



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

Educación
Secretaría de Educación

Edición 39 enero - junio 2026

PUBLICACIÓN JUNIO 2026

ISSN: EN TRÁMITE



100
CIA
TEC

INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN SOCIAL



TECNOLOGÍA QUE TRANSFORMA

- Gestión Financiera
- Equidad y Participación
- Tecnología Robótica
- Desarrollo Rural Sostenible



ITSSMT[®]
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN

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

Secretario de Educación Pública del Estado de Puebla

Manuel Chávez Sáenz

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

Lizbet Martínez Moreno

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

Irvin Alejandro Córdova Guerrero

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

Jaime Isaí Lozada Cervantes

Subdirector de Institutos de la
Secretaría de Educación Pública 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

Bryan Miguel López Lucas

Subdirector 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 Valladolid, España
Secretaria del Comité de Arbitraje de la Revista 100ciaTEC

Anselmo de Jesús Cabrera Hidalgo

Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Araceli Hernández Cruz

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



Claudia Luna Carrasco

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Gonzalo Miguel Quetz Aguirre

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Grace Erandi Báez Hernández

Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Iván Rafael Sánchez Juárez

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

Javier Delgadillo Macías

Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Jessica Ivón Cuevas Zapata

Instituto Tecnológico Superior de Zacatecas Occidente
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Jesús Alberto Acuña Soto

Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Judih Hernández Flores

Instituto Tecnológico Superior de Libres
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Luis Carlos Álvarez Simón

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



Ma. Concepción Alvarado Méndez

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

Ma. Raquel Pérez Nuño

Instituto Tecnológico Superior de Zapotlanejo
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Marlene Méndez Moreno

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Mercedes León Sánchez

Universidad de Guanajuato
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Paty Aidé Montiel Martínez

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Refugio Lázaro Hernández

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

Sabdiel Cruz Luna

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Sebastián Irigoyen Ibarra

ESSCA School of Management in Angers, France
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Susana Astrid López García

Instituto Tecnológico Superior de Naranjos
Comité Científico / Comisión de Arbitraje



Susana Casy Tellez Ballesteros

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Yoxkin Estévez Martínez

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

Jesús Fidel Mendieta Reyes

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

Vianney Morales Zamora

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

Sarah Rodríguez Rodríguez

Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
Comité Editorial / Comisión de Arbitraje



Índice

ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN FINANCIERA COMO HERRAMIENTA DE CRECIMIENTO EN EMPRESAS COMERCIALES DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN.....	1
BIOSEGURIDAD Y GANADERÍA DE PRECISIÓN: DISEÑO CONCEPTUAL Y DE PROCESOS PARA UNA GRANJA PORCINA.....	11
DE LA POLÍTICA PÚBLICA A LA PARTICIPACIÓN REAL: MUJERES EN LA ESFERA POLÍTICA Y ECONÓMICA EN MÉXICO.....	29
DESARROLLO TECNOLÓGICO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICO-PEDAGÓGICA DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.	39
EL SISTEMA NACIONAL DE CUIDADOS. RETOS, AVANCES Y PERSPECTIVAS EN EL PRESUPUESTO FEDERAL 2026.	49
ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA EMPRESA DE GIRO TEXTIL	56
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ACCESO CON CÓDIGO QR EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN.....	65
LA FORMACIÓN DOCENTE ORIENTADA A LA INVESTIGACIÓN Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO	84
MODELO ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LABORATORIOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	94
MODO DE PRODUCCIÓN CAMPESINO DE MAÍZ NATIVO EN SAN FELIPE TEOTLALCINGO Y SU RELACIÓN CON LA LEY GENERAL DE ALIMENTACIÓN ADECUADA Y SOSTENIBLE.....	106
SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES EN ROBOTS TIPO HUMANOIDE.....	114
MEDITRACK	121
DISEÑO Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO MEDIANTE LA GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO, CASO EMPRESA DEL SECTOR RETAIL	127
EL COOPERATIVISMO COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS REGIONES	140
DISEÑO DE SISTEMA PRODUCTIVO CERTIFICADO PARA LA REACTIVACIÓN DEL VIVERO FORESTAL COMUNITARIO BAJO NORMATIVIDAD NMX-AA-170-SCFI-2016	149



ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS DE CIBERSEGURIDAD CON HERRAMIENTAS OPEN SOURCE: SOC-NOC EN EL TecNM FCP	165
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS EN AMARANTO (Amaranthus spp.) CULTIVADO EN SAN SIMÓN ATZIZINTLA, PUEBLA.....	170
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL USO DEL DISPOSITIVOS MÓVILES EN EL COMPORTAMIENTO DE COMPRA EN SANTA ROSALÍA BAJA CALIFORNIA SUR	180
INFLUENCIA DE LAS REDES SOCIALES EN LOS HÁBITOS DE COMPRA EN LÍNEA EN SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR	188
MEJORA EN EL DESEMPEÑO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CONFORME A LAS NOM-STPS APLICABLES EN LA CFE ZONA SAN MARTÍN	196
MOODQUEST: APLICACIÓN MÓVIL GAMIFICADA PARA EL APOYO EMOCIONAL Y MANEJO DEL ESTRÉS ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	214
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL PARTICIPATIVA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y RECURSOS BIOCULTURALES EN TLALCOZOTITLÁN, COPALILLO, GUERRERO	229
PROGRAMA DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO DE MAGUEYES MEZCALEROS EN CHILACACHAPA, GUERRERO	243
SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DE LA LIGA DE BÉISBOL DE ACATLÁN DE OSORIO	261



Editorial

Desde su creación en 2007, la revista institucional del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan 100ciaTEC se ha consolidado como un espacio de difusión académica orientado a visibilizar el conocimiento aplicado y su impacto en la sociedad. A lo largo de estos años, ha contribuido de manera constante a la reflexión crítica y a la propuesta de soluciones ante problemáticas emergentes, fortaleciendo el vínculo entre la investigación y la realidad social.

