de miradores naturales o artificiales, claros, riscos, etc.	Varios
	Seguridad del lugar	Riesgos por fauna peligrosa, conflictos sociales, etc.	Riesgo moderado
	Señalización e información	Si existen letreros, mapas o guías locales	Ausente
	Acompañamiento local	Posibilidad de ser guiado por habitantes conocedores del terreno	Parcial

La tabla del sendero refleja una alta valoración del recurso natural con puntuaciones totales que están en el 70%, indica un importante potencial para el desarrollo de actividades ecoturísticas,



valorando el cerro como “Aprovechable”, las características mejor calificadas, con un 20% de contribución individual, fueron la Biodiversidad en flora y fauna y la Temporalidad.

Esto evidencia que el sitio ofrece una riqueza biológica notable y puede operarse de manera sostenible durante todo el año sin embargo se identifican áreas de mejora como el perfil de visitante donde en varios casos no se dispone de datos específicos, lo cual limita a una planificación más dirigida.

El análisis confirma que la densidad de árboles y arbustos facilita la percha y anidación, asegurando la calidad del avistamiento, también el poco tránsito de visitantes genera períodos pertinentes para la actividad, reduciendo la alteración del entorno, aumenta la necesidad de diseñar e implementar un sistema de señalética de seguridad y orientación para el turista y nos posibilita revisar los requerimientos de la implementación de protocolos de seguridad y mitigación de riesgos.

Desde el enfoque de la observación de especies, como en la tabla se califica, el acceso si bien es marcado, no hay señalización adecuada para el camino, sin embargo, esto crea una mejor oportunidad de avistamiento de fauna, entre estos, las aves rapaces tienen una presencia sobresaliente debido al clima, así como los roedores y algunos otros depredadores que han hecho del cerro, su hábitat, por lo tanto, el poco tránsito de visitantes genera períodos pertinentes para la actividad. Si bien existen riesgos por la fauna, suelen ser mínimos tomando en cuenta que se pueden hallar especies de serpientes o felinos durante los senderos.

En este contexto el aviturismo surge como una modalidad viable y poco explorada que puede integrarse exitosamente al modelo del turismo comunitario, siempre que se garantice la capacitación adecuada, una organización justa y la participación de los habitantes, la combinación de saberes locales paisajes únicos y prácticas sostenibles, abre la posibilidad de consolidar una oferta turística respetuosa y capaz de responder a las nuevas demandas del turismo alternativo, en este contexto un turismo comunitario.

### 5. Conclusiones

La experiencia en Huatlatlauca demuestra que cuando las comunidades gestionan de manera autónoma las actividades turísticas, se crea un refuerzo de la identidad local, se fomenta la conservación ambiental y se generan beneficios sociales y económicos.



La presencia de actividades integradas, aunque aún no completamente formalizadas, demuestra que la comunidad ya participa en la oferta turística, lo que abre la posibilidad de fortalecer su papel mediante capacitaciones y estrategias organizativas, en conjunto los resultados respaldan la pertinencia de impulsar iniciativas de turismo comunitario sustentable que aprovechen las cualidades del entorno, tomando en cuenta sobre todo las prioridades de la comunidad.

Por lo tanto, en este elemento, la difusión correcta de información, las actividades bien gestionadas, el consentimiento de la comunidad ante las prácticas turísticas, permiten que la Sierra del Tentzo se profile no sólo como un destino de naturaleza, sino como un territorio donde la comunidad y la conservación lleven un equilibrio para estas acciones, preparando al territorio y a las personas para dichos eventos.

La difusión de los hallazgos y las recomendaciones estratégicas que no solo ofrezcan un diagnóstico del potencial ecoturístico y aviturístico, sino que también establezca las bases para un fomento explícito del respeto a las prácticas de la comunidad y a la integridad del ecosistema en un lapso menor a seis meses con el fin de aprovechar la bioculturalidad del municipio.

Se necesita cumplir con el objetivo de visibilizar la Sierra del Tentzo (ANPST) como un destino emergente, utilizando la información básica y la riqueza biocultural de la región, para poder replicar la metodología en municipios alrededor de esta área protegida.

### 6. Referencias

- Bravo, O., & Zambrano, P. (2018). Turismo comunitario. Revista Espacios. <https://revistaespacios.com/a18v39n07/a18v39n07p28.pdf>
- Casas, A., & Soler, A. (2012). El turismo comunitario como instrumento de erradicación de la pobreza: Potencialidades para su desarrollo en Cuzco (Perú). Cuadernos de Turismo, 30. <https://www.redalyc.org/pdf/398/39824503004.pdf>
- Ceballos Lascuráin, H. (1987). Estudio de prefactibilidad socioeconómica del turismo ecológico y anteproyecto arquitectónico y urbanístico del Centro de Turismo Ecológico de Sian Ka'an Roo. SEDUE.
- Ceballos, H. (1996). Tourism, ecotourism, and protected areas: The state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development. IUCN (The World Conservation Union).
- CEUPE. (2023). ¿Qué es el aviturismo? Características e importancia. <https://www.ceupe.com/blog/aviturismo.html>
- Gómez, F. D. (2004). Culturas populares e indígenas. <http://rusredire.lautre.net/wp-content/uploads/Comunidad.-y-0comunalidad.pdf>





- Herrera, B., Paredes, R., & Acle Mena, R. (2012, diciembre). Evaluación de recursos para el aprovechamiento del turismo de naturaleza en el Área Natural Protegida Estatal “Sierra del Tentzo” Puebla, México. Revista de Investigación Desarrollo e Innovación. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/2132/2085](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/2132/2085)
- L. Smith, V., & R. Eadington, W. (1994, noviembre). Tourism alternatives: Potentials and problems in the development of tourism. American Ethnologist. [//www.jstor.org/stable/646888](http://www.jstor.org/stable/646888)
- ONU Turismo. (2002). Ecoturismo y áreas protegidas. <https://www.unwto.org/es/desarrollo-sostenible/ecoturismo-areas-protegidas>
- Pérez, L. M., & Bohórquez, J. A. (2020). Aviturismo comunitario en los páramos de Cundinamarca. UNIMINUTO.
- Román, M. F. (2009). Turismo rural en la Argentina: Concepto, situación y perspectivas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://books.google.es/books?id=VEI3va9rWooC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Secretaría de Turismo. (2024). Secretaría de Turismo. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/969374/Introduccion\\_TC.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/969374/Introduccion_TC.pdf)
- Taselotzin. (2024). Taselotzin. <https://www.taselotzin.com/quienes-somos/#:~:text=%C2%BFQui%C3%A9n%20hay%20detr%C3%A1s%20del%20Hotel,salud%2C%20desarrollo%20sustentable%2C%20etc.>
- Torres Fernández, C., Zaldívar Martínez, P., & Enríquez García, F. (2012, 23 de septiembre). Turismo alternativo y educación: Una propuesta para contribuir al desarrollo humano. El Periplo Sustentable. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4195434>
- Tosepan Kali. (2024). Tosepan Kali. <https://www.tosepankali.com/v3/>
- UN Tourism. (2021). Turismo rural. <https://www.unwto.org/es/turismo-rural>

### Instrumentos complementarios:

<https://observatorio-turismo-comunitario-tentzo.com/turismo/>

<https://www.youtube.com/watch?v=DHbyw7wJfUs>



# **APLICACIÓN DE METODOLOGÍA JAPONESA LAS 5S A LOS INVENTARIOS DEL SECTOR EMPRESARIAL DE SERVICIOS COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DE SAN MARTIN TEXMELUCAN.**

**Dra. Karina Nieves Rosas <sup>1</sup>**

1. Docente Adscrita a la Carrera de Contador Público karina.nieves@smartin.tecnm.mx

**Resumen:** Actualmente las estrategias de las empresas micro, pequeñas, mediana y grandes deben estar enfocadas a la mejora continua y actualización constante en cada una de sus áreas, razón por la cual el presente trabajo se enfoca a la aplicación de las 5's implementado en el sector de servicios gubernamental en la empresa Comisión Federal de Electricidad, con el objetivo de mejorar la áreas de trabajo en el almacén mejorando los espacios físicos y capacitando al personal vinculado con el área en un nuevo ambiente laboral en beneficio del control interno del almacén. Se realizó un diagnóstico de la situación donde se identificaron las debilidades del lugar de trabajo, aplicando para la optimización la metodología de las 5's posteriormente se implementa cada una de las fases, logrando un lugar de trabajo, ordenado, limpio, idóneo generando disciplina en el uso de los materiales y equipo. Se logra brindar conciencia al personal del departamento sobre las oportunidades que nos proporciona la limpieza y orden, que mejorara el almacenamiento del equipo y material de trabajo de Comisión Federal de Electricidad de San Martín Texmelucan.

**Palabras Clave:** Empresa, metodología 5's, mejora, limpieza y orden

**Abstract:** Currently, the strategies of micro, small, medium, and large companies must be focused on continuous improvement and constant updating in each of their areas. This is the reason why this work focuses on the application of the 5's implemented in the government services sector in the Federal Electricity Commission, with the objective of improving the work



areas in the warehouse by enhancing the physical spaces and training the staff linked to the area in a new work environment for the benefit of the internal control of the warehouse.

A diagnosis of the situation was made where the weaknesses of the workplace were identified, applying the 5S methodology for optimization, and then each of the phases was implemented, achieving a workplace that is organized, clean, and suitable, generating discipline in the use of materials and equipment. Awareness is raised among the department staff about the opportunities provided by cleanliness and order, which will improve the storage of equipment and working material of the Federal Electricity Commission of San Martin Texmelucan.

**Keywords:** Company, 5S methodology, improvement, cleanliness and order

### 1. Introducción

Actualmente las empresas competitivas deben enfocarse a la eficiencia y eficacia de sus recursos y procesos, aprovechando sus fortalezas y debilidades (factores internos y externos), con ellos posicionarse en el mercado frente a su competencia.

La metodología de las 5S contiene pasos a seguir para la organización, limpieza y eficiencia en el lugar de trabajo, se establece en 5 principios que comienzan con la letra S: *Seiri* (Clasificar), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpiar), *Seiketsu* (Estandarizar) y *Shitsuke* (Sostener).

Las 5S agrupan una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de mejorar y mantener las condiciones en las que se lleva adelante el trabajo tanto en los puestos en particular como en la planta en general, que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia.

Esta metodología es algo más que una simple limpieza son objetivos y compromisos para que los miembros de la organización respeten y mejoren el entorno

### 2. Delimitación Contextual

El presente trabajo implementa la Metodología de Mejora de las 5S en la empresa gubernamental Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual es reconocida como una de las mayores empresas eléctricas del mundo y su objetivo principal es proveer el servicio de energía eléctrica a la población mexicana, logrando una mayor limpieza, orden; optimizando el tiempo, sus recursos disponibles y su rendimiento en sus inventarios aportando a una propuesta de control interno.



### 3. Metodología

La CFE, como empresa estratégica del Estado mexicano, opera en entornos técnicos y administrativos donde la implementación de las 5S puede tener un impacto significativo en la cultura organizacional, la eficiencia operativa y la seguridad laboral. El enfoque cualitativo permite comprender cómo los trabajadores perciben, adoptan y adaptan esta metodología en sus actividades diarias.

El enfoque de la investigación es cualitativo, ya que se busca comprender las percepciones del personal sobre el cambio cultural que implica aplicar las 5S.

### 4. Desarrollo.

Como metodología, las 5S se originan en Japón. Luego de la segunda guerra mundial, este país apostó a recuperar y jerarquizar su industria por medio de la implementación de un programa que les permitiera aumentar la calidad de los productos y la productividad. El nombre 5S responde a que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra S. La herramienta es sencilla de transferir y no requiere de una capacitación compleja a los miembros de la organización, pero será vital implementarla utilizando una metodología precisa, disciplinada, y contar con el compromiso de la dirección.

El programa 5S, se compone por medio del desarrollo de las siguientes etapas (Socconini, 2019). Ver Figura 1.

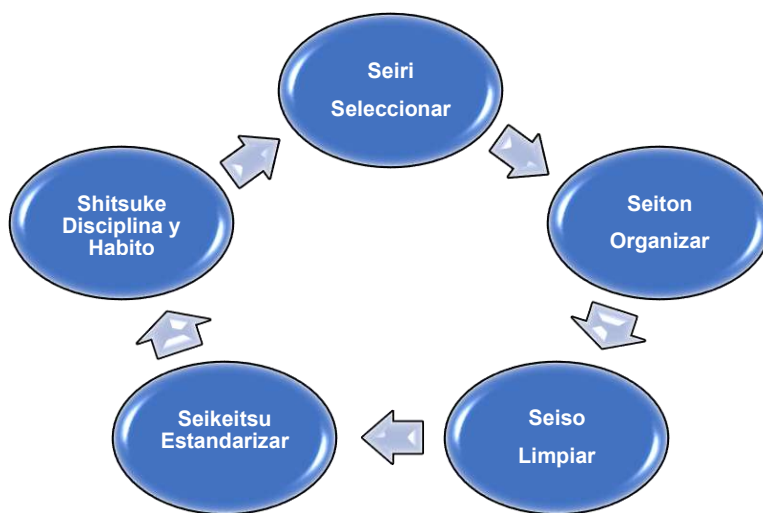


Figura 1. Etapas de las 5S

Nota: La imagen muestra las etapas de la metodología de las 5S

*Seiri* (Seleccionar). Retirar los artículos que no se necesitan en el área de trabajo y deshacerse de ellos (Sancristán, 2015).

*Seiton* (Organizar). Ordenar los artículos necesarios, estableciendo lugares específicos, de modo que se puedan ubicar y utilizar fácilmente (Bayron E. 2015).

*Seiso* (Limpiar). Eliminar la suciedad y mantener el área de trabajo limpio de tal manera no hay polvo en los pisos, máquinas y equipos (Macías J. 2020).

*Seikeitsu* (Estandarizar). Lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se elaboren conscientemente y de manera regular para asegurar un alto estándar de limpieza y organización, en el área de trabajo (Rodríguez, M. 2022).

*Shitsuke* (Disciplina y Hábito). Entrenar al personal para que las actividades de las 5Ss, se conviertan en un hábito, manteniendo correctamente los procesos generados por el compromiso de todo el personal (Sandrine, 2020).

La implementación del método se llevará adelante por etapas. Las primeras 4 S – selección, orden, limpieza y mantenimiento o estandarización implicarán llegar a consensos para establecer criterios, estándares y modos de acción. La 5ta S es autodisciplina, se debe desarrollar para el sostenimiento de lo conseguido con el avance del proceso y fomentar el mejoramiento continuo. El método permitirá identificar fácilmente las actividades del proceso que no agregan valor al producto

Cada una de las etapas para la aplicación en el Comisión Federal de Electricidad, son tomadas y adaptados de acuerdo con las necesidades del lugar de trabajo, la mayoría recopilada del manual de Socconini (2019). Para realizar la aplicación práctica, se tomó en consideración el área de Inventarios de Materiales. Los participantes para la aplicación de la 5Ss, será la jefa del almacén de materiales y ayudante que también será la encargada de supervisar y verificar el correcto seguimiento de la implementación.

### Implementación de la 1s

- Conocer y listar las tareas que se realizan en el área de almacén de acuerdo con los materiales y equipo;
- Definir los elementos necesarios para realizarlas las tareas, tales como: lugar;
- Separar los elementos innecesarios y colocarlos en el área de cuarentena:
- Tomar fotografías de antes y después: y



## 100CIATEC

- Es recurrente que en el análisis se tenga en cuenta el valor -monetario o sentimental- del objeto y no su utilidad. Para evitar esta confusión, el criterio que se debería usar es: lo que no es útil para la tarea, se aparta. Su valor define el destino final que tendrá. Medir la mejora definiendo indicadores que la reflejen.