En esta edición correspondiente al periodo enero–junio de 2026, número 39, bajo el eje temático **“Innovación y transformación social”**, se presenta una selección de trabajos que reflejan la diversidad, pertinencia y compromiso de la comunidad académica con el desarrollo sostenible y el bienestar colectivo. Los artículos reunidos en este número abordan, desde una perspectiva interdisciplinaria, temas que van desde la planeación financiera y la mejora de procesos organizacionales, hasta el desarrollo de sistemas tecnológicos, la ciberseguridad y la transformación digital. Estas contribuciones evidencian la importancia de la innovación como herramienta clave para incrementar la competitividad y la eficiencia en distintos sectores.

De manera destacada, se incluyen investigaciones orientadas a la sostenibilidad ambiental, el aprovechamiento de recursos naturales y la gestión territorial participativa, subrayando la necesidad de construir modelos de desarrollo que integren el conocimiento científico con las prácticas locales y el respeto por los ecosistemas.

Asimismo, este número da espacio a reflexiones sobre problemáticas sociales de alta relevancia, como la participación de las mujeres en los ámbitos político y económico, los retos del Sistema Nacional de Cuidados y el papel del cooperativismo en el desarrollo regional. Estas aportaciones invitan a repensar las estructuras sociales y a promover procesos más inclusivos y equitativos.

En el ámbito educativo y tecnológico, se presentan propuestas innovadoras que abarcan desde la formación docente orientada a la investigación hasta el desarrollo de aplicaciones móviles, sistemas de gestión y herramientas digitales que fortalecen los procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión institucional.

En conjunto, las contribuciones que integran este número reafirman el papel de la investigación aplicada como un motor fundamental de cambio, capaz de generar soluciones concretas y pertinentes frente a los desafíos actuales.

Con esta publicación, el 100ciaTEC refrenda su compromiso, sostenido desde 2007, con la generación y difusión del conocimiento que impulsa la innovación y promueve la transformación social, consolidándose como un referente académico que contribuye al desarrollo regional y nacional.

Consejo Editorial
Revista 100ciaTEC



Comité editorial

100ciaTEC. Derechos de autor y Derechos y Conexos, Año 19, No. 39, enero-junio 2026, 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, direccion.general@smartin.tecnm.mx. Reserva de Derechos al uso exclusivo No. 04 5669, ambos otorgados 2021112510244200 mail: 203, ISSN en trámite 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.



ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN FINANCIERA COMO HERRAMIENTA DE CRECIMIENTO EN EMPRESAS COMERCIALES DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN

Calderón, Pimentel Jazmín Joselin¹ y Aguilar, Pérez Esmeralda²

1. División de Contador Público, Tecnológico Nacional de México-ITS de San Martín Texmelucan, 122050036@smartin.tecnm.mx
2. División de Contador Público, Tecnológico Nacional de México-ITS de San Martín Texmelucan, esmeralda.aguilar@smartin.tecnm.mx

Resumen: El presente estudio analizó la planeación financiera como herramienta de crecimiento en empresas comerciales mediante el estudio de negocios del municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. El objetivo fue identificar la relación entre las prácticas de planeación financiera y el fortalecimiento empresarial. Se utilizó un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y correlacional mediante una encuesta aplicada a 310 comerciantes seleccionados por conveniencia. Los resultados evidenciaron limitaciones relacionadas con la formalización empresarial, el control de gastos y el uso de herramientas financieras. Se identificó que la planeación financiera favorece la administración del flujo de efectivo y la toma de decisiones estratégicas, contribuyendo a la estabilidad y crecimiento organizacional.

Palabras Clave: Planeación financiera, crecimiento empresarial, PyMes, desarrollo empresarial.

Abstract: This study analyzed financial planning as a growth tool in commercial companies through a business study in the municipality of San Martín Texmelucan, Puebla. The objective was to identify the relationship between financial planning practices and business strengthening. A quantitative approach with descriptive and correlational scope was used through a survey applied to 310 merchants selected by convenience. The results showed limitations related to business formalization, expense control, and the use of financial tools. It was identified that financial planning favors cash flow management and strategic decision-making, contributing to organizational stability and growth.