Figura 2. Aplicación de la 1s  
Fuente: Comisión Federal de Electricidad

### Implementación de la 2s

- Ordenar sólo lo que es necesario, de acuerdo al área de resguardo de material y equipo se ordenó correctamente cada uno de los materiales y equipo con un código para mejora su identificación, generando un catálogo para la disponibilidad y acceso de los mismos;
- Definir y preparar los lugares de almacenamiento: acceso simple y seguro;
- El orden debe ser funcional: determinar un lugar para cada cosa de acuerdo con la frecuencia de uso, se generaron tarjetas de almacén para poder realizar las entradas y salidas del equipo y materiales;
- Identificar cada sitio donde se coloca cada objeto (nombre, lugar, cantidad máxima y mínima); y
- Trabajar en equipo y buscar el consenso, sobre todo cuando se trabaja en espacios compartidos, se compartió a los encargados del área los objetivos y el procedimiento para entrada y salida del material y equipo.







Figura 3. Aplicación de la 2s.  
Fuente: Comisión Federal de Electricidad

Implementación de la 3s

- Definir reglas básicas y claras de orden. Identificar todos aquellos focos que generen suciedad o polución, se agregaron políticas para el control interno del equipo y materiales;
- Definir qué ítems deben limpiarse, la frecuencia, con qué elementos de limpieza se debe realizar y quién será el responsable. Tener en cuenta las áreas comunes. Registrar en la Planilla de plan de limpieza; y
- Elaborar procedimientos de limpieza de sitios y equipos que merecen atención especial. Registrar en la Planilla de instructivo de limpieza. Utilizar Planilla de registro de limpieza, para llevar un seguimiento de las acciones realizadas

BITACORA DE LIMPIEZA						
FECHA	HORA	ÁREA	RESPONSABLE	TAREAS REALIZADAS	OBSERVACIONES	FIRMA

Figura 4. Aplicación de la 3s  
Fuente: Comisión Federal de Electricidad

## Implementación de la 4s

- Elaborar mecanismos de evaluación para mejorar las condiciones del entorno de trabajo;
- Utilizar y actualizar el mecanismo de comunicación definido;
- Monitorear la mejora a través de los indicadores definidos;
- Elaborar instructivos de trabajo; y
- Desarrollar métodos para que los problemas de selección, orden y limpieza queden evidenciados rápidamente.

	<b>COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD ZONA SAN MARTIN TEXMELUCAN DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>VERSION 1</b>
<b>FECHA: _/ _/ _</b>	<b>FORMATO DE INSPECCION DE BODEGA</b>	<b>NO. PAGINA 1</b>

CODIGO DE EQUIPO											
EXCISO	DEBITOS	SIEMES NOMINALES	SIEMES CON ALBERTO	EXCISO DESCRIBES	ARMES	TAPONES DESCRIBIBLES	TEMPER. ASISTENTES	CABLES SUMA	REPEROS PARA ASIST	ARMES CON SOMBREROS	CABLES
C	Q	ON	GCA	GO	A	TD	TA	CG	BS	AS	CC

\*

### 1. INFORMACIÓN DEL MATERIAL INSPECCIONADO

Código de Material	Descripción del Material	Cantidad en Bodega	Unidad de Medida	Fecha de Última Recepción

### 2. INSPECCIÓN VISUAL DEL MATERIAL

Codigo del Material	Estado del Material	Observaciones y Defectos	Acción Requerida	Prioridad

### 3. Condiciones Generales de la Bodega:

- ¿Está la bodega organizada? **Sí / No**
- ¿El material está almacenado adecuadamente? **Sí / No**
- ¿Existen señales de humedad o plagas? **Sí / No**
- ¿La bodega tiene suficiente ventilación? **Sí / No**

### 4. Recomendaciones y Observaciones:

---

**DEPTO SEH**

---

**COORDINADOR**

**Figura 5. Aplicación de la 4s.**  
Fuente: Comisión Federal de Electricidad

## Implementación de la 5s

- Tomar acciones positivas y motivadoras para los grupos de implementación que realicen acciones constantes de 5S;
- Invitar a los grupos de mejora a presentar los casos en reuniones; y





- Encontrar motivadores que generen el hábito y la cultura del orden dentro de las organizaciones.

[illegible]

**Figura 6. Aplicación de la 5s.**  
Fuente: Comisión Federal de Electricidad

## 5. Conclusiones

La aplicación de esta metodología es para las empresas en general siempre y cuando requieran grandes beneficios en la clasificación, limpieza y mantenimiento constante de sus áreas de trabajo.

La implementación de este sistema en el Departamento de Almacén de Materiales de la Comisión Federal de Electricidad, Zona San Martín trajo consigo los siguientes beneficios:

- Mejoro la gestión de material;
- Eficiencia en el proceso de entrada y salida de materiales;
- Reducción de Costos en al área de almacén (al reutilizar los materiales existentes);
- Organización y limpieza del equipo;
- Mejora el control y visualización del stock de material o equipo;
- Para la aplicación de la metodología se requiere de un esfuerzo consciente y de un cambio cultural; y
- Elimina desperdicios y mantiene un área limpia



Este sistema ha permitido garantizar la disponibilidad de materiales y equipos necesarios para realizar las actividades de seguridad y capacitación de manera efectiva.

### 6. Referencias

- Bayron E. (2015), "Guía metodológica de seguridad industrial para trabajadores en proyectos residenciales aplicando la estrategia 5s's" Trabajo previo para obtener el título de Ingeniero Civil (2015). Consultado 1 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3094/1/Bayron%20Enrique%20Culajay%20V%C3%A1squez.pdf>
- Imai, M. (1998). Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo. Editorial McGraw-Hill
- Macías J. (2020) "Organización del almacén de consumos internos en una tienda de autoservicios aplicando la metodología 5S's" Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Consultado el 15 de diciembre de 2016. Disponible en: [biblioteca.itson.mx/dac\\_new/tesis/774\\_ruiz\\_macias.pdf](http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/774_ruiz_macias.pdf)
- Rodríguez, M. (2022). Implementación de la metodología 5s en una empresa litográfica. Escuela superior Politécnica.
- Sancristán, F. (2015) Las 5S's orden y limpieza en el puesto de trabajo. Fundación Confemetal.
- Sandrine, S. (2020). 6 sigma, lean y kaizen. Editorial McGraw-Hill.
- Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing. Editorial Norma.



# ANÁLISIS DE PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE SISTEMAS DE TRABAJO ESBELTA EN PROYECTOS STEAM

Ojeda, Arana-Mirna de Jesús<sup>1</sup>, Castillo, Moo-Eduardo<sup>2</sup>, Gonzalez, Gahona-Armando<sup>3</sup>

1. Ingeniería Industrial, TecNM Felipe Carrillo Puerto, [m.ojeda@itscarrillopuerto.edu.mx](mailto:m.ojeda@itscarrillopuerto.edu.mx)
2. Ingeniería en Sistemas Computacionales, TecNM Felipe Carrillo Puerto, [e.castillo@itscarrillopuerto.edu.mx](mailto:e.castillo@itscarrillopuerto.edu.mx)
3. Ingeniería en Administración, TecNM Felipe Carrillo Puerto, [a.gonzalez@itscarrillopuerto.edu.mx](mailto:a.gonzalez@itscarrillopuerto.edu.mx)

**Resumen:** El presente artículo analiza los procesos productivos implementados en dos proyectos STEAM del Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto: el repello artesanal con fibra de coco y la carbonización ecológica COCOBON. Ambos surgen como respuesta a la necesidad de reducir el impacto ambiental, optimizar la eficiencia y aplicar metodologías esbeltas (Lean). El aditivo de fibra de coco disminuye el uso de cemento y las emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que COCOBON alcanza un 93 % más de eficiencia sin combustibles fósiles. La investigación, basada en entrevistas, observación, cuestionarios y mapas de procesos, permitió identificar prácticas innovadoras que fortalecen la cultura de mejora continua y promueven el aprendizaje interdisciplinario. Los resultados evidencian que la integración de metodologías Lean y enfoques STEAM impulsa la eficiencia productiva, la sostenibilidad y la formación de competencias técnicas en los estudiantes, generando soluciones tangibles con impacto académico, social y ambiental.

**Palabras Clave:** procesos productivos, innovación, STEAM, mapas de procesos.

**Abstract:** This article analyzes the productive processes implemented in two STEAM projects at the Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto: the **artisanal wall coating with coconut fiber** and the **ecological carbonization process COCOBON**. Both initiatives emerge as a response to the need to reduce environmental impact, optimize efficiency, and apply lean methodologies. The coconut fiber additive decreases cement use and CO<sub>2</sub> emissions, while



COCOBON achieves 93% greater efficiency without fossil fuels. The research, based on interviews, observation, questionnaires, and process mapping, identified innovative practices that strengthen a culture of continuous improvement and foster interdisciplinary learning. The results show that integrating Lean methodologies and STEAM approaches enhances productive efficiency, sustainability, and the development of students' technical competencies, generating tangible solutions with academic, social, and environmental impact.

**Keywords:** productive processes, innovation, STEAM, process mapping

### 1. Introducción

La optimización de procesos productivos constituye un factor determinante en la eficiencia y sostenibilidad de proyectos científicos y tecnológicos. En el contexto de la educación superior, la aplicación de metodologías de mejora continua adquiere una relevancia particular, pues permite a los estudiantes vincular la teoría con la práctica en un marco de innovación y responsabilidad social.

Los proyectos STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) requieren enfoques interdisciplinarios que integren herramientas de análisis sistemático para garantizar la calidad de los resultados. Sin embargo, en el Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto se identificaron limitaciones recurrentes. Ante ello, el presente trabajo plantea un análisis integral de procesos productivos innovadores que permitan fortalecer la gestión de proyectos y consolidar sistemas de trabajo esbelta como estrategia para la innovación educativa. El análisis de procesos es una herramienta esencial para obtener información válida y detectar áreas de mejora, lo que lleva a una gestión más estratégica. Este documento presenta los hallazgos del proyecto "ANÁLISIS DE PROCESOS PRODUCTIVOS INNOVADORES DE PROYECTOS STEAM", centrándose en dos proyectos específicos: un aditivo de cemento de fibra de coco y un proceso de carbonización de cáscara de coco. Se destaca la importancia de las entrevistas para obtener detalles sobre técnicas, recomendaciones y fallas en los procesos. Además, se aborda la necesidad de un enfoque sistemático para racionalizar la información, así como la justificación teórica que fundamenta la investigación. El documento incluye descripciones de actividades, resultados, conclusiones y referencias a fuentes confiables, así como anexos que evidencian el trabajo realizado y el análisis de actitudes y opiniones personales sobre la utilidad de las entrevistas en la investigación social.



## 2. Sustento Teórico

### 2.1. Análisis de procesos

A través de un análisis, los procesos en su empresa se visibilizan y evalúan por primera vez; El desglose sus operaciones y realice un análisis sistemático para obtener una comprensión de cada proceso e identificar las debilidades y el potencial de optimización. Un análisis de procesos es una parte fundamental de la gestión operativa. El análisis del proceso revela debilidades, potenciales de mejora y causas de posibles discrepancias entre el rendimiento actual y el rendimiento objetivo del proceso.

Sobre la base de los objetivos de proceso formulados, el rendimiento de los procesos se supervisa y analiza continuamente. Un proceso estandarizado le permite investigar sistemáticamente las desviaciones o errores en la ejecución del proceso y sus causas. La información de medición de la ejecución del proceso sirve como base aquí. Se evalúan los potenciales de mejora identificados y se toma una decisión sobre su implementación. Debe hacerse estas preguntas antes de realizar un análisis de proceso: ¿Cómo se puede estandarizar el procedimiento? ¿Cómo se pueden sincronizar los procesos interdepartamentales? ¿Dónde se pueden evitar los bucles de trabajo superfluos? ¿Todos los procesos están provistos de información suficiente? (GBETEC Software, 2024)

### 2.2. Realización de análisis de procesos

Es importante generar un conocimiento de los pasos a seguir para poder emplear la mejora, análisis o implementación de algún proceso.

1. Identificar procesos: Ya que sobre la base de las estructuras organizativas y de procesos, primero se identifican las áreas de problemáticas que deben considerarse en el contexto del modelado tal como está
2. Registrar procesos (estado actual): La segunda fase consiste en crear modelos gráficos que mapeen y visualicen los procesos en cuestión.
3. Analizar procesos: Aquí se revisa el estado actual con respecto a debilidades y ahorros potenciales.
4. Identificar medidas de optimización: Dependiendo del objetivo predefinido, desarrolle diferentes enfoques para la optimización de procesos (GBETEC Software, 2024).





Figura 1. Análisis del proceso  
Fuente: GBETEC Software (2024)

La relevancia que un mapa de procesos tiene para la organización depende en gran medida del proceso que se siga para su elaboración. Si se buscan resultados enriquecedores es necesario partir de un buen conocimiento del negocio y sus objetivos y contar con la participación de los equipos de trabajo, para que aporten su punto de vista y completen la perspectiva que se va a obtener sobre la organización y su funcionamiento interno (EAE Business School Barcelona, 2023).

### 2.3. Reglamentación mapa de procesos ISO 9001

La definición de un mapa de procesos de calidad de una empresa culmina en la elaboración de una ficha por cada proceso identificado. En ella se relacionan los aspectos clave del mismo y los elementos principales que lo conforman. Además, podemos establecer unos indicadores de desempeño que permita monitorizarlo y evaluar cada proceso, indicando, a su vez, un diagrama que lo sitúe en el lugar que le corresponde según importancia, peso específico y relevancia estratégica dentro del entramado corporativo general. Todo esto parte de la norma de calidad ISO 9001 por lo que, comúnmente, también se le puede llamar mapa de procesos 9001 (EAE Business School Barcelona, 2023).

Importancia del mapa de procesos:

- Definir objetivos y alinearlos. Al plasmar los objetivos dentro del mapa se consigue alinear objetivos entre diferentes departamentos e, incluso, diferentes jerarquías dentro de la

empresa. Al alinear los objetivos se obtiene una visión global de los mismos y se puede trabajar en pro de una mejor consecución

- Ayuda a definir una estructura coherente de la organización, estableciendo en todo momento la jerarquía en la misma.
- Es una buena herramienta para analizar los procesos, ayudando a incrementar la calidad y/o reducir el ciclo de tiempo.
- Ayuda a evaluar la eficacia y eficiencia en cada una de los procesos desde un punto de vista interno y externo.
- Definir roles y responsabilidad. Es una buena manera de ver quién es el encargado del proceso que debe velar por su cumplimiento. Los mapas de procesos definen los roles de cada uno de los miembros de la organización y las responsabilidades que este tiene en la misma. Esto ayuda a saber de un solo vistazo, quién tiene que hacer cada uno de los procesos y actividades propias de la empresa, haciendo mucho más efectiva las tareas de control.
- Mejoras importantes en el flujo de información. La información, al quedar plasmada, es más fácil de compartir y permite conocer el estado actual de la empresa. Gracias a estos modelos la información fluye rápidamente entre los empleados de la empresa, tanto de manera vertical como horizontal, haciendo que todos puedan saber qué se está haciendo.
- Identificar oportunidades. Al hacer estos mapas se pueden identificar rápidamente oportunidades, tanto de la organización como en el desarrollo de tareas que no se están llevando a cabo. Por tanto, permite implementar mejoras, tanto a nivel general como en departamentos o áreas específicas.
- Ayuda a realizar un análisis en profundidad de las tareas que realiza cada trabajador, detectando así ineficiencias o necesidades de personal en cada uno de los procesos plasmados.
- Es una buena manera de orientar a nuevos empleados y colaboradores que necesitan entender en profundidad el complejo entramado y funcionamiento de la empresa.
- Se consigue una mayor capacidad de adaptación y flexibilidad antes del cambio.
- Es una buena manera para desarrollar formas alternativas de realizar el trabajo en pro de la búsqueda de la eficiencia empresarial. (EAE Business School Barcelona, 2023).



### 3. Metodología

El estudio se desarrolló durante el periodo julio–noviembre de 2024 en el Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto, bajo un enfoque cualitativo-descriptivo, con el propósito de analizar e implementar procesos productivos innovadores aplicados en proyectos STEAM y alineados a principios de trabajo esbelta.