Keywords: Financial planning, business growth, SMEs, business development



1. Introducción

Las empresas comerciales enfrentan escenarios económicos cada vez más competitivos que exigen procesos administrativos eficientes para asegurar su permanencia y crecimiento. Entre estos procesos, la planeación financiera representa una herramienta estratégica que permite anticipar riesgos, organizar recursos y orientar decisiones empresariales. Sin embargo, diversas pequeñas y medianas empresas continúan operando con procesos financieros limitados, dificultando su adaptación a cambios económicos. En México, el comercio constituye uno de los sectores con mayor participación económica y generación de empleo. En municipios como San Martín Texmelucan predominan negocios familiares y pequeños establecimientos que enfrentan retos relacionados con la formalización y administración financiera. Ante esta situación surge la necesidad de analizar si la planeación financiera impacta el crecimiento empresarial. Por ello, el objetivo del estudio fue analizar la relación entre la planeación financiera y el crecimiento en empresas comerciales, identificando prácticas, limitaciones y áreas de mejora. El análisis de la planeación financiera como herramienta de crecimiento empresarial se establece dentro del estudio de la gestión financiera aplicada a las pequeñas y medianas empresas del sector comercial. En México, este tipo de organizaciones representan la mayor parte del trabajo productivo nacional y desempeñan un papel fundamental en la generación de empleo y dinamización de la economía regional. En este sentido, el sector comercio ha sido identificado como una de las actividades económicas con mayor presencia en el país, particularmente en el comercio al por mayor y al por menor.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), “el comercio al por mayor y al por menor constituye uno de los sectores con mayor número de unidades económicas en el país y una importante fuente de generación de empleo” (INEGI, 2023). En el ámbito local, el municipio de San Martín Texmelucan se caracteriza por una fuerte actividad comercial vinculada principalmente con la venta de productos al por mayor y al por menor, lo que convierte a este sector en uno de los principales motores de la economía regional. La concentración de establecimientos comerciales, muchos de ellos de carácter familiar o microempresarial, refleja una estructura empresarial similar a la observada a nivel nacional. No obstante, diversos estudios han señalado que muchas de estas empresas operan con limitadas herramientas de planeación financiera, lo que puede afectar su capacidad para enfrentar entornos económicos cambiantes y aprovechar oportunidades de crecimiento. Dentro del marco teórico de la administración financiera, la planeación financiera se concibe como un proceso orientado a la organización eficiente de los recursos económicos de una empresa. En este sentido, Vivanco Florido (2023) señala que “la planeación financiera constituye un instrumento fundamental para la toma de decisiones empresariales, ya que permite anticipar necesidades de financiamiento, proyectar resultados y establecer estrategias orientadas al crecimiento organizacional”. Este enfoque destaca la importancia de integrar herramientas financieras que permitan mejorar la gestión de los recursos y fortalecer la estabilidad económica de las empresas.



La literatura reciente ha señalado que la planeación financiera no solo facilita la organización de los recursos económicos, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de las organizaciones. Diversos autores coinciden en que las empresas que implementan procesos formales de planificación financiera presentan mayores niveles de eficiencia operativa y capacidad de adaptación ante cambios en el entorno económico. En este sentido, se ha documentado que “la adecuada planificación financiera permite a las empresas establecer metas financieras claras, optimizar el uso de los recursos y mejorar su competitividad en el mercado” (Vivanco Florido, 2023). A pesar de la importancia que representa la planeación financiera para el crecimiento empresarial, en muchos contextos locales aún se observan limitaciones relacionadas con la falta de capacitación administrativa, la escasa formalización de procesos financieros y el uso limitado de herramientas de análisis económico. Estas condiciones pueden restringir la capacidad de los negocios para planificar su crecimiento y enfrentar escenarios económicos adversos. Por ello, el presente estudio se delimita al análisis de las prácticas de planeación financiera en empresas comerciales ubicadas en San Martín Texmelucan, Puebla, considerando el papel que estas herramientas desempeñan en el fortalecimiento del desarrollo empresarial.

Desde esta perspectiva, la investigación busca aportar evidencia que permita comprender la relación entre la planeación financiera y el crecimiento de las empresas comerciales en un contexto local específico. Asimismo, pretende contribuir al análisis académico sobre la importancia de la gestión financiera en las pequeñas y medianas empresas del sector comercial, identificando tanto las oportunidades como las limitaciones que enfrentan estos negocios en la implementación de estrategias de planificación financiera.

2. Delimitación contextual

La planeación financiera constituye un elemento fundamental para el crecimiento y sostenibilidad de las empresas comerciales, ya que permite anticipar escenarios económicos, optimizar el uso de los recursos y mejorar la toma de decisiones. En el contexto empresarial actual, caracterizado por mercados competitivos y cambios constantes en el entorno económico, las organizaciones requieren herramientas de gestión que les permitan planificar adecuadamente sus actividades financieras. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el sector comercio representa una de las actividades económicas más importantes del país, especialmente en municipios con fuerte actividad comercial como San Martín Texmelucan, donde gran parte de los negocios se dedican al comercio al por mayor y al por menor. En este sentido, la adecuada administración de los recursos financieros se convierte en un factor clave para garantizar la permanencia y el crecimiento de estas organizaciones. En este contexto, la planeación financiera se define como un proceso estratégico que permite a las empresas establecer objetivos económicos y diseñar estrategias para alcanzarlos.



Según la Asociación de Emprendedores de México, “la planeación financiera permite a las empresas prever sus ingresos, gastos y necesidades de financiamiento con el objetivo de mantener la estabilidad económica del negocio y apoyar su crecimiento a largo plazo” (ASEM, 2023).

La importancia de la planeación financiera radica en que proporciona información relevante para la toma de decisiones empresariales. De acuerdo con investigaciones recientes publicadas en la plataforma científica SciELO, “la planeación financiera permite establecer estrategias que facilitan la asignación eficiente de recursos y contribuyen al fortalecimiento de la competitividad empresarial” (García & Ramírez, 2023). Esto significa que las empresas que planifican adecuadamente sus finanzas tienen mayores posibilidades de adaptarse a los cambios del entorno económico.

Dentro del proceso de planeación financiera, una de las herramientas más utilizadas es el análisis financiero, el cual permite evaluar la situación económica de la empresa mediante el estudio de indicadores financieros. Este análisis facilita la interpretación de los estados financieros y permite identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en la gestión económica del negocio.