Diseño de la investigación: se utilizó un diseño no experimental, transversal y descriptivo, enfocado en la observación y análisis de proyectos académicos previamente desarrollados en la institución. Participaron 12 estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial y Gestión Empresarial del TecNM Felipe Carrillo Puerto durante el periodo julio–noviembre 2024. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas, cuestionarios y mapas de procesos adaptados a los proyectos STEAM. Las fases de la investigación comprendieron la organización y capacitación, la recopilación de datos mediante observación directa, y la evaluación de resultados comparativos entre ambos proyectos productivos.

El propósito fue identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en los procesos de planeación y ejecución.

Procedimiento: (1) selección de casos; (2) aplicación de instrumentos; (3) diseño y validación del mapa de procesos con retroalimentación de asesores; y (4) análisis comparativo de los resultados obtenidos.

Consideraciones éticas: se garantizó la confidencialidad de los participantes y el uso exclusivo de la información con fines académicos, siguiendo los lineamientos institucionales de investigación.

### 4. Métodos y materiales

La población de estudio es realizada específicamente hacia alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto Quintana Roo, específicamente a dichos alumnos que hayan participado en proyectos de investigación y hayan concluido exitosamente para poder obtener información acerca de las experiencias y métodos que utilizaron para poder llevar a cabo la culminación de su proyecto, asignando preguntas específicas, hablando de forma centrada con respecto a la reunión de información se utilizó una entrevista semiestructurada con el fin de que pueda manejar preguntas específicas para el desarrollo de la misma a su vez que ofrece una comodidad a los entrevistados de poder ser ellos mismos guiándolos hacia respuestas racionales.





Las principales herramientas para la recolección de datos fueron ejemplificadas por medio de:

1. Observacional: Conocimiento del objeto de estudio de forma directa, permitió ser una observación de entrevista, detalles información que, en complemento con la entrevista, cronograma, mapa de procesos permitió un procedimiento amplio en el cual se desarrollaron estrategias para la organización de la información.
2. Entrevista: La entrevista permitió la obtención de forma significativa en base a información oral y personalizada sobre acontecimientos, experiencias, opiniones de personas.
3. Cuestionarios: Consistió en la obtención de forma directa de los entrevistados a fin de conseguir opiniones y sugerencias.
4. Mapa de procesos adaptado: Herramienta que permitió de forma concisa y de forma detallada como se desarrollan las actividades dentro de un proceso y permite el conocimiento y mejora del flujo de trabajo.

### *Herramientas manuales o digitales realizadas en el análisis de obtención de datos:*

Introducción: Es importante la utilización de dichos materiales específicos para la elaboración detallada de procesos así mismo como la correcta maniobrabilidad del resultado de los mismos como lo son la interpretación adecuada de documentos digitales, cortos de video, audios, entre otros los cuales mediante una correcta interpretación llegan a ser el medio para un fin.

- *Listado materiales específicos tangibles:* Teléfono celular, computadora, almacenamiento de memoria externa.
- *Listado de herramientas intangibles:* Teléfono celular, grabadora de voz, grabadora de video, computadora, Software de recortes. Software de edición Memoria externa; Almacenamiento de archivos con base a un respaldo seguro.

Los procedimientos de realización para la creación de la entrevista y la utilización de una herramienta técnica mejorada “MAPAS DE PROCESOS” en base a la prueba y error fue separado por 3 únicas y principales fases con el fin de detallar los procesos, técnicas e implementación de desarrollos por partes guiado en un conjunto por el mismo mapa de procesos que se menciona al principio de este texto y siendo un punto de partida y desmenuzado con el cronograma preliminar de actividades.



*Fase 1:*

1. Organización, recopilación de datos generales, promoción e integración del objeto de estudio alumnos participantes con casos de éxito en proyectos de investigación Establecimiento de canales de comunicación;
2. Capacitación de los estudiantes seleccionados con anterioridad a la entrevista;
3. Generación y adaptación de la herramienta “MAPA DE PROCESOS”;
4. Implementación y monitoreo del uso de la herramienta de innovación; y
5. Verificación de la efectividad de las herramientas en la mejora de los procesos.

*Fase 2:*

1. Edición y recopilación de información. Se genera una recopilación de toda información obtenida en el proceso para posteriormente hacer una edición pertinente; y
2. Documentación del desarrollo de aptitudes y experiencias en base a la entrevista. Gracias a la aplicación de cuestionarios y ejecución de la entrevista los participantes generaron uso de expresión por medio de preguntas específicas.

*Fase 3:*

1. Recopilación de material, ajustes y adaptaciones de material obtenido;
2. Evaluación de procesos y conclusiones del proyecto; y
3. Finalización documentación y presentación de resultados.

## **5. Resultados de discusión**

El análisis de los proyectos STEAM evaluados permitió identificar hallazgos clave sobre la implementación de procesos productivos innovadores bajo un enfoque de trabajo esbelta: Los resultados reflejan que la implementación de herramientas de análisis de procesos bajo el enfoque Lean favorece la sistematización, la eficiencia energética y la reducción de desperdicios. El proyecto de repello artesanal con fibra de coco demuestra la viabilidad de incorporar materiales naturales en procesos constructivos locales, mientras que el proceso COCOBON destaca por su eficiencia y bajo impacto ambiental. Ambos casos fortalecen las competencias técnicas y de innovación de los estudiantes, además de promover la sostenibilidad en la educación superior tecnológica.



Los resultados evidencian mejoras significativas en la percepción de eficiencia, sostenibilidad y organización de los procesos productivos. Las siguientes gráficas representan los principales hallazgos del estudio: El 80% de los participantes consideró una mejora alta en los procesos (Figura 1); El 60% indicó una reducción en los tiempos improductivos tras aplicar el mapa de procesos. (Figura 3); El 85% manifestó aceptación positiva hacia los materiales de fibra y carbón de coco (Figura 4); El proceso COCOBON fue 93% más eficiente que los métodos convencionales (Figura 5); y El 90% valoró positivamente la utilidad del enfoque Lean-STEAM en proyectos productivos (Figura 6).

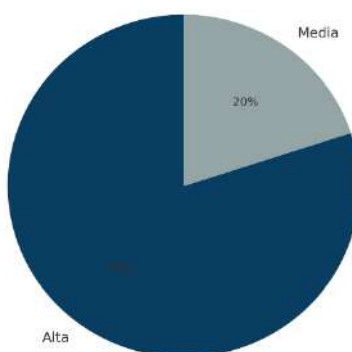


Figura 2. Nivel de mejora percibida.  
Fuente: elaboración propia.

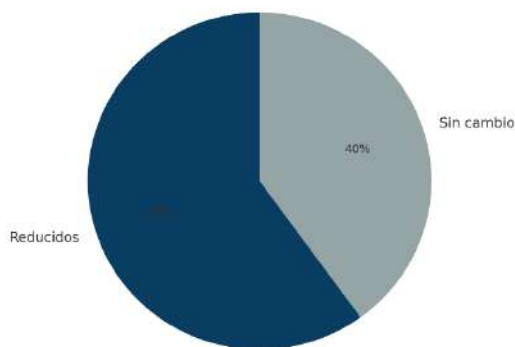


Figura 3. Reducción de tiempos improductivos.  
Fuente: Elaboración propia.



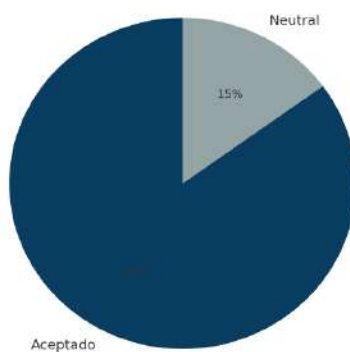


Figura 4. Aceptación del uso de materiales ecológicos.  
Fuente: Elaboración propia.

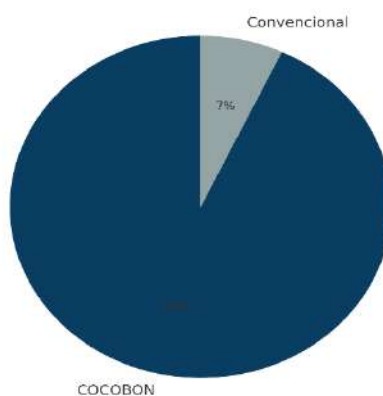


Figura 5. Eficiencia del proceso COCOBON.  
Fuente: Elaboración propia.

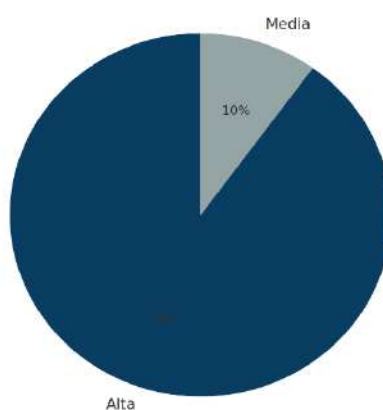


Figura 6. Percepción de utilidad del enfoque Lean-STEAM.  
Fuente: Elaboración propia

Estos resultados confirman que la integración de metodologías esbeltas y herramientas de análisis de procesos en proyectos STEAM no solo es viable, sino que representa una estrategia clave para mejorar la calidad académica y el impacto social de las instituciones de educación superior.

### 6. Conclusiones

La integración de procesos productivos innovadores en proyectos STEAM favorece la eficiencia, la sostenibilidad y la innovación, aportando beneficios directos al ámbito académico y profesional. Los resultados muestran que la metodología aplicada no solo fortalece la formación de competencias técnicas en los estudiantes, sino que también contribuye al desarrollo de una cultura de mejora continua con impacto social, económico y ambiental.

La aplicación de procesos productivos esbeltos en proyectos STEAM permite generar soluciones sostenibles, eficientes y replicables. Los hallazgos muestran que el trabajo interdisciplinario mejora la planeación, ejecución y resultados en los proyectos académicos. Tanto el aditivo de fibra de coco como el proceso COCOBON evidencian cómo la innovación local puede integrarse en estrategias de aprendizaje y desarrollo productivo, aportando beneficios sociales, económicos y ambientales.

Se recomienda extender el uso del mapa de procesos como herramienta de gestión en investigaciones futuras y aplicarlo desde las fases iniciales de los proyectos, con el fin de incrementar su efectividad y garantizar una mayor confiabilidad en los resultados.

### 7. Referencias

- ATCAL Aliados en Tecnología y Calidad S.A.S. (2022). Guía para el análisis de procesos. <https://www.implementandosgi.com/deio/guia-para-el-analisis-de-procesos/>
- ATCAL Aliados en Tecnología y Calidad S.A.S. (s.f.). Guía para el análisis de procesos. Guía completa: Paso para analizar tus procesos. <https://www.implementandosgi.com/deio/guia-para-el-analisis-de-procesos/>
- ATLAS.ti. (s.f.). Guía fundamental de la investigación cualitativa – Parte 1: Conceptos básicos. Investigación observacional. <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/investigacion-observacional>
- EAE Business School Barcelona. (2023). Mapa de procesos: Importancia y reglamentación ISO 9001.
- Euroinnova International Online Education. (s.f.). Proceso técnico. <https://www.euroinnova.com/blog/que-es-el-proceso-tecnico>



- Gámez Rodríguez, E., & Toledo Benítez, A. R. (s.f.). Capítulo 3: Importancia de la metodología de la investigación. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2448&sectionid=193960887>
- GBTEC. (s.f.). Análisis de procesos: Cómo crear flujos de trabajo eficientes. <https://www.gbtec.com/es/recursos/analisis-de-procesos/>
- Hubspot. (s.f.). Recolección de datos: Herramientas. <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>
- Institución Educativa San Antonio. (s.f.). Etapas de la investigación científica. <https://www.webcolegios.com/file/7da984.pdf>
- Mentes Abiertas. (2023, marzo 22). Método observacional en la investigación: Tipos y características. <https://www.mentesabiertaspsicologia.com/blog-psicologia/metodo-observacional-en-investigacion-tipos-y-caracteristicas>
- Módulo VI. (s.f.). Mejora de procesos y proyecto integrador. Minería: Lo que pasa en el mundo de la ingeniería. [https://www.campus-virtual.mineria.unam.mx/Mineria/Diplomados/LogisOpe/Documentos/M6\\_Tema\\_6.2\\_LyOpdf.pdf](https://www.campus-virtual.mineria.unam.mx/Mineria/Diplomados/LogisOpe/Documentos/M6_Tema_6.2_LyOpdf.pdf)
- Palabra Maestra. (s.f.). La importancia de estudiar los procesos técnicos para realizar un proyecto. <https://www.compartirpalabramaestra.org/actualidad/blog/la-importancia-de-estudiar-los-procesos-tecnicos-para-realizar-un-proyecto>
- QuestionPro. (s.f.). Habilidades de investigación: Cuáles son y beneficios. <https://www.questionpro.com/blog/es/habilidades-de-investigacion/>
- QuestionPro. (s.f.). Investigación científica: Qué es y pasos para realizarla. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-cientifica/>
- QuestionPro. (s.f.). Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Revencyt. (s.f.). Construcción del conocimiento desde la mirada del investigador: Premisas investigativas. <https://revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2023/11/Ed.64-199-212-Mesa-Nairobi.pdf>
- Sanjuán, L. D. (2011, enero 1). Textos de apoyo: Método clínico. Universidad Nacional Autónoma de México. [https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf](https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf)
- Santander Universidades. (2020, diciembre 28). La innovación de procesos como camino hacia el éxito. Open Academy. <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/innovacion-de-procesos.html>



## 100CIATEC

- Segovia, F. C. (s.f.). Elementos principales y características de la investigación científica. Taller de modalidades de graduación. <https://es.scribd.com/document/512473875/Elementos-principales-de-Investigacion-Cientifica>
- Stewart, L. (2024). Variables en la investigación: Tipos, definición y ejemplos. ATLAS.ti Research Hub. <https://atlasti.com/es/research-hub/variables-investigacion>
- Structuralia. (s.f.). Las fases de un proyecto de investigación a nivel profesional. <https://blog.structuralia.com/fases-del-proyecto>
- Tesis y Másters. (s.f.). Realización de método analítico. <https://tesisymasters.cl/metodo-analitico/>



# INNOVACIÓN Y MEJORA TECNOLÓGICA EN ALGORITMO DE CONTROL DE SENSORES Y MOTORES PARA UNA MAQUINA CORTADORA DE FOAM

Ramírez Berduzco, Fabian <sup>1</sup>, Pérez Hernández, Irma <sup>2</sup>, Barradas Troncoso, Dora S. <sup>3</sup>, Juárez Gómez, Guadalupe <sup>4</sup>, Nolasco Cruz, José <sup>5</sup>

1. Departamento de ingeniería mecánica, Universidad de Guanajuato, [faberduzco@ugto.mx](mailto:faberduzco@ugto.mx)
2. Facultad de ingeniería mecánica, Universidad Veracruzana, [irmaperez@uv.mx](mailto:irmaperez@uv.mx)
3. Facultad de administración, Universidad Veracruzana, [dbarradas@uv.mx](mailto:dbarradas@uv.mx)
4. Facultad de administración, Universidad Veracruzana, [gujuarez@uv.mx](mailto:gujuarez@uv.mx)
5. Departamento de ingeniería mecánica, Universidad de Guanajuato, [j.nolasco@ugto.mx](mailto:j.nolasco@ugto.mx)

Autor de correspondencia: [j.nolasco@ugto.mx](mailto:j.nolasco@ugto.mx)

**Resumen:** En este trabajo se muestra la aplicación e implementación de un algoritmo de control para la operación de motores a pasos y la programación de sensores de límite de carrera en un prototipo de maquina cortadora de foam desarrollada para una empresa pyme del sector de embalaje. La conceptualización y diseño del algoritmo permitió sincronizar los movimientos de los motores, garantizando cortes precisos, seguros y repetibles, al mismo tiempo que los sensores de limite actuaron como mecanismos de paro y retroceso en la operación de la maquina cortadora. La integración de tecnología y sistemas de control no solo optimizó los procesos de producción si no también redujo los errores (error  $\pm 4\%$ ) en los cortes de foam y aportó mayor confiabilidad al prototipo. Los resultados presentan la importancia de la incorporación de herramientas de automatización en PyMEs, impulsando la innovación tecnológica y la competitividad.