Otro elemento importante dentro de la planeación financiera es la administración del flujo de efectivo, la cual permite controlar las entradas y salidas de dinero dentro de la empresa. Una adecuada gestión del flujo de efectivo garantiza que el negocio pueda cumplir con sus obligaciones financieras y mantener su operación de manera eficiente.

En este sentido, la correcta administración del efectivo contribuye a evitar problemas de liquidez y facilita la planificación de inversiones futuras. Asimismo, las empresas pueden utilizar herramientas como los estados financieros proyectados, los cuales permiten estimar la situación económica futura del negocio con base en datos históricos y proyecciones de crecimiento.

Estos estados financieros ayudan a prever posibles escenarios económicos y a diseñar estrategias que permitan mejorar el desempeño financiero de la organización.

3. Metodología

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo descriptivo-correlacional. La población se conformó por comerciantes y responsables de negocios del municipio de San Martín Texmelucan. Se aplicó una encuesta a 310 participantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. El instrumento utilizó una escala tipo Likert para evaluar aspectos asociados con planeación financiera, administración y crecimiento empresarial.

4. Desarrollo

Los resultados mostraron que 176 participantes reportaron operar sin registro formal ante autoridades fiscales, reflejando una baja formalización administrativa (ver tabla 1).



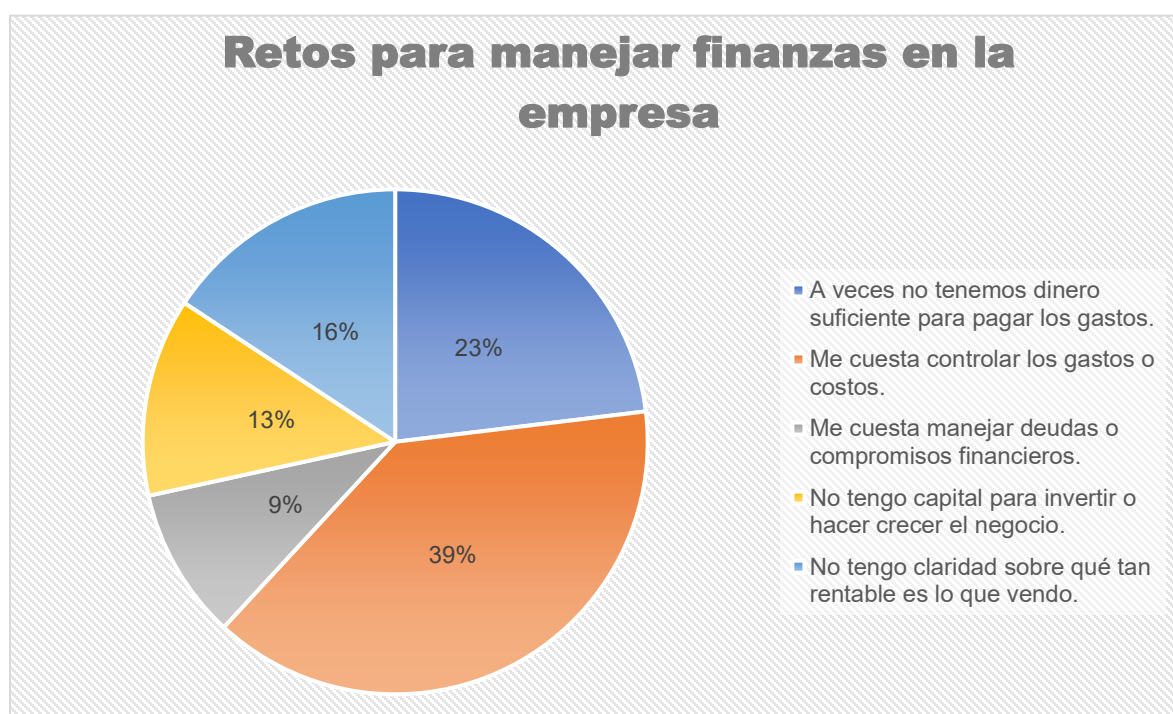
Tabla 1. Tipo de asociación que describe mejor la empresa

Servicios profesionales (registrado).	19
Régimen de incorporación fiscal.	65
Persona física con actividad empresarial.	19
Está constituida como empresa (S.A., S.R., etc.).	11
Empresa con una persona propietaria sin registro en la Secretaría de Hacienda.	176
Empresa con varias personas propietarias sin registro en la Secretaría de Hacienda.	20
Total	310

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de resultados de la investigación (2026).

Asimismo, 116 comerciantes (39%) señalaron que su principal dificultad consiste en controlar gastos y costos (ver figura 1).

Figura 1. Tipo de asociación que describe mejor la empresa



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de resultados de la investigación (2026).

Estos hallazgos indican limitaciones en la implementación de herramientas de planeación financiera. La evidencia sugiere que la falta de procesos financieros estructurados puede afectar la toma de decisiones y limitar el crecimiento empresarial. Los resultados coinciden con estudios previos que señalan que las empresas con procesos formales de planeación presentan mayores posibilidades de sostenibilidad y competitividad.

Los resultados indican que la mayoría de los participantes (84.8%) corresponde a comerciantes establecidos con locales fijos (ver tabla 2). Esta condición representa una oportunidad para implementar procesos administrativos y financieros más estructurados, debido a la estabilidad operativa que caracteriza este tipo de negocios.

Tabla 2. Tipo de comercio de los participantes encuestados

Tipo de comercio	Frecuencia	Porcentaje (%)
Comerciante fijo	263	84.8
Puesto semifijo	47	15.2
Total	310	100

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de resultados de la investigación (2026).