**Palabras Clave:** Control de motores, Maquina cortadora, Algoritmo de control, Automatización.

**Abstract:** This paper shows the application and implementation of a control algorithm for the operation of stepper motors and the programming of stroke limit sensors in a prototype foam cutting machine developed for an SME in the packaging sector. The conceptualization and design





of the algorithm allowed the synchronization of motor movements, ensuring precise, safe, and repeatable cuts, while the limit sensors acted as stop and reverse mechanisms in the operation of the cutting machine. The integration of technology and control systems not only optimized production processes but also reduced operating errors and contributed to greater reliability of the prototype. The results demonstrate the importance of incorporating automation tools in SMEs, driving technological innovation and competitiveness.

**Keywords:** Motor control, Cutting machine, Control algorithm, automation.

## **1. Introducción**

En la actualidad, el control y automatización en los procesos industriales juega una pieza clave tanto no solo para las grandes empresas, si no también, en pequeñas y medianas (PyMEs) que buscan áreas de oportunidad para modernizar sus procesos de manera accesible y eficiente (Mitsubishi Electric, 2015 Quinteros et al., 2020; Ultreras-Rodríguez et al., 2025). Las herramientas tecnológicas a las cuales se tienen acceso hoy en día permiten mejorar la productividad, la precisión y la seguridad en procesos productivos con recursos limitados (Antonio Barragán Martínez et al., 2023 & Reyes Castro, 2024).

La automatización de un proceso es asociada con la eliminación o disminución de la participación de la mano de obra humana en diferentes procesos productivos, tomando en cuenta la participación de sistemas mecánicos y eléctricos/electrónicos, entre otros (Antonio Barragán Martínez et al., 2023; Cruz Reyes, 2017; Dinesen et al., 2021; Núñez Zavala et al., 2025). Una pieza clave en la fabricación e implementación de nuevas tecnologías, es que los productos obtenidos del proceso deben contar con un valor económico mayor que el de los componentes empleados con la finalidad de ser competitivamente viable (Cegelski et al., 2019; Norton, 2009).

El polietileno expandido, o mejor conocido como “foam”, es un material que se emplea en diferentes sectores productivos, ya sea en tapicería, manufactura o mayormente en el embalaje, pero su corte de manera manual tiende a ser extenuante y tardado, perjudicando económicamente a las empresas, debido a su calidad y la eficiencia de su proceso.

Para facilitar el proceso, se diseñó una maquina cortadora automática de foam. Teniendo en cuenta que el diseño mecánico y los dispositivos electrónicos son fundamentales, la innovación más significativa radica en el desarrollo y la implementación de un algoritmo de control e interfaz y usuario, con la cual opera la máquina.



Para el desarrollo de este proyecto se utilizó una tarjeta embebida Arduino en el cual se implementó un algoritmo robusto que sincroniza y coordina dos motores a pasos en los procesos de alimentación de material y el mecanismo de corte de la cuchilla. Se emplearon motores a pasos debido a la alta precisión en su movimiento y su bajo costo de aplicación.

Además, se empleó una interfaz basada en una máquina de estados finitos (FSM), con la finalidad de facilitar la interacción con el usuario, la cual se visualiza mediante una pantalla LCD. Este trabajo se enfoca en presentar la implementación del algoritmo de control y la interfaz basada en FSM, subrayando como estas estrategias tecnológicas bien estructuradas pueden ayudar a impulsar la competitividad de las PyMEs en el ámbito manufacturero.

## 2. Desarrollo

### 2.1 Materiales.

Los materiales empleados en el proceso de control de la máquina son los siguientes:

- 2 motores a pasos NEMA 17 de 200 ppr, para los movimientos de alimentación y corte;
- 2 drivers TB6600, para el control de velocidad y dirección de los motores;
- 2 interruptores de límite, que le indican al motor de corte cuándo detener su movimiento y cambiar la dirección de giro;
- 1 tarjeta embebida Arduino, como el controlador principal del sistema;
- 1 display LCD de 16x2 con módulo I2C, que muestra una interfaz al operador; y
- 2 encoders rotativos con pulsador, para que el operador pueda interactuar con la interfaz y las funciones de la máquina.

### 2.2 Metodología:

La máquina cuenta con dos tipos de movimientos: un movimiento de alimentación, que se encargará de desplazar el material con las dimensiones deseadas por el operador para posicionarlo sobre el riel de corte, y un movimiento de corte, donde se desplaza una navaja con ayuda de una banda, desde un extremo de la máquina al otro, y viceversa. Los motores a pasos reciben este nombre debido a que, en cada señal de pulso, el eje del motor da un paso o un pequeño giro, que en este caso es de  $1.8^\circ$  o, dicho de otra forma, el motor necesita dar 200 pasos para completar una vuelta de su eje. Se puede resolver, por medio de software, el control del motor con un sencillo algoritmo (Figura 1).



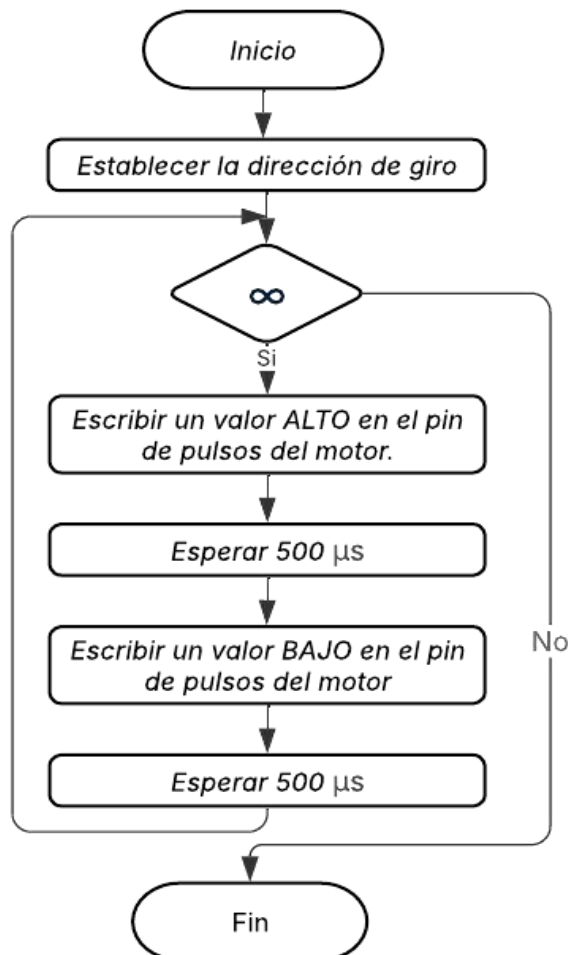


Figura 1. Algoritmo de control para giro de motor por tiempo  
Fuente: Elaboración propia

El algoritmo que se muestra en la Figura 1 hará girar al motor por un tiempo indefinido, donde cada vuelta del bucle es un pulso rectangular que se traduce como un paso del eje. Sin embargo, para los movimientos de alimentación y de corte no es útil que los motores giren para siempre; se necesitaría una condición diferente. En el caso del movimiento de alimentación, depende completamente de la geometría del rodillo que desplazará el material para definir la cantidad de pasos del motor. El algoritmo que describe el funcionamiento se muestra a continuación (Figura 2), donde se obtiene una equivalencia en pasos, en función de la distancia de material deseada y del diámetro del rodillo que estará girando con el motor.



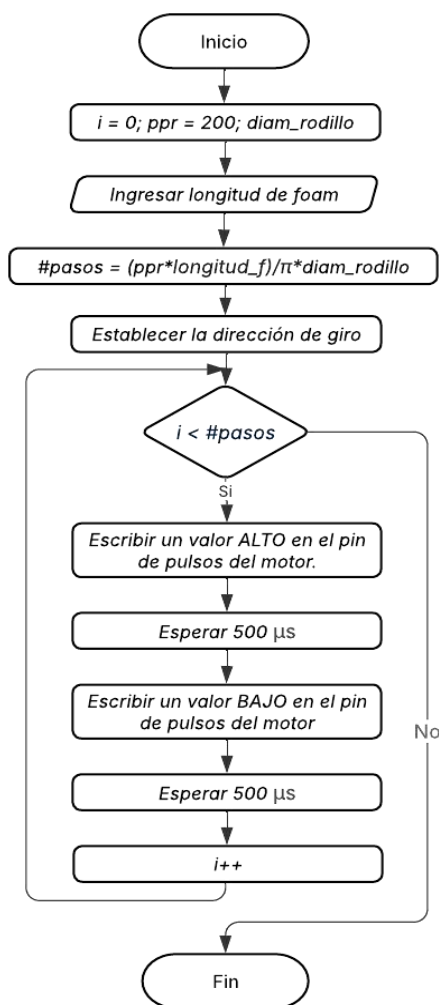


Figura 2. Algoritmo de control empleado en el motor a pasos de alimentación de material.  
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el movimiento de corte está condicionado por los sensores de límite instalados en la máquina. En el momento en que el sensor de límite sea presionado por la estructura de la cuchilla, el motor se detendrá; mientras no sea así, el motor seguirá girando. Finalmente, el algoritmo de corte queda definido por un movimiento coordinado entre ambos motores. El hecho de que la navaja pueda cortar en una sola dirección provoca que ésta deba desplazarse desde su punto de origen hacia el extremo opuesto y de regreso, para realizar un único corte. El motor de alimentación desplaza el material y se repite el proceso.



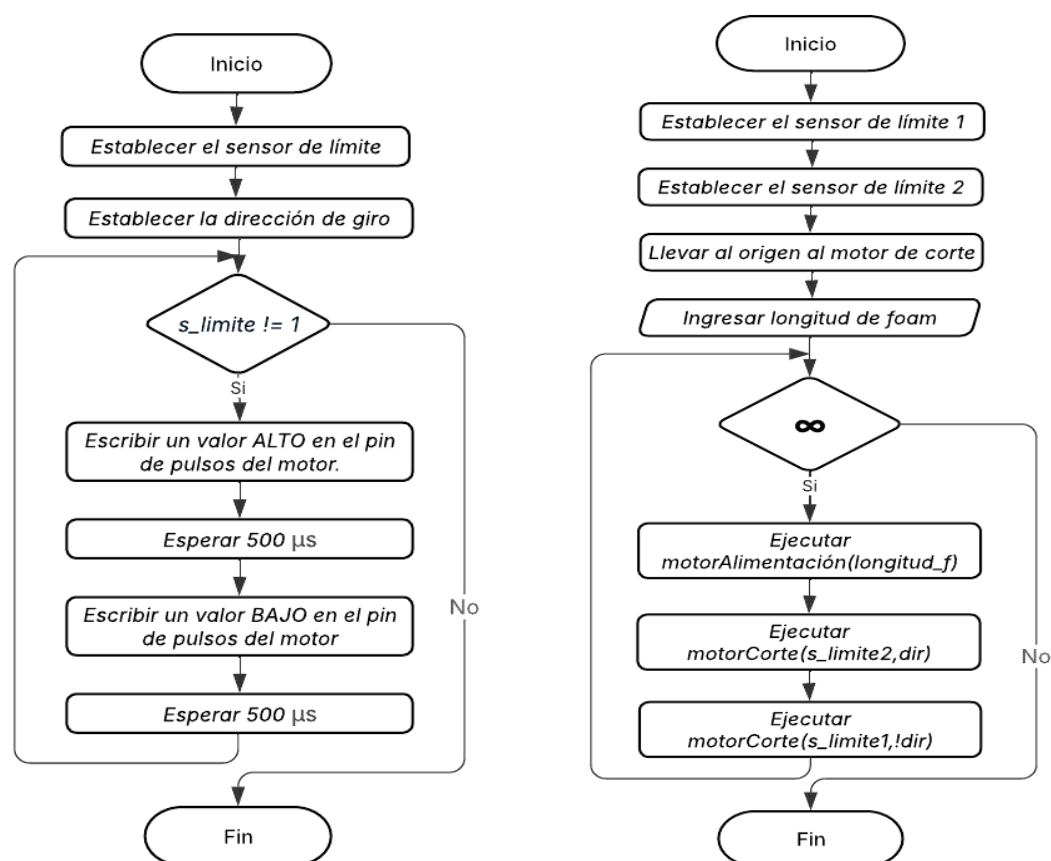


Figura 3.- Algoritmos empleados en la coordinación de los motores.  
Fuente: Elaboración propia

### 2.2.1 Interfaz de usuario y programa principal

Una vez desarrollado el proceso de corte del material, se pensó en el programa principal que la máquina ejecutaría; una interfaz con la que el operador pudiese ingresar una cierta longitud de foam, iniciar y detener la máquina desde un panel de control. El diseño de este programa principal se fundamenta en el modelo de una máquina de estados finitos, donde se describe el sistema con un número limitado de estados posibles y las transiciones entre ellos, provocadas por eventos. Estos eventos son generados por el encoder rotativo del panel de control. En el gráfico siguiente, se presenta la máquina de estados establecida para esta aplicación (Figura 4).



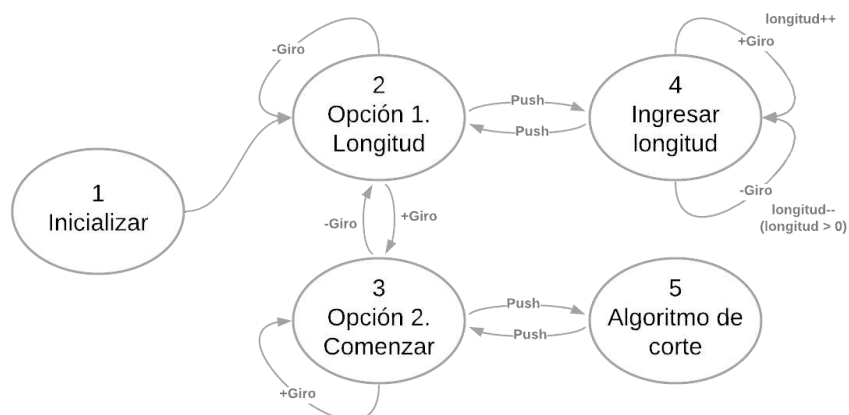


Figura 4. Máquina de estados para la operación de la interfaz.  
Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Figura 4, se definieron 5 estados donde la máquina puede operar:

1. **Inicializar.** En este estado, se inicializan todas las variables del programa y se configuran los pines de entrada y salida del microcontrolador, además de algunas funciones de los sensores de límite, el encoder y la pantalla LCD.
2. **Opción 1. Longitud.** En este estado, se muestra en pantalla la primera opción del menú de la máquina, donde se puede acceder al estado de “Ingresar Longitud”, o desplazarse al estado de “Opción 2. Comenzar”.
3. **Opción 2. Comenzar.** En este estado, se muestra en pantalla la segunda opción del menú de la máquina, donde se puede acceder al estado de “Algoritmo de Corte”, o desplazarse al estado de “Opción 1. Longitud”.
4. **Ingresar Longitud.** En este estado, el operador puede definir la longitud de foam deseada para cortar, en incrementos y decrementos de 0.2 cm con el giro del encoder.
5. **Algoritmo de Corte.** En este estado, se ejecuta el algoritmo de corte que se describió anteriormente, y puede interrumpirse por la acción de *push* del encoder.

Los eventos que permiten la transición entre los estados son el giro y el *push button* del encoder. La implementación de un evento que detiene la actividad normal de la tarjeta embebida Arduino para ejecutar una función especial asociada al evento, se conoce como interrupción. Cuando la ejecución de esta función especial finaliza (llamada *Interrupt Service Handler* o ISH), el procesador vuelve tranquilamente al punto donde fue interrumpido y sigue con lo que estaba

como si no hubiese pasado nada. De manera algorítmica, el completo funcionamiento de la cortadora se representa con el siguiente diagrama de flujo (Figura 5).

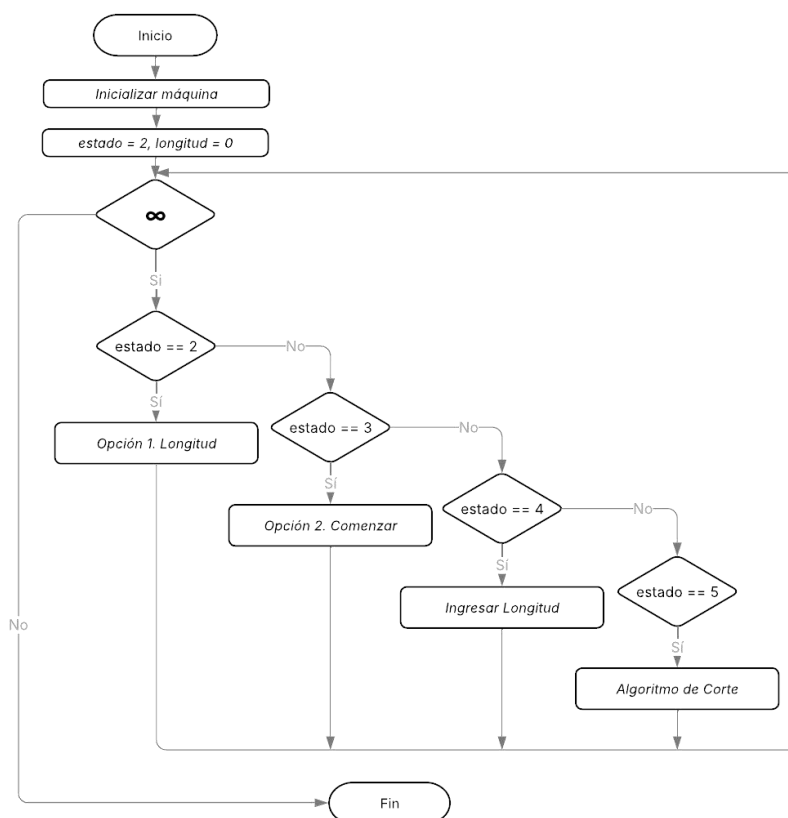


Figura 5. Diagrama de flujo de operación de la máquina  
Fuente: elaboración propia.

### 3. Resultados

Las pruebas de validación se llevaron a cabo en condiciones de laboratorio, se utilizaron rollos de foam de diferentes longitudes (0.20x55m y 0.43x55m). Los ensayos tuvieron como objetivo comprobar y verificar la precisión y exactitud de los cortes, repetitividad y facilidad de su operación.

#### 3.1 Funcionamiento del algoritmo

El algoritmo que se implementó en la tarjeta embebida Arduino mostró un comportamiento estable durante los ensayos, ya que, logró la coordinación de los motores a pasos. Se realizaron ensayos de movimiento continuo y con tiempo determinado verificando la relación entre el número de pulsos programados y el desplazamiento mecánico real, dentro de los cuales se encontró un error despreciable ( $\pm 4\%$ ). Posteriormente, en la operación combinada de



alimentación y corte, la maquina cortadora reaccionó de manera confiable a las señales programadas en los sensores de limite, deteniendo la cuchilla y ejecutando el corte de forma satisfactoria.

### 3.2 Interfaz de usuario

La interfaz de desarrollada permitió al operador de la maquina interactuar de manera amigable con el sistema interno programado. Durante los ensayos, el usuario, sin experiencia previa, lograron ingresar longitudes de corte y operar la maquina con una sola instrucción de operación. El control implementado en el encoder rotativo con pasos de 0.2 cm, mostró ser eficiente para las aplicaciones prácticas de cortes de foam, y el display LCD permitió al operador tener una mejor interacción con el sistema. Además, el algoritmo empleado por medio de FSM evitó errores entre las transiciones de programación de cortes, facilitando su operatividad (Figura 6).



Figura 6. LCD que muestra interfaz de usuario.  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Repetitividad de la maquina cortadora

En la etapa de pruebas se realizaron, 3 cortes consecutivos, y se obtuvo una variación máxima de  $\pm 0.9\text{mm}$ , lo cual está dentro de los parámetros de aceptación. Con este nivel de repetitividad se aseguró que la maquina pueda ser empleada en procesos de producción repetitivos (Figura 7).





Figura 7. maquina cortadora prototipo.  
Fuente: elaboración propia.

#### 4. Conclusiones

El desarrollo e implementación del algoritmo de control al igual que la interfaz de usuario, permitió dar una solución eficiente y accesible para el proceso de transformación de foam para la empresa MACANDEGA empaques. La aplicación de motores a paso, interruptores límites y una interfaz de operación sencilla, resultó ser un sistema de alta confiabilidad para la operación de la maquina cortadora.

Este trabajo cumple con el objetivo de como un diseño sencillo combinado de un algoritmo bien implementado pueden representar un valor agregado en la fabricación de maquinaria de costo accesible. Este proyecto abre la posibilidad de mejoras con la incorporación de otras funciones más actualizadas, siendo estas; programación de procesos de corte, comunicación vía inalámbrica o inclusive una integración con los sistemas de control de una producción en cadena.

Por último, se concluye que el mayor aporte del proyecto es la innovación tecnología alcanzada en la implantación del algoritmo de control en el microcontrolador Arduino, el cual facilito la operación de la máquina.

#### 5. Agradecimientos

Se extiende un especial agradecimiento a la empresa “MACADENGA empaques” por el financiamiento de este proyecto.



## 6. Referencias

- Antonio Barragán Martínez, L., Acero Comercial Ecuatoriano, I. S., & Austin Zaldivar Almarales, D. (2023). Process automation in the industry 4.0. *Revista de Investigación Formativa: Innovación y Aplicaciones Técnico-Tecnológicas*, 5(1), 51–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.34070>
- Cegelski, C. D., Katogui, S. E., Stoisa, H. A., Corrado, L. J., & Nuñez, M. F. (2019). *Sistemas de Control: La automatización como el motor del desarrollo*. Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Misiones. [www.editorial.unam.edu.ar](http://www.editorial.unam.edu.ar)
- Cruz Reyes, G. (2017). *Automatización de estación para remacho de componentes*. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial.
- Dinesen, P. J., Luis, A., & Yáñez, N. (2021). *El Impacto de la Automatización y las Nuevas Tecnologías en la Evolución del Empleo en Inditex*. Universidad Pontificia.
- Mitsubishi Electric. (2015). *El libro de la automatización*. Mitsubishi Electric.
- Norton, R. L. (2009). *Diseño de Maquinaria* (García García Edmundo, Ed.; Murrieta Murrieta Jesús E., Trans.; 4th ed.). Mc Graw Hill.
- Núñez Zavala, C. X., Zabala Aguiar, L. A., Sánchez Muyulema, L. M., & Chamba Cruz, J. I. (2025). Automatización industrial: estructura, programación y aplicaciones con PLCs. In *Automatización industrial: estructura, programación y aplicaciones con PLCs*. Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador. <https://doi.org/10.33996/cide.ecuador.ae2679321>
- Quinteros, P. A., Calero Zurita, M., Zambrano, N. C., & Lapo Manchay, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Journal of Business and entrepreneurial* Julio-Diciembre, 4, 124–130. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.82>
- Reyes Castro, A. M. (2024). *Implementación de un sistema automatizada para la mejora y control de la producción en el área de operaciones en una empresa cartonera*. Strang Communications Company.
- Ultreras-Rodríguez, A., De La Paz-Rosales, M. T. de J., Santana-Alaniz, J. D., & Ramírez-Ortega, A. G. (2025). Inteligencia artificial y su impacto en la automatización del trabajo en México. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 10(19), 4–25. <https://doi.org/10.35381/r.k.v10i19.4364>



# JÓVENES DE HOY, ENFRENTÁNDOSE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN BUSCA DE EMPLEO.

Magaña Castellanos Daniela<sup>1</sup>

1. Licenciatura de Contador Público, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan. [danielamagana@smartin.tecnm.mx](mailto:danielamagana@smartin.tecnm.mx)

**Resumen.** En la actualidad que vivimos, la inteligencia artificial (IA) es el principal tema tecnológico que está dando paso a la transformación y automatización dentro de las universidades y en el mercado laboral. El presente artículo analiza los retos y desafíos a los que se enfrentan los jóvenes de hoy en el momento de buscar empleo en un contexto donde la tecnología automatiza las tareas diarias mediante habilidades digitales y esto permite realizar cambios en las variadas profesiones existentes hoy en día. Es de bien conocimiento que la Inteligencia Artificial generará nuevas oportunidades de áreas laborales, así mismo, hay que considerar que existe desconocimiento y desigualdad del tema, lo cual exhorta y reclama una adaptación e incorporación rápida por parte de los jóvenes en busca de empleo en el mercado laboral. A lo anterior se exhorta a la incorporación del tema de Inteligencia Artificial en la educación actual, así como a la tecnología, para formar un futuro laboral justo e inclusivo.

**Palabras clave.** Automatización, Desigualdad, Educación, Empleo, Habilidades Digitales, Inteligencia Artificial, Jóvenes, Mercado Laboral.

**Abstract.** In the current times we live in, artificial intelligence (AI) is the main technological topic that is giving way to transformation and automation within universities and in the labor market. This article analyzes the challenges faced by today's young people when looking for a job in a context where technology automates daily tasks through digital skills and this allows us to make changes in the various professions existing today. It is well known that Artificial Intelligence will generate new opportunities in labor areas, likewise, it must be considered that there is ignorance and inequality of the subject, which urges and calls for rapid adaptation and incorporation by young people seeking employment in the labor market. This calls for the incorporation of the topic



of Artificial Intelligence in current education, as well as technology, to form a fair and inclusive labor future.

**Keywords.** Automation, Inequality, Inequality, Education, Employment, Digital Skills, Artificial Intelligence, Youth, Labor Market.

## 1. Introducción

Los jóvenes de hoy se enfrentan a un reto muy grande llamado Inteligencia Artificial (IA), y esto recae sobre todo aquellos que están por egresar del nivel superior y tienen como objetivo primordial la incorporación en su contexto al ámbito laboral.

Al hablar de Inteligencia Artificial se debe considerar que el tema se remonta a la década de 1960, cuando surgieron los primeros sistemas de ayuda inteligentes, los cuales fueron diseñados para ayudar en instrucciones personalizadas a los estudiantes y, permitía ser adaptada a las necesidades individuales y estilos de aprendizaje en aquel tiempo.

La llegada de la inteligencia artificial (IA) en el contexto educativo, productivo y laboral, paso de ser una idea del futuro hace tiempo, para convertirse en la actualidad en una realidad incambiable, la cual trae consigo una transformación en varios aspectos referentes a la forma de vivir, de aprender y de trabajar. Los beneficios de la llegada de la Inteligencia Artificial son evidentes, lo cual representa inevitablemente involucrase en importantes retos y desafíos, los cuales recaen principalmente en los jóvenes de hoy, aquellos que están concluyendo su etapa de nivel superior, mismos que se enfrentaran a busca de trabajo en el mercado laboral por primera vez.

Al surgir la Inteligencia Artificial (IA) trae consigo interrogantes que invaden a los jóvenes, debido a que tal transformación representa para ellos tanto una amenaza, por un lado, como una oportunidad por el otro, ya que prácticamente aplica para todos los sectores productivos y ha traído consigo un cambio de modelo en el mundo del empleo.

Es de suma importancia considerar que los empleos tradicionales están desapareciendo debido a la automatización; al mismo tiempo surgen nuevas carreras profesionales vinculadas a las nuevas tecnologías, y precisamente es el caso de la Inteligencia Artificial (IA).

El presente artículo busca analizar cómo la Inteligencia Artificial (IA) está influyendo gradualmente a los jóvenes de hoy en la incorporación al empleo productivo, así mismo; como



dar batalla a la realidad para afrontar los retos y desafíos a los que se enfrentan los jóvenes recién egresados en busca de empleo. Por lo anterior se puede mencionar que se encuentran con desigualdades en conocimientos de Inteligencia Artificial (IA), ya que como es sabido, este tema surgió tan rápido que en los programas de estudio no se encuentra contemplado y la falta de capacitación por parte de las instituciones educativas referente al tema de tecnologías emergentes podría dejar obsoletos de conocimientos a muchos jóvenes profesionales, lo cual genera una ruptura significativa en el mercado laboral cuando estén en busca de empleo. Lo anterior mencionado podría generar en los jóvenes la incertidumbre sobre su futuro laboral al considerar que estudiaron en vano su carrera y, por otra parte; el miedo al desempleo.

La introducción de la Inteligencia Artificial (IA) a nivel global ha venido a transformar el entorno laboral, ya que habrá jóvenes que lo vean como su avance para nuevas oportunidades y mejoras en la eficiencia de su contexto laboral y otros lo contemplen como una amenaza por la falta de conocimientos y actualización para conseguir empleos actuales y no tradicionales. Cabe mencionar que la Inteligencia Artificial (IA) presenta una desventaja notable, ya que existirá desplazamiento laboral principalmente, ya que la automatización permite que las máquinas realicen tareas que pondrán en riesgo algunos empleos humanos, los cuales se volverán obsoletos e innecesarios.

Otro factor importante es la resistencia al cambio sobre todo en las personas adultas, pero cabe mencionar que los jóvenes de hoy tienen la habilidad y capacidad de adaptarse de manera muy rápida a los cambios y desafíos tecnológicos significativos, lo que permite que surja un abanico muy amplio de oportunidades relevantes para los aquellos que pretendan sobresalir y, contar con competencias que les exige el contexto laboral para la nueva forma de incorporarse al mundo laboral. Por lo antes mencionado, es importante que los jóvenes consideren como suma importancia la inversión personal en capacitación en el tema de Inteligencia Artificial (IA) para el desarrollo de habilidades y mantenerse al día con los cambios actuales.

La Inteligencia Artificial (IA) por otro lado, promueve y activa la innovación empresarial, lo cual permite cambios considerables en distintos sectores como son la creación de nuevos productos y servicios, de igual manera permite un alto nivel de velocidad y precisión, obteniendo resultados más seguros. Por último, es relevante mencionar que la Inteligencia Artificial (IA) trae consigo riesgos en lo que verán involucrados los jóvenes de hoy, por mencionar algunos que con seguridad se presentarán estaría el adquirir la dependencia excesiva de herramientas automatizadas y la falta de habilidades de pensamiento crítico.



## **2. Delimitación Textual (Marco de Referencia)**

El contexto del estudio relacionado con el desarrollo de esta investigación fue vinculado directamente con alumnos de la carrera de Contabilidad del 5º semestre, partiendo de que el conocimiento con el que actualmente cuentan los estudiantes es poca o nula sobre el tema de IA, y que a su vez este mismo está influyendo gradualmente en la incorporación al empleo, se debe analizar cómo dar batalla a la realidad para que los egresados en su momento de este instituto puedan afrontar los nuevos desafíos a los que se enfrentaran en busca de empleo. Por lo anterior se puede comentar que se encuentran con una enorme desigualdad en conocimientos de Inteligencia Artificial (IA). También como es de conocimiento el presente tema emergió tan rápido, que en los programas de estudio actuales no se encuentra contemplado, así como también cabe mencionar que la falta de capacitación por parte de las instituciones educativas referente al tema de tecnologías emergentes podría dejar obsoletos de conocimientos a muchos jóvenes profesionales hoy en día.

La metodología aplicada se centró en el método de investigación cuantitativo, considerado como una estrategia científica que se enfoca en la recopilación de información expresada en datos numéricos que permite por un lado identificar patrones y por otra parte generalizar resultados, así mismo, permite analizar el tema o un objeto de estudio teniendo en cuenta que sus características pueden ser medibles.