Sin embargo, la permanencia física no garantiza la aplicación de herramientas de planeación financiera, por lo que resulta necesario fortalecer estrategias de gestión empresarial (ver tabla 3).

Tabla 3. Indicadores identificados para evaluar condiciones relacionadas con la planeación financiera

Aspecto identificado	Evidencia observada	Posible efecto empresarial
Bajo nivel de formalización	Predominio de negocios sin registro	Dificultad para acceder a financiamiento
Problemas de control de gastos	Principal reto señalado por comerciantes	Menor control financiero
Uso limitado de herramientas administrativas	Escasa planeación estructurada	Toma de decisiones menos eficiente
Operación basada en esquemas tradicionales	Procesos empíricos de administración	Limitación del crecimiento empresarial



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de resultados de la investigación (2026).

Los indicadores identificados muestran que diversos factores administrativos y financieros pueden afectar el crecimiento empresarial. La baja formalización, las dificultades para controlar gastos y la limitada aplicación de herramientas de planeación financiera representan elementos que restringen la capacidad de las empresas para anticipar riesgos y desarrollar estrategias sostenibles de crecimiento.

Ya en el caso de las empresas comerciales de San Martín Texmelucan, la implementación de herramientas de planeación financiera puede contribuir significativamente al fortalecimiento de su estructura económica. Muchos negocios de la región operan en sectores altamente competitivos, por lo que la correcta planificación de sus recursos financieros puede marcar la diferencia entre la permanencia y el fracaso empresarial.

De igual forma, el uso de indicadores financieros permite evaluar el rendimiento del negocio y medir el impacto de las decisiones económicas. Estos indicadores proporcionan información clave sobre la rentabilidad, liquidez y solvencia de la empresa, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias de crecimiento.

En consecuencia, la planeación financiera no solo permite mejorar la administración de los recursos económicos, sino que también contribuye al desarrollo empresarial. Las empresas que implementan procesos de planificación financiera tienen mayor capacidad para anticipar riesgos, optimizar sus operaciones y fortalecer su posición en el mercado.

En relación con lo anterior, estudios académicos publicados en Redalyc señalan que “el análisis financiero constituye un instrumento esencial para evaluar el desempeño económico de las organizaciones y apoyar la toma de decisiones estratégicas dentro de la empresa” (López & Hernández, 2022). Por lo tanto, su aplicación resulta indispensable para las empresas comerciales que buscan consolidarse en el mercado.

5. Discusión

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a 310 comerciantes del municipio de San Martín Texmelucan permitieron identificar características relevantes relacionadas con las prácticas administrativas y financieras de los negocios locales. El análisis de la información evidenció condiciones que pueden influir directamente en la capacidad de crecimiento y sostenibilidad empresarial.

En primer lugar, respecto al tipo de asociación o formalización empresarial, se identificó que 176 empresas, equivalentes al 56.8% de la muestra, operan como negocios de una sola persona propietaria sin registro ante la Secretaría de Hacienda. En contraste, únicamente 11 empresas (3.5%) reportaron estar constituidas formalmente como sociedades mercantiles. Estos resultados muestran un predominio de esquemas de operación informal o con procesos administrativos limitados.



La información anterior sugiere que una proporción importante de las empresas comerciales presenta limitaciones en su estructura organizacional y financiera. La ausencia de formalización puede restringir el acceso a financiamiento, programas de apoyo gubernamental y herramientas de planeación que contribuyan al crecimiento empresarial.

Asimismo, los resultados permitieron identificar que la principal dificultad financiera señalada por los participantes corresponde al control de gastos y costos. Un total de 116 comerciantes (37.4%) indicó que enfrenta dificultades para administrar adecuadamente este aspecto. En segundo lugar, 69 participantes (22.3%) señalaron problemas relacionados con insuficiencia de recursos económicos para cubrir gastos operativos.

Estos hallazgos evidencian que gran parte de las empresas enfrenta problemas vinculados con la administración financiera cotidiana. La falta de mecanismos de control y seguimiento financiero puede generar dificultades para evaluar la rentabilidad del negocio y limitar la toma de decisiones estratégicas.

De igual manera, los resultados relacionados con el tipo de comercio mostraron que 263 negocios (84.8%) corresponden a comerciantes establecidos con locales fijos, mientras que únicamente 47 (15.2%) operan mediante puestos semifijos. Este dato indica que la mayoría de los negocios cuenta con una estructura física relativamente estable, condición que podría favorecer la implementación de procesos formales de gestión y planeación financiera.

A partir de los resultados obtenidos se observa una relación entre la ausencia de prácticas administrativas estructuradas y las dificultades para gestionar recursos financieros. Las empresas que presentan limitaciones en procesos de registro, control financiero y organización administrativa pueden enfrentar mayores obstáculos para alcanzar crecimiento sostenido.

Los hallazgos coinciden con estudios previos que señalan que la planeación financiera constituye una herramienta fundamental para mejorar la toma de decisiones, fortalecer la administración del flujo de efectivo y favorecer el desarrollo empresarial. En este sentido, los resultados obtenidos permiten afirmar que la implementación de estrategias de planeación financiera puede representar un elemento relevante para fortalecer la competitividad y sostenibilidad de las empresas comerciales de San Martín Texmelucan.

6. Conclusiones

En el caso de incluir apéndice, éste no deberá exceder de 1 cuartilla (incluyendo figuras y tablas), los cuales deberán observar los mismos requisitos para la elaboración de trabajos escritos.