## **3. Desarrollo**

La presente investigación tiene como finalidad mostrar el desafío al que se encuentran los jóvenes de hoy en busca de la incorporación en el mercado laboral, el cual se encuentra en una etapa de transformación tecnológica muy acelerada. Hay que considerar que ciertas actividades que a la fecha son muy constantes como el procesamiento de datos básicos y ciertas funciones totalmente administrativas están siendo reemplazadas actualmente por sistemas inteligentes como lo es la IA. Lo anterior afecta e impacta directamente a los jóvenes de hoy que están por concluir su etapa profesional y están en planes de buscar su primer empleo y al mismo tiempo les casusa incertidumbre y desventaja para competir.

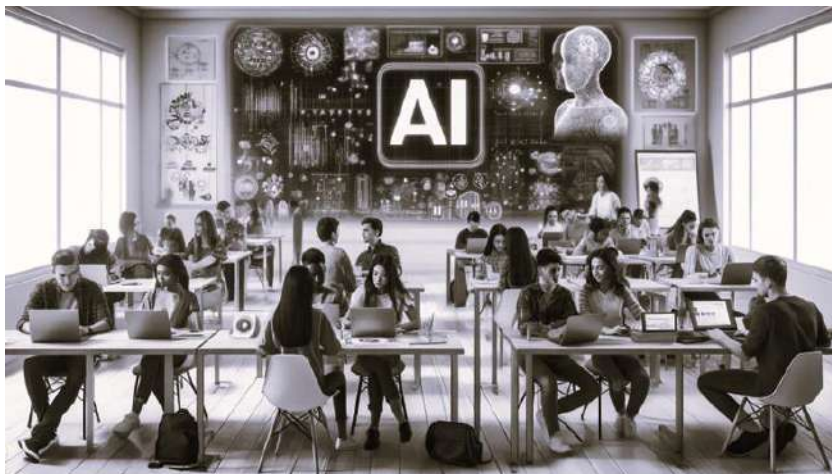
Es un hecho irremplazable que la Inteligencia Artificial (IA) está transformando el sector laboral, generando tipos de empleos diferentes a los actuales, y al mismo tiempo robotizando y automatizando tareas que eran rutinarias. Sin embargo, la IA también ha abierto nuevas oportunidades a profesiones que ya se encuentran en las universidades como lo son analista de





datos o técnico en automatización, desarrollador de algoritmos, analista digital, mismas que son cada vez más demandadas, etc.

Los jóvenes que se encuentran terminando su etapa profesional se sienten con incertidumbre y en desventaja con esta aplicación tecnológica, ya que este cambio se está dando actualmente de la noche a la mañana como un boom para todo, lo cual les genera una



dificultad para encontrar empleo, ya que primero tendrán que actualizarse en el tema, lo cual provocará posiblemente que se tomen más tiempo en incorporarse al mercado laboral. Lo anterior presionará a los jóvenes de hoy a tener de una formación especializada en habilidades digitales relacionadas a su carrera, y es aquí donde surge uno de los principales retos ya que no todos los jóvenes tienen la posibilidad o el acceso a la educación con los recursos tecnológicos necesarios e indispensables para adquirir estas competencias.

Es de suma importancia mencionar que existe una grieta muy marcada por la desigualdad social y económica, lo cual genera una limitación digital para las oportunidades laborales de quienes viven en contextos vulnerables; así mismo, la poca integración actualmente de la Inteligencia Artificial (IA) en planes escolares de los niveles superiores empeoran el problema.

Por otro lado, también hay que mencionar que los beneficios de la Inteligencia Artificial (IA) ofrece utilidades en varios ámbitos, la automatización de procesos hasta el progreso y perfeccionamiento en sectores como lo son la salud; así mismo otras ventajas que trae consigo es la eficiencia y productividad, la personalización de servicios, la reducción de errores, y la posibilidad de disminuir a las personas de actividades o labores repetitivas para centrarse en actividades más creativas o estratégicas.

El avance tecnológico ha cambiado al sector laboral a lo largo de la historia humana. Como bien es conocido, muchas profesiones que en su momento fueron esenciales han ido desapareciendo con el paso del tiempo por completo, mientras que otras han evolucionado para adaptarse a los



nuevos tiempos y contextos actuales. Actualmente, nos encontramos en un punto de inclinación en el que el avance de la Inteligencia Artificial (IA) y la digitalización está reforzando la situación laboral. Por otra parte, no hay que dejar a un lado mencionar que hay cualidades humanas que la IA nunca podría reemplazar como los son la empatía, la intuición, la ética y la creatividad, mismas que son capacidades que por siempre seguirán siendo fundamentales en la mayoría de las profesiones y por mencionar algunas esta la docencia, el arte, la salud, etc.

La Inteligencia Artificial trae consigo la desaparición de algunas profesiones actuales, según un estudio del Foro Económico Mundial, se espera que en 2030 el 80% de las profesiones actuales desaparezcan. Al mismo tiempo se espera que los puestos de especialistas en IA y aprendizaje automático, analistas y científicos de datos y especialistas en transformación digital crezcan rápidamente.

El Informe sobre el Futuro del Empleo 2023 del Foro Económico Mundial señala que los especialistas en IA y aprendizaje automático, los analistas y científicos de datos y los especialistas en transformación digital son las funciones emergentes más destacadas. Prevé un salto del 40% en el número de especialistas en IA y aprendizaje automático para 2027, un aumento del 30-35% en la demanda de funciones como analistas y científicos de datos o especialistas en big data, y un aumento del 31% en la demanda de analistas de seguridad de la información. Esto añadiría un total de 2,6 millones de puestos de trabajo. Por otro lado, se considera probable que algunos empleos disminuyan rápidamente debido a la IA. Se trata sobre todo de funciones administrativas o de secretaría, como cajeros de banco y empleados de entrada de datos. Éstos son los 10 empleos que, según el Foro, crecerán y disminuirán más rápidamente en los próximos cinco años:

Todo esto está llevando a las empresas a replantearse sus prioridades a la hora de formar al personal para trabajar con IA y big data. Es la prioridad número tres en las estrategias de formación de las empresas hasta 2027, y el número uno para las empresas con más de 50,000 empleados, según el Informe sobre el Futuro del Empleo 2023. (Weforum, 2023)

Según el Informe sobre el futuro del empleo, se espera que la inteligencia artificial sea adoptada por casi el 75% de las empresas encuestadas y que provoque una elevada rotación de personal: el 50% de las organizaciones cree que provocará un crecimiento del empleo y el 25% piensa que creará pérdidas de puestos de trabajo.

(Weforum, 2023)





### Cuarta Revolución Industrial

Por otra parte, en su publicación Mónica Ramírez Panduro (Panduro, 2025) en su foro de comunicación blog denominado evolución tecnológica transformación mundo laboral menciona, que actualmente “Estamos viviendo lo que muchos expertos denominan la **Cuarta Revolución Industrial**, caracterizada por el uso de la inteligencia artificial, el 5G y la digitalización masiva. Si comparamos con las revoluciones industriales anteriores, podemos ver que cada una ha traído grandes avances:

- Primera Revolución Industrial: Uso del carbón, mecanización y telar mecánico.
- Segunda Revolución Industrial: Uso de la electricidad, el motor de combustión y el teléfono.
- Tercera Revolución Industrial: Aparición de internet, computación y telecomunicaciones.
- **Cuarta Revolución Industrial:** IA, automatización, 5G y digitalización global.

Este cambio está dando lugar a nuevas oportunidades laborales. Según el Foro Económico Mundial, los trabajos más demandados en el 2027 serán:

1. Especialista en inteligencia artificial
2. Especialista en sostenibilidad ambiental
3. Analista de inteligencia comercial
4. Analista de seguridad de la información
5. Ingeniero fintech
6. Científico de datos
7. Ingeniero en robótica
8. Ingeniero en electrotecnología
9. Operador de equipos agrícolas avanzados
10. Especialista en transformación digital

Lo anterior muestra el gran desafío al que se enfrentaran los jóvenes de hoy, próximos a egresar de su carrera profesional e iniciar la búsqueda de incorporarse al sector de empleo formal, lo cual trae consigo preocupación a quienes están concluyendo carreras que posiblemente desaparezcan por la presencia de la Inteligencia Artificial (IA).

Es importante recalcar que para involucrarse en la Inteligencia Artificial (IA), no se es necesario estudiar forzosamente una ingeniería para estar en contacto con la tecnología, ya que incluso



profesiones tradicionalmente alejadas de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (Science, Technology, Engineering and Mathematics\_STEM) como la contabilidad, la administración, el derecho o el marketing, requieren conocimientos tecnológicos para ser competitivas. Por lo anterior, se atribuye a que los jóvenes de hoy que están a punto de egresar de cualquier carrera profesional consideren seriamente que la clave está en preocuparse en como prepararse para el futuro, así como el deseo de superación personal y profesional para aprender a adaptarse a las nuevas exigencias tecnológicas y al mismo tiempo tenerla como una aliada para lograr sus objetivos en el sector laboral.

Los jóvenes de hoy ante la presencia de la Inteligencia Artificial deberán para prepararse en el futuro, y para ello es importante que consideren que el pensamiento crítico sigue siendo tan necesario ya que la capacidad de resolver problemas va a ser más valiosa que la memorización de información, también deberán aprender más acerca de programación con la finalidad de entender los algoritmos o procesos que pueden ser la clave para cualquier carrera, de igual forma ser innovadores y estar dispuestos a aprender ya que el mundo cambia de manera acelerada y la flexibilidad es una ventaja. Como bien se ha mencionado la Inteligencia Artificial (IA) hay que verla no como una amenaza, sino como una oportunidad más aprovecharla.

A medida que la Inteligencia Artificial (IA) continúa transformando el contexto laboral, los jóvenes de hoy así como las personas interesadas, deben aprender a adaptarse para seguir siendo sobresalientes y competitivas en sus carreras profesionales. Esto puede traer consigo tomar cursos, asistir a talleres u obtener certificaciones en estos campos. Otra forma de adaptarse es aprovechando las oportunidades que presenta la IA, ya que lleva consigo cómo utilizarla para añadir el talento humano, las capacidades de este y así trabajar de manera más eficiente, lo cual también implica aprender a laborar con distintas herramientas y tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) para obtener mejores resultados.

### **Inteligencia Artificial en la Educación**

En lo que respecta a la Inteligencia Artificial en la Educación, de acuerdo con publicación de la UNESCO (UNESCO, 2023), la Inteligencia Artificial (IA) proporciona el potencial necesario para abordar algunos de los desafíos mayores de la educación actual, innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje y acelerar el progreso para la consecución del ODS 4 (Objetivo de Desarrollo Sostenible). Sin embargo, los rápidos desarrollos tecnológicos conllevan inevitablemente múltiples riesgos y desafíos, que hasta ahora han superado los debates políticos



y los marcos regulatorios. La UNESCO se compromete a apoyar a los Estados Miembros para que saquen provecho del potencial de las tecnologías de la IA con miras a la consecución la Agenda de Educación 2030, al tiempo que vela por que su aplicación en contextos educativos responda a los principios básicos de inclusión y equidad.

El mandato de la UNESCO exige intrínsecamente un enfoque de la IA centrado en el ser humano. Su objetivo es incluir el papel desempeñado por la IA en la solución de las desigualdades actuales en materia de acceso al conocimiento, la investigación y la diversidad de las expresiones culturales, y garantizar que la IA no se amplíe la brecha tecnológica dentro de los países y entre ellos. La promesa de la “IA para todos” debe permitir que cada cual pueda sacar provecho de la revolución tecnológica en curso y acceder a sus frutos, fundamentalmente en términos de innovaciones y conocimientos.

En el marco del Consenso de Beijing, la UNESCO ha elaborado la publicación Inteligencia artificial: guía para las personas a cargo de formular políticas, para fomentar la preparación de los responsables de formular políticas educativas en materia de inteligencia artificial. Su objetivo es favorecer la comprensión compartida de las oportunidades y desafíos que la IA proporciona a la educación, así como sus implicaciones para las competencias básicas necesarias en la era de la IA. La UNESCO también publicó Marcos de competencias en materia de IA de la UNESCO para estudiantes y docentes con el fin de orientar a los países a la hora de ayudar a los estudiantes y docentes a comprender el potencial y los riesgos de la IA.

Por otra parte, cabe mencionar que algunos de los riesgos de Inteligencia Artificial en la educación conllevan a que el ser humano tenga una dependencia excesiva de herramientas automatizadas, lo cual provoca la falta de desarrollo de habilidades críticas (pensamiento crítico). También provoca Dependencia y pérdida de habilidades para realizar determinadas tareas como lo es la redacción de textos, resolución de problemas, capacidad de análisis y creatividad de los estudiantes; así mismo, también influye en gran medida en el *Impacto en el empleo* ya que la automatización impulsada por la IA podría afectar a ciertos roles laborales en el sector educativo, especialmente en áreas administrativas y de apoyo.

No hay que dejar a un lado que la IA también trae consigo el riesgo de la Interacción humana y desarrollo emocional ya que puede disminuir en gran proporción la relación humana en el aula, lo que podría influir negativamente el desarrollo emocional y social de los estudiantes.



Los riesgos de la inteligencia artificial (IA) en conclusión se han vuelto un tema cada vez más recurrente y relevante dado que estas tecnologías llegaron para quedarse y están presentes de mil maneras en la vida diaria y por obvias razones se encuentran presentes en el rol del sector laboral para las nuevas generaciones de jóvenes que se verán involucrados en sus trabajos actuales.

### **Ética de la Inteligencia Artificial (IA)**

En noviembre de 2021, la UNESCO elaboró la primera norma mundial sobre la ética de la IA: la "Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial". Es aplicable a los 194 Estados miembros de la UNESCO.

La protección de los derechos humanos y la dignidad es la piedra angular de la Recomendación, basada en el avance de principios fundamentales como la transparencia y la equidad, recordando siempre la importancia de la supervisión humana de los sistemas de IA.

Sin embargo, lo que hace que la Recomendación sea excepcionalmente aplicable son sus amplios ámbitos de acción política, que permiten a los responsables políticos traducir los valores y principios fundamentales en acciones con respecto a la gobernanza de datos, el medio ambiente y los ecosistemas, el género, la educación, la investigación, la salud y el bienestar social, entre otros muchos. (Ramos, 2021)

Por último, es importante mencionar que existe una gran preocupación en el sentido de que la privacidad y la seguridad también son de suma importancia con respecto al impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la fuerza laboral ya que a medida que la avanza, es importante asegurar que los datos personales estén protegidos y que los sistemas de IA estén protegidos contra los ciberataques.

De acuerdo con lo publicado por McKinsey & Company (McKinsey, 2025), 'La brecha de la IA es mayor de lo que pensábamos', la inteligencia artificial no llegará: ya está aquí. Y según el último informe de McKinsey sobre inteligencia artificial para 2025, la brecha entre quienes la usan y quienes no está creciendo a un ritmo alarmante.

La Inteligencia Artificial está cambiando el mercado laboral, creando nuevos tipos de empleos y mejorando los existentes. A medida que la IA continúa desarrollándose y evolucionando, es importante comprender cómo está impactando el mercado laboral, los tipos de nuevos empleos



que están surgiendo y el impacto potencial en las tasas de desempleo y la economía en su conjunto.

Según un informe de McKinsey & Company, se espera que la IA cree entre 20 y 50 millones de nuevos empleos en todo el mundo para 2030. Estos nuevos empleos se producirán en una variedad de industrias, incluidas la atención médica, la manufactura y las finanzas. (Institute, Impacto de la IA en el empleo, 2024)

Según informe The Adecco Group Institute, si bien algunas industrias pueden experimentar un importante desplazamiento de empleos, se espera que la economía se beneficie de una mayor productividad y producción. A medida que la IA continúa evolucionando, es fundamental comprender su impacto en el empleo y la economía.