Los resultados obtenidos permiten establecer que la planeación financiera se configura como un factor fundamental para el fortalecimiento empresarial. Su importancia radica en la capacidad que posee para ordenar y gestionar los recursos económicos de manera eficiente, lo que se traduce directamente en una mejora sustancial del control sobre los ingresos, los egresos y la situación general de la organización. Al contar con una base planificada, las empresas pueden anticipar sus necesidades y mantener una estabilidad que sirve de pilar para el desarrollo de sus actividades diarias y a largo plazo.

Además, esta herramienta resulta determinante al brindar información confiable y estructurada que apoya la toma de decisiones. Cuando se cuenta con datos precisos y proyecciones realistas, los responsables de la gestión empresarial pueden elegir los caminos más adecuados para el crecimiento, la inversión y la resolución de problemas, evitando actuaciones basadas en la intuición o en la incertidumbre. De esta forma, la planeación financiera transforma la gestión de los negocios, convirtiéndola en un proceso más estratégico y orientado a alcanzar objetivos concretos.

Sin embargo, durante el desarrollo del estudio se identificaron dificultades importantes que limitan el desarrollo óptimo de estas prácticas. Los principales obstáculos se encuentran relacionados con la dificultad para llevar un control riguroso de los gastos, así como con la persistencia de prácticas administrativas informales que impiden la formalización y el ordenamiento de las operaciones. Estas condiciones no solo afectan la gestión interna, sino que también actúan como barreras que reducen las posibilidades de expansión, modernización y acceso a nuevas oportunidades de mercado, por lo que resulta indispensable abordarlas de manera directa.

Ante este escenario, se evidencia la necesidad de promover acciones que contribuyan a superar estas limitaciones. Es fundamental facilitar el acceso a herramientas financieras adecuadas y adaptadas a las necesidades de los comerciantes, así como impulsar procesos de capacitación que fortalezcan sus conocimientos y habilidades en materia de gestión económica y administrativa. Por otra parte, este trabajo deja abiertas líneas de investigación para el futuro, donde se podrá ampliar el análisis considerando otras regiones y sectores económicos, con el fin de obtener una perspectiva más amplia que permita comprender mejor la situación general y proponer soluciones más integrales.

7. Referencias

- Asociación de Emprendedores de México. (2022). Situación de las PyMES en México 2022. ASEM. <https://asem.mx/wp-content/uploads/2022/04/Reporte-de-Pymes-en-Mexico-2022.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). Censos Económicos 2023: Resultados oportunos. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2023/>



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Estadísticas a propósito de las micro, pequeñas y medianas empresas en México. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_PYMES22.pdf
- López, J., Méndez, J., & Flores, R. (2021). Planeación financiera y su impacto en el crecimiento de las pequeñas y medianas empresas. *Revista Contaduría y Administración*, 66(3), 1-18. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422021000300001
- Martínez, L., & García, P. (2023). Gestión financiera y competitividad empresarial en pequeñas empresas comerciales. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(2), 120-135. <https://www.redalyc.org/journal/280/28073212009/html/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023). Perspectivas de las PYMES y el emprendimiento 2023. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/cfe/smes/>
- Rodríguez, M., & Pérez, A. (2022). Planeación financiera como estrategia para el crecimiento empresarial. *Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 11(22), 1-15. <https://www.redalyc.org/journal/5518/551870562005/html/>
- Secretaría de Economía. (2023). Las micro, pequeñas y medianas empresas en México. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/se/articulos/micro-pequenas-y-medianas-empresas-en-mexico>
- Vargas, D., & Hernández, C. (2020). Importancia de la planeación financiera en el desarrollo empresarial. *Revista Espacios*, 41(34), 45-55. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n34/a20v41n34p04.pdf>
- Zamora, E., & Torres, F. (2021). Planeación financiera y toma de decisiones en empresas comerciales. *Revista de Investigación Administrativa*, 50(2), 89-102. <https://www.redalyc.org/journal/4259/425968042003/html/>



BIOSEGURIDAD Y GANADERÍA DE PRECISIÓN: DISEÑO CONCEPTUAL Y DE PROCESOS PARA UNA GRANJA PORCINA

Zavala Galicia Jesús¹, Hernández Orta Myrna², Altamirano Juárez Francisco Javier³, Guevara Cortes Yovani⁴, Pérez Cedillo Iván⁵

1. Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, jesus.zg@altiplano.tecnm.mx
2. Departamento de Ingenierías, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, myrna.ho@altiplano.tecnm.mx
3. Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, francisco.aj@altiplano.tecnm.mx
4. Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, yovani.gc@altiplano.tecnm.mx
5. Departamento de Ciencias Económico Administrativas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, ivan.pc@altiplano.tecnm.mx

Resumen: La producción porcina moderna enfrenta importantes desafíos relacionados con la eficiencia productiva, el bienestar animal y la bioseguridad sanitaria. En México, muchas unidades productivas presentan limitaciones en el diseño de sus instalaciones y en la gestión de los procesos productivos, lo que afectan su rentabilidad y sostenibilidad. El objetivo de este estudio fue desarrollar un modelo conceptual de diseño y gestión para una granja porcina especializada en la producción de lechones, integrando principios de bienestar animal, bioseguridad y herramientas de ganadería de precisión. La metodología consistió en un estudio descriptivo y propositivo basado en ingeniería de procesos, diseño de layout sanitario y análisis de indicadores clave de desempeño (KPI). Como resultado, se obtuvo un modelo integral de granja con zonificación sanitaria, protocolo de manejo productivo por etapa fisiológica y un sistema digital de registro para la gestión de datos productivos y ambientales. El modelo permite mejorar la toma de decisiones mediante monitoreo de indicadores como tasa de partos, conversión alimenticia, ganancia media, diaria y mortalidad. Se concluye que la integración de bioseguridad, bienestar animal y digitalización productiva constituye una estrategia viable para incrementar la eficiencia y sostenibilidad de la producción porcina.