La Inteligencia Artificial está transformando rápidamente la fuerza laboral, y ya se observan cambios significativos en el mercado y el panorama laborales. A medida que la IA continúa desarrollándose y evolucionando, las empresas y los trabajadores deben adaptarse para seguir siendo competitivos y eficientes. Exploraremos cómo la IA está afectando a la fuerza laboral, cómo puede ayudar a los trabajadores y las empresas a ser más eficaces, y los posibles beneficios y desventajas de implementar la Inteligencia Artificial a mayor escala. (Institute, 2024)

Según un informe del Foro Económico Mundial, para 2025, la IA habrá desplazado 75 millones de puestos de trabajo en todo el mundo, pero habrá creado 133 millones de nuevos puestos de trabajo. Esto significa que habrá una ganancia neta de 58 millones de puestos de trabajo en todo el mundo. (Adecco, 2024)

La recomendación de la UNESCO sobre ética de la inteligencia artificial, que tiene como objetivo hacer realidad las ventajas que la IA aporta a la sociedad y reducir los riesgos que conlleva. Garantiza que las transformaciones digitales promuevan los derechos humanos y contribuyan a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, abordando cuestiones relativas a la transparencia, la rendición de cuentas y la privacidad, con capítulos políticos orientados a la acción sobre la gobernanza de los datos, la educación, la cultura, el trabajo, la atención sanitaria y la economía. (Roca, 2022)

Así mismo la OECD hace mención sobre los principios de la OCDE sobre inteligencia artificial (IA) con el objetivo de impulsar el uso de la inteligencia artificial de manera innovadora, de forma que genere confianza y que respete los derechos humanos y los valores democráticos, los países miembros de la OCDE adoptaron un conjunto básico de principios 22 en mayo de 2019. La idea



es establecer normas para la tecnología que sean lo suficientemente prácticas y flexibles como para resistir el paso del tiempo. Además, se centran en cómo los Gobiernos y otras entidades pueden dar forma a una visión de la inteligencia artificial centrada en el ser humano. (Roca, 2022, pág. 52)

Por lo anterior mencionado por la OECD, se resalta la importancia del valor de Robustez y seguridad, ya que en éste se centra la presente investigación, el cual se debe considerar de suma importancia para que las instituciones educativas de todos los niveles y principalmente la educación superior en estos tiempos, considere de gran importancia la actualización en el tema de Inteligencia Artificial (IA) para los jóvenes de hoy y del futuro, con el objetivo de que al estar egresados y con el objetivo de incorporarse al sector laboral, cuenten con los conocimientos, competencias y habilidades de IA que el mundo global les exige.

#### 4. Metodología

El presente artículo de Divulgación científica se elaboró mediante el método de investigación cuantitativo ya que es una estrategia científica que se enfoca en la recopilación de información expresada en datos numéricos para identificar patrones y generalizar resultados, así mismo, permite analizar el tema o un objeto de estudio teniendo en cuenta sus características medibles, en otras palabras, este método es el que permite utilizar valores numéricos para estudiar un fenómeno.

Entre las principales características de la investigación cuantitativa se encuentran las siguientes:

- Busca interpretar la información, se basa en el uso de números y cifras
- Las preguntas clave de este método son: ¿Cuántos?, ¿Quién?, ¿Qué cantidad?, o ¿En qué medida?
- Se vale de procedimientos específicos para obtener datos ya que emplea procedimientos específicos, como *encuestas*, experimentos y observaciones, para producir datos.
- Es un método de investigación descriptivo
- Su objetivo radica en analizar el comportamiento de la población
- Los resultados pueden usarse en situaciones generales
- Estudia el comportamiento de su muestra

Se llevo a cabo el tipo de tipo de Investigación Cuantitativa “*Descriptiva*”, misma que especifica propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno estudiado mediante dinámicas



objetivas de observación, análisis y demostración. Se realizó un cuestionario de 10 interrogantes, para conocer la incertidumbre que existe en los jóvenes de hoy al enfrentarse próximamente al mercado laboral con las exigencias de la Inteligencia Artificial (IA) que el mismo sector obliga a tener.

La aplicación de método cuantitativo se llevó a cabo mediante un *sondeo de opinión*, por medio de un cuestionario de 10 interrogantes, mismo que fue aplicado a un sector de población de 17 estudiantes del 6° semestre de la carrera de Contador Público del TNM Campus San Martín Texmelucan (Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan). A continuación, se muestra el cuestionario aplicado y contestado.

### CUESTIONARIO JÓVENES DE HOY, ENFRENTÁNDOSE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN BUSCA DE EMPLEO.

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_  
Grado y grupo: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

#### Rúbrica de Evaluación

Criterio	Excelente (10)	Bueno (8)	Suficiente (6)	Insuficiente (5 o menos)
Justificación de Ponderación de 10 a 5 o menos.	Justifica correctamente todas las respuestas.	Justifica la mayoría con lógica.	Justificaciones poco claras.	No justifica o lo hace incorrectamente.

#### Ponderación

- Consideras que habrá empleos que podrían desaparecer debido a la llegada de la IA.  
(10) (8) (6) (5)
- La IA ya es capaz de reemplazar completamente al trabajo del humano.  
(10) (8) (6) (5)
- La educación tradicional es suficiente para enfrentar los desafíos laborales que plantea la IA.  
(10) (8) (6) (5)
- Todos los jóvenes tienen las mismas oportunidades de acceso a formación en tecnología.  
(10) (8) (6) (5)
- Creer que la creatividad y la empatía siguen siendo cualidades exclusivamente humanas.  
(10) (8) (6) (5)
- Adaptarse a los cambios tecnológicos es responsabilidad únicamente de los jóvenes.  
(10) (8) (6) (5)
- Creer tener habilidades que deberías desarrollar para trabajar con tecnologías como la inteligencia artificial



## 100CIATEC

- |  |      |     |     |     |
|--|------|-----|-----|-----|
|  | (10) | (8) | (6) | (5) |
| 8. Consideras que la educación tradicional es suficiente para enfrentar los desafíos laborales que plantea la IA | (10) | (8) | (6) | (5) |
| 9. El TecNM tu escuela actualmente, te está preparando adecuadamente para los retos laborales del futuro         | (10) | (8) | (6) | (5) |
| 10. Te consideras preparado con IA para incorporarte al mercado laboral  | (10) | (8) | (6) | (5) |

### 5. Resultados

Se realizó el análisis mediante el cuestionario aplicado directamente a una población de 17 estudiantes de los cuales 11 son mujeres y 6 son hombres, del 6º semestre de la carrera de Contador Público del TNM Campus San Martin Texmelucan (Instituto Tecnológico Superior de San Martin Texmelucan), los cuales están próximos a incorporarse al sector laboral y tienen como objetivo encontrar un trabajo donde se desenvuelvan y desarrollen sus conocimientos, competencias y habilidades que adquirieron durante su estancia en el medio educativo superior, lo cual trae en consecuencia la incertidumbre de estar al nivel de conocimientos en el tema de nuevas generaciones llamado Inteligencia Artificial (IA). El cuestionario refleja la descripción y opinión de cada participante en cuestión de su sentir real en conocimientos para enfrentarse en la búsqueda de empleo ante la IA.

### Resultado del cuestionario aplicado

Considerando para cada respuesta la siguiente rubrica de evaluación

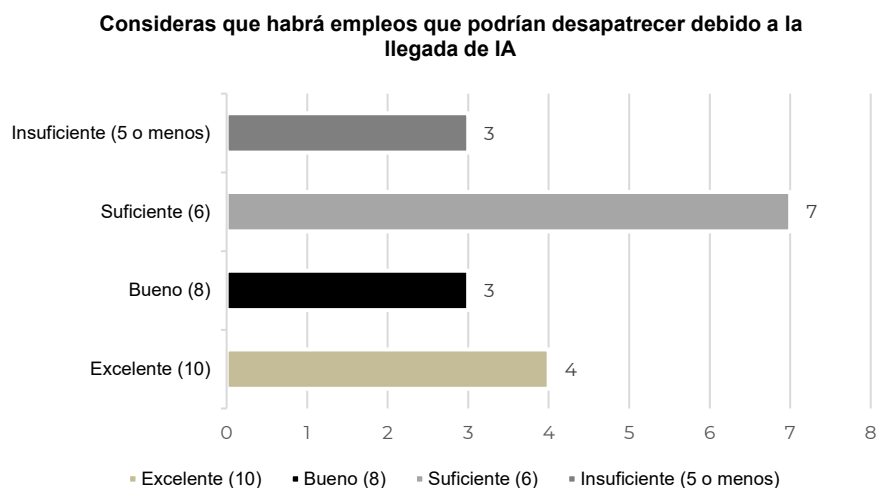
Criterio	Excelente (10)	Bueno (8)	Suficiente (6)	Insuficiente (5 o menos)
Justificación de Ponderación de 10 a 5 o menos.	Justifica correctamente todas las respuestas.	Justifica la mayoría con lógica.	Justificaciones poco claras.	No justifica o lo hace incorrectamente.





### Cuestionamiento 1

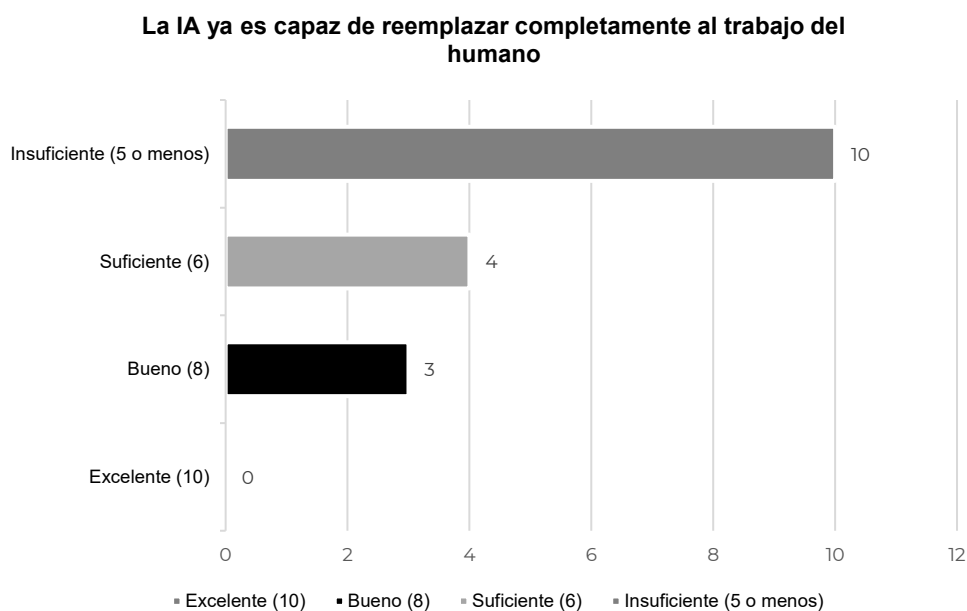
Figura 1. Consideras que habrá empleos que podrían desaparecer debido a la llegada de la IA



Fuente: Elaboración Propia

### Cuestionamiento 2

Figura 2. La IA ya es capaz de reemplazar completamente al trabajo del humano.

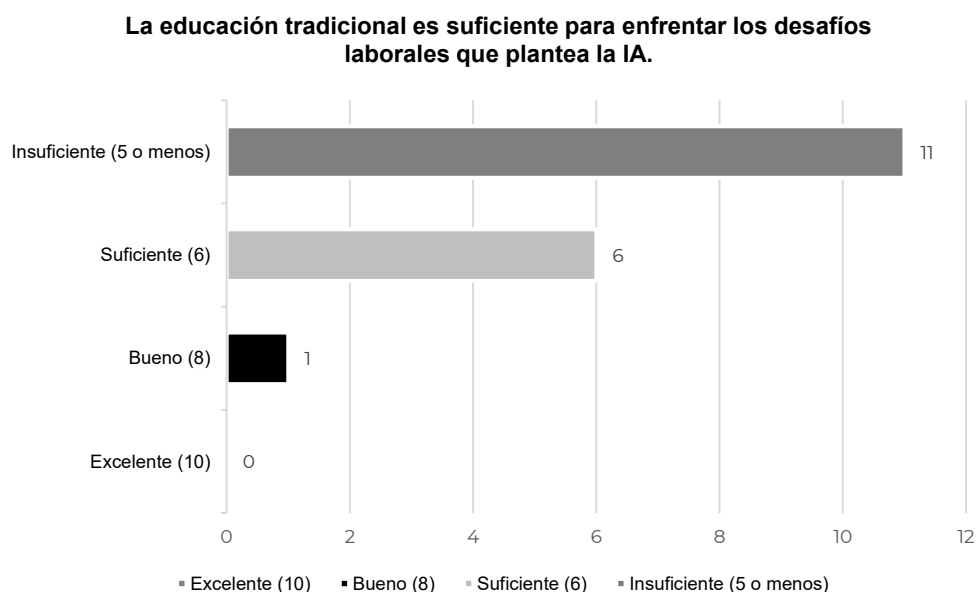


Fuente: Elaboración Propia



### Cuestionamiento 3

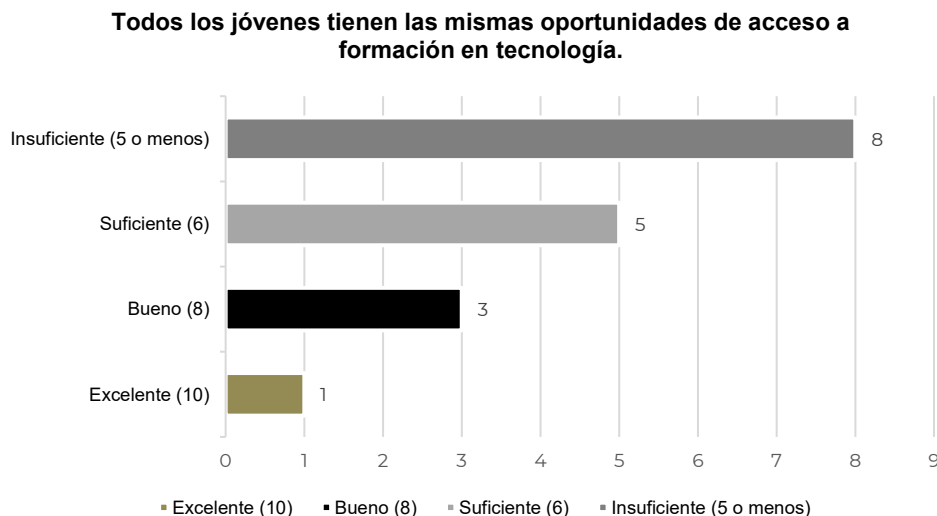
Figura 3. La educación tradicional es suficiente para enfrentar los desafíos laborales que plantea la IA.



Fuente: Elaboración Propia

### Cuestionamiento 4

Figura 4. Todos los jóvenes tienen las mismas oportunidades de acceso a formación en tecnología.