Palabras Clave: Producción porcina, bienestar animal, seguridad biológica KPI.



Abstract: Modern pig production faces significant challenges related to productivity efficiency, animal welfare and biosecurity management. In Mexico, many production units present limitations in facility design and productive process management, affecting profitability and sustainability. The objective of this study was to develop a conceptual design and management model for a pig farm specialized in piglet production, integrating animal welfare principles, biosecurity measures and precision livestock farming technologies. The methodology consisted of a descriptive and propositional study based on process engineering, sanitary layout design and analysis of key performance indicators (KPI). The results propose an integrated farm model with sanitary zoning, production management protocols and a digital data recording system for productive and environmental variables. The model allows decision-making based on indicators such as farrowing rate, feed conversion, daily weight gain and mortality. It is concluded that integrating biosecurity, animal welfare and digital monitoring improves efficiency and sustainability in pig production systems.

Keywords: pig production, animal welfare, precision livestock farming, KPI.

1. Introducción

La producción porcina constituye una de las principales fuentes de proteína animal a nivel mundial. De acuerdo con El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (2026) la producción mundial de carne de cerdo se proyecta en 120.2 Millones de Toneladas (Mt), lo que representa un crecimiento de 0.6% a comparación con el 2025, en incrementos de los países de Estos Unidos, Brasil, China y Canada. En México se incrementa su producción en un 2.9%, por lo que se mantendría como el principal importador mundial y de Latinoamérica con un 1.7 Mt, lo que sería un incremento de 3.9% respecto a 2025. En las últimas décadas, el consumo de carne de cerdo ha experimentado un crecimiento sostenido debido al aumento de la población mundial, la urbanización y la necesidad de garantizar el abastecimiento de alimentos de origen animal. En el consumo latinoamericano alcanzó los 10 Mt y estuvo compuesto en un 77 % por producción interna y un 23 % por producto importado. En el mercado mexicano operó en 2025 con una oferta robusta que hizo que el consumo aparente creciera un 9,3% lo que lleva a un aumento de consumo per capital a 23% kg/habitante, para el 2026 el consumo interno alcanzaría a 2.9 Mt, un 5% más que en 2025 (Departamento de Economía y Sostenibilidad de Latinoamérica, 2026). En este contexto, la porcicultura se ha consolidado como una actividad productiva de gran relevancia económica y social, particularmente en países con sistemas agropecuarios en desarrollo. No obstante, el crecimiento de la demanda de carne de cerdo ha generado nuevas exigencias relacionadas con la sostenibilidad de los sistemas productivos, el bienestar animal y control sanitario dentro de las unidades de producción. Estas exigencias han impulsado la modernización de los sistemas porcinos mediante la incorporación de prácticas de manejo más eficientes, el desarrollo de infraestructura adecuada y la implementación de tecnologías orientadas a mejorar la productividad y reducir riesgos sanitarios.

En este contexto, la bioseguridad se ha convertido en un elemento fundamental dentro de los sistemas de producción porcina, ya que permite para prevenir la introducción y propagación de patógenos mediante la



aplicación de medidas sanitarias, control de accesos, manejo adecuado de animales y diseño apropiado de las instalaciones productivas.

Paralelamente, el bienestar animal ha adquirido una importancia creciente dentro de los sistemas productivos pecuarios modernos. Diversos estudios han demostrado que las condiciones de alojamiento, la calidad del ambiente, el manejo adecuado y la reducción del estrés influyen directamente en el comportamiento, la salud y el desempeño productivo de los animales.

Por esta razón, el diseño de las instalaciones porcinas debe considerar aspectos etológicos, fisiológicos y ambientales que permitan expresar comportamientos naturales, mantener un adecuado confort térmico y reducir los factores que puedan afectar su bienestar. La integración de estos principios en el diseño de las granjas contribuye no solo mejorar las condiciones de vida de los animales, sino también a incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Otro elemento clave en la modernización del sector porcino es la incorporación de tecnologías digitales para la gestión de la producción. En los últimos años han surgido el concepto de ganadería de precisión, el cual se basa en el uso de sensores, sistemas de identificación electrónica, dispositivos de monitoreo ambiental y plataformas de análisis de datos para optimizar el manejo de los animales y mejorar la toma de decisiones dentro de las unidades productivas. Estas tecnologías permiten registrar y analizar variables productivas, reproductivas y ambientales en tiempo real, facilitando la detección temprana de problemas sanitarios, la optimización de la alimentación y el control de indicadores clave de desempeño.

En este contexto, resulta necesario desarrollar modelos integrales de diseño productivo que incorpore de manera simultánea principios de bioseguridad, bienestar animal y tecnologías de monitoreo basadas en datos. La integración de estos elementos permite diseñar sistemas de producción más eficientes, resilientes y sostenibles, capaces de responder a las exigencias actuales del sector agropecuario y del mercado de alimentos.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar un modelo conceptual de diseño y gestión para una granja porcina especializada en la producción lechones, integrando principios de bioseguridad, bienestar animal y ganadería de precisión mediante herramientas de ingeniería de procesos y análisis de datos productivos. Este modelo busca proporcionar una base metodológica para el diseño de sistemas porcos tecnificados que faciliten la gestión eficiente de la producción y la toma de decisiones basada en información productiva.