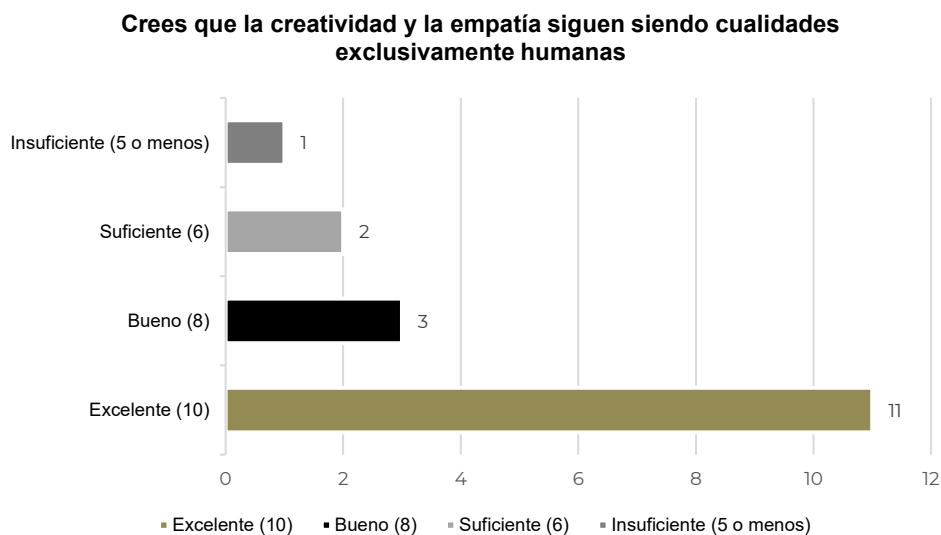


Fuente: Elaboración Propia



### Cuestionamiento 5

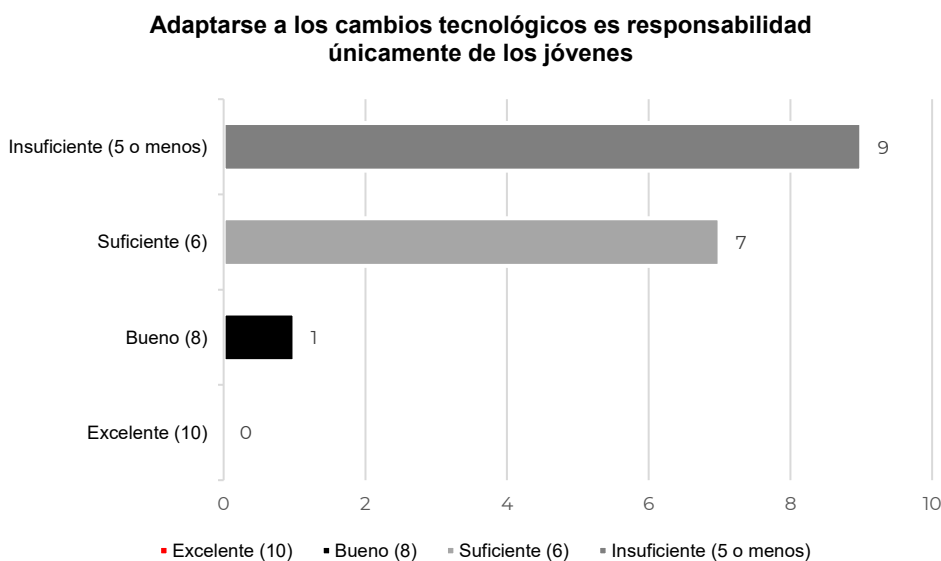
Figura 5. Crees que la creatividad y la empatía siguen siendo cualidades exclusivamente humanas.



Fuente: Elaboración Propia

### Cuestionamiento 6

Figura 6. Adaptarse a los cambios tecnológicos es responsabilidad únicamente de los jóvenes.

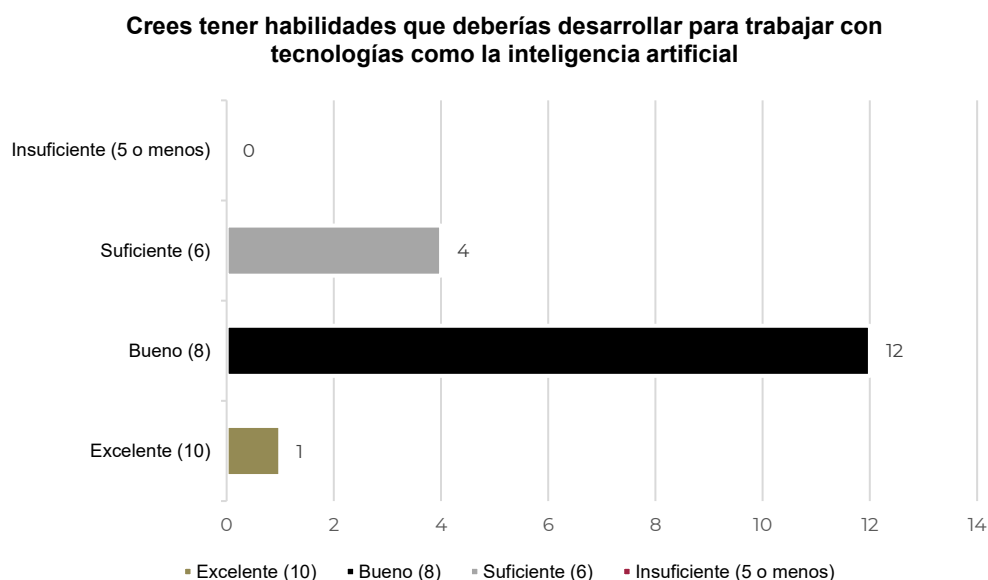


Fuente: Elaboración Propia



### Cuestionamiento 7

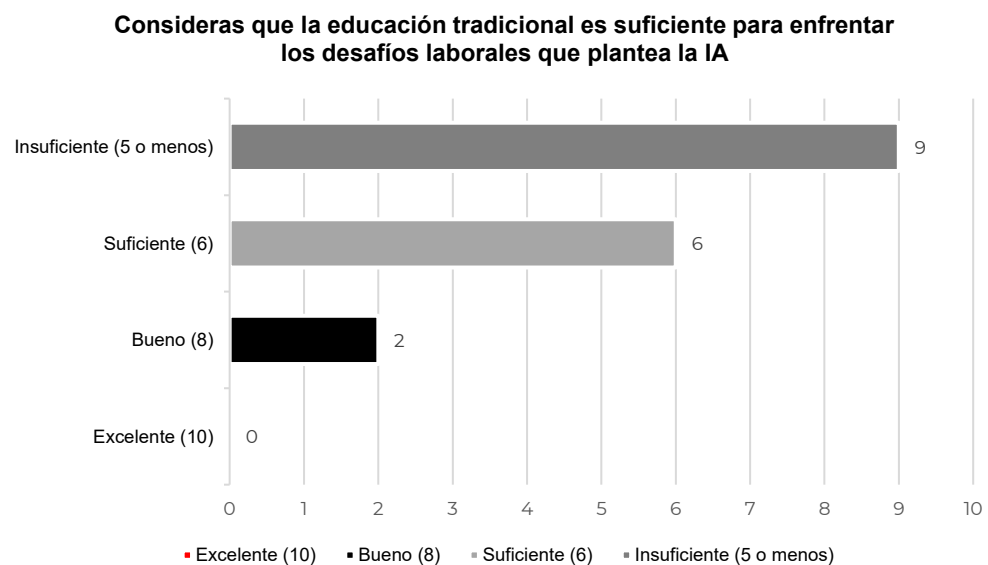
Figura 7. Crees tener habilidades que deberías desarrollar para trabajar con tecnologías como la inteligencia artificial.



Fuente: Elaboración Propia

### Cuestionamiento 8

Figura 8. Consideras que la educación tradicional es suficiente para enfrentar los desafíos laborales que plantea la IA.

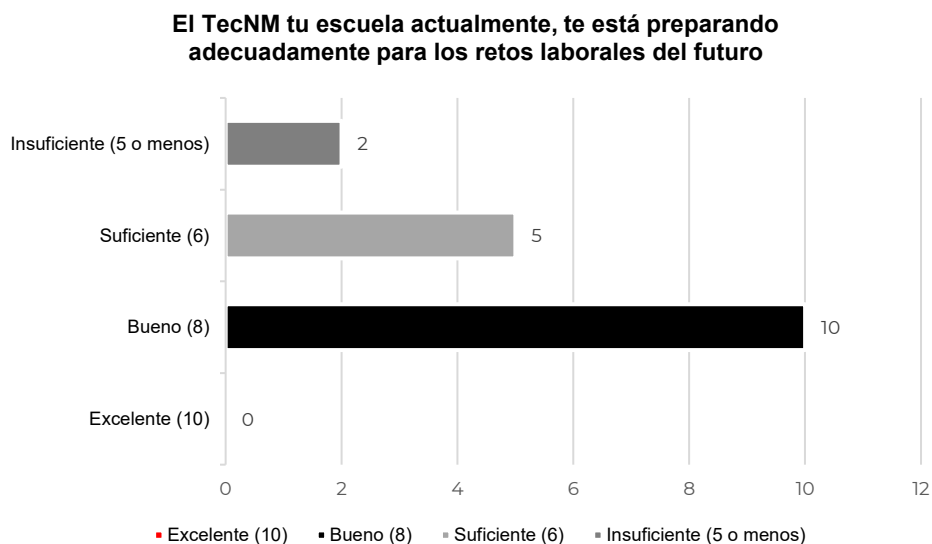


Fuente: Elaboración Propia



### Cuestionamiento 9

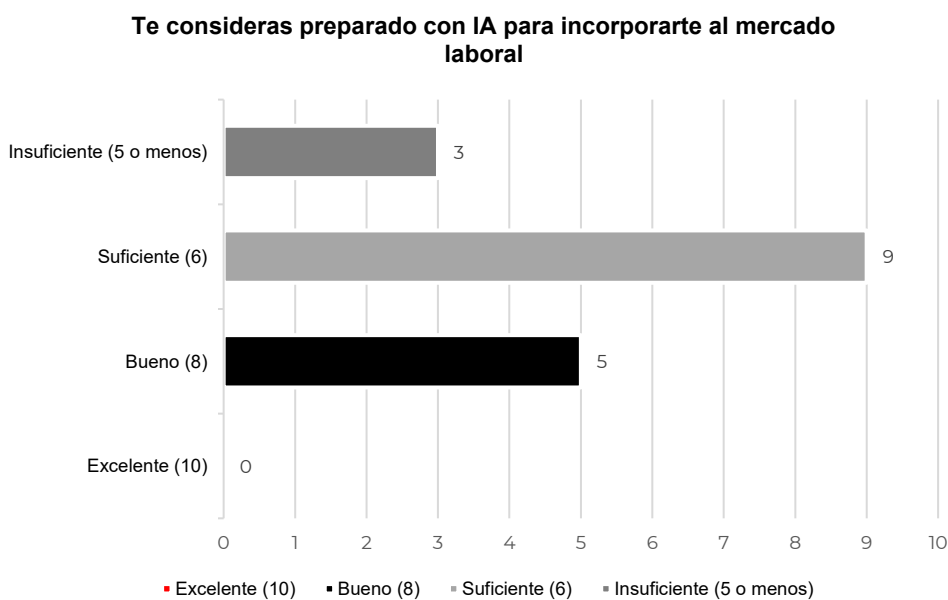
Figura 9. El TecNM tu escuela actualmente, te está preparando adecuadamente para los retos laborales del futuro.



Fuente: Elaboración Propia

### Cuestionamiento 10

Figura 10. Te consideras preparado con IA para incorporarte al mercado laboral



Fuente: Elaboración Propia



## **6. Conclusión**

La tecnología ha venido evolucionando a un ritmo inigualable y, con ella, las funciones laborales. La Inteligencia Artificial y la automatización están transformando la forma en que se trabaja y al mismo tiempo se están observando huellas significativas en diversos sectores laborales.

Es muy cierto que los roles laborales en gran medida corren el riesgo de ser automatizados, y en cambio otros están evolucionando para incluir el uso de IA. A medida que el uso de la Inteligencia Artificial siga aumentando, es esencial que los jóvenes de hoy adopten una visión proactiva para asegurar que los beneficios de la IA estén equilibrados con las necesidades y exigencias de los trabajos actuales, así como con la sociedad.

Los jóvenes de hoy deben asegurarse de estar debidamente preparados para adaptarse a los cambios que exige el mercado laboral y deben considerar por cuenta propia adquirir nuevas habilidades y conocimientos para progresar en la era digital ante los empleos actuales en las industrias e instituciones.

La presente investigación permitió dar cuenta que los jóvenes de hoy deben considerar de suma importancia estar al día en actualización con el tema de Inteligencia Artificial, y derivado de ello los resultados del cuestionamiento aplicado arroja que consideran que se sienten con incertidumbre para enfrentar la búsqueda de empleo ya que se sienten un tanto desfazados en el tema, ya que por parte de la institución educativa a sido realmente poca la intervención o involucramiento en los temas de la carrera de Contador Público. Al mismo tiempo están sabedores y con toda actitud para por propio interés tomar cursos y actualizarse para estar al nivel de las exigencias y necesidades que el sector laboral requiere hoy en día. Así mismo, se observa como resultado en uno de los cuestionamientos que la educación tradicional no es suficiente para enfrentar los desafíos laborales que plantea la IA, hay que considerar seriamente en realizar cambios en los programas educativos futuros.

Es importante exhortar que no solo los jóvenes, sino también los no tan jóvenes deben estar al día con la actualización necesaria ya que este tema es para todos los que actualmente se encuentran laborando y luego para quedarse y crecer más.

Es de suma importancia que los jóvenes de hoy, próximos en busca de incorporarse al medio laboral, deben tener en cuenta que la Inteligencia Artificial (IA) debe utilizarse para mejorar, y no para sustituir la toma de decisiones por parte de los profesionales. Lo cual les permitirá tomar decisiones más inteligentes, que tendrán mayor rapidez y máximo nivel de confianza, lo que



ayudará a obtener mejores resultados en su ámbito laboral. Por lo cual, también hay que mencionar que la IA es una tecnología transversal, con capacidad para enfocarse a cualquier sector de actividad laboral, económica y social.

Los jóvenes que están próximos a incorporarse al sector laboral deben aprovechar todo el potencial de la Inteligencia Artificial (IA) ante las nuevas oportunidades laborales, así como también; así mismo verla como una herramienta poderosa que les permita abordar con responsabilidad sus desafíos.

Es recomendable para las instituciones educativas preparar a las nuevas generaciones de tal manera que se requiere no solo mejorar los sistemas educativos, sino también garantizar el acceso a la tecnología sin excepción alguna a todos los estudiantes, también fomentar la formación constante. De esta manera será posible construir un futuro laboral más justo, donde la Inteligencia Artificial (IA) y la juventud colaboren juntas en vez de competir. Par concluir, el trabajo ofrecido en el sector laboral actual relacionado a la IA es emotivo y permite mover del área de confort a muchas áreas, pero, está lleno de oportunidades para quienes estén preparados.

## 7. Referencias

- Adecco. (05 de Septiembre de 2024). Obtenido de Impacto de la IA en el empleo: <https://www.adecco.com/es-ar/blog/como-impactara-la-inteligencia-artificial-en-la-fuerza-laboral>
- Institute, T. A. (25 de Junio de 2024). Obtenido de El impacto de la Inteligencia Artificial en las funciones laborales, la fuerza laboral y el empleo: <https://www.adeccoinstitute.es/futuro-del-trabajo-y-tecnologia/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-las-funciones-laborales-la-fuerza-laboral-y-el-empleo/#:~:text=Seg%C3%BAun%20informe%20de%20McKinsey%20%26%20Comp any%2C%20se,la%20atenci%C3%B3n%20de%20la%20IA>
- Institute, T. A. (25 de Junio de 2024). Obtenido de Impacto de la IA en el empleo: <https://www.adeccoinstitute.es/futuro-del-trabajo-y-tecnologia/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-las-funciones-laborales-la-fuerza-laboral-y-el-empleo/#:~:text=Seg%C3%BAun%20informe%20de%20McKinsey%20%26%20Comp any%2C%20se,la%20atenci%C3%B3n%20de%20la%20IA>
- McKinsey. (01 de Febrero de 2025). Obtenido de Informe de inteligencia artificial de McKinsey: El futuro es ahora: <https://es.v500.com/mckinsey-ai-report-the-future-is-now/>



- Panduro, M. R. (02 de Abril de 2025). *La cuarta revolución industrial y las profesiones del futuro*. Obtenido de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/evolucion-tecnologica-transformacion-mundo-laboral/>
- Ramos, G. (2021). *UNESCO*. Obtenido de Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial: <https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics>
- Roca, J. M. (2022). *Ética e Inteligencia Artificial*. Madrid: Fundacion SERES.
- UNESCO. (07 de Agosto de 2023). Obtenido de La inteligencia artificial en la educación: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>
- Weforum. (08 de mayo de 2023). *World Economic Forum*. Obtenido de Los puestos de trabajo que podría crear la IA: <https://es.weforum.org/stories/2023/05/estos-son-los-trabajos-que-se-perderan-y-se-crearan-a-causa-de-la-ia/>