2. Sustento Teórico

Bienestar Animal en Porcicultura

El bienestar animal constituye uno de los pilares fundamentales en los sistemas modernos de producción pecuaria. En el caso de la porcicultura, este concepto se basa en el reconocimiento de las necesidades fisiológicas, etológicas y sanitarias de los animales dentro de los sistemas productivos. De acuerdo con el



Consejo de Bienestar Animal para Animales de Granja, el bienestar se sustenta en principios ampliamente aceptados como el acceso adecuado al alimento y agua, condiciones de alojamiento confortables, un estado sanitario adecuado y posibilidad de expresar comportamientos naturales (Farm Animal Welfare Council [FAWC], 2009).

En los sistemas de producción porcina, estos principios se traducen en prácticas de manejo e infraestructura que favorecen la interacción social, la termorregulación y la reducción de factores de estrés. Diversos estudios han demostrado que el bienestar animal no solo tiene implicaciones éticas, sino también productivas, ya que condiciones adecuadas de manejo y ambiente influyen directamente en parámetros como la tasa de crecimiento, la eficiencia alimenticia y el desempeño reproductivo de los animales (Sossidou, 2025).

Un concepto relevante en el análisis del bienestar animal es el denominado presupuesto diario del tiempo, el cual describe la distribución de actividades que los animales realizan durante el día, tales como descansar, alimentarse, beber e interactuar socialmente (Petherick & Rushen, 1997). Cuando el comportamiento observado se desvía significativamente de estos patrones naturales, pueden indicar la presencia de estrés, problemas sanitarios o deficiencias en las condiciones de alojamiento. Por esta razón, el monitoreo del comportamiento animal se ha convertido en un indicador clave para evaluar el bienestar dentro de los sistemas productivos.

En los últimos años, la evaluación del bienestar animal también ha incorporado herramientas tecnológicas que permiten monitorear variables fisiológicas y conductuales mediante sensores y sistemas de análisis automatizado. Estas tecnologías permiten identificar cambios en el comportamiento de los análisis y detectar tempranamente posibles problemas sanitarios o ambientales, lo que contribuyen a mejorar la gestión del bienestar en las granjas porcinas (Benjamin & Yik, 2019; Nasirahmadi et al., 2022).

Desde una perspectiva productiva, el bienestar animal debe entenderse como un componente integral del sistema de producción. Broom (2024) sugiere que los sistemas de alojamiento que permiten mayor libertad de movimiento y mejores condiciones ambientales generan animales con mayor libertad de movimiento y mejores indicadores productivos, lo que refuerza la relación entre bienestar, sostenibilidad y eficiencia productiva.

Bioseguridad en granjas porcinas

La bioseguridad es un conjunto de medidas preventivas destinadas a reducir el riesgo de introducción y transmisión de agentes patógenos dentro de las unidades de producción animal. En la revista mexicana *Topigs Norsvin* (2026) menciona que, en la porcicultura moderna, la bioseguridad constituye un componente esencial para garantizar la estabilidad sanitaria de las granjas y prevenir brotes de enfermedades que puedan comprometer la productividad del sistema. Diferentes tipos de enfermedades afectan a las operaciones actuales, las enfermedades de categoría A, Peste Porcina Africana (PPA), la cual es altamente contagiosa y puede propagarse rápidamente, con una tasa de mortalidad casi del 100%



y sin vacuna global. La peste porcina clásica también conocida como cólera porcina es altamente transmisible, sin embargo, existen vacunas efectivas y actualmente está controlada. Siguiendo con el síndrome reproductivo y respiratorio porcino, la diarrea endémica porcina y la gripa porcina lo que conlleva a desafíos para las granjas y regiones afectadas. Esta última también conocida como gripe A (H1N1) es una enfermedad vírica que afecta principalmente a los cerdos, sin embargo, se ha detectado en humanos, pavos y patos cuando están en contacto directo con cerdos infectados, aunque es poco frecuente. Actualmente, Según Medline Plus, se considera un virus de gripe común y ya está incluido en la vacuna antigripal anual.

Las estrategias de bioseguridad incluyen prácticas como el control de acceso de personas y vehículos, el manejo adecuado de animales de reemplazo, la implementación de protocolos de limpieza y desinfección, y el diseño de instalaciones que minimicen el riesgo de contaminación cruzada (Otake, Yoshida & Dee, 2024). Estas medidas son particularmente relevantes en el caso de enfermedades virales altamente contagiosas, como el síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS) o la diarrea epidémica porcina (PED), las cuales han generado importantes pérdidas económicas en el sector porcino a nivel internacional. Entre las prácticas más utilizadas dentro de los programas de bioseguridad se encuentran el sistema “todo dentro-todo fuera”, el cual consiste en agrupar animales de edades similares dentro de una misma instalación y realizar procesos completos de limpieza y desinfección entre cada lote productivo. Este sistema permite reducir significativamente la transmisión de patógenos entre diferentes grupos de animales y mejorar el control sanitario dentro de la granja (Holtkamp, 2019).

Asimismo, el manejo adecuado de animales de reemplazo constituye una estrategia fundamental para prevenir la introducción de enfermedades. La implementación de periodos de cuarentena, el uso de semen certificado libre de patógenos y el monitoreo sanitario de los animales antes de su incorporación al sistema productivo son practicas ampliamente recomendadas en los programas de bioseguridad (Juárez, I., Ponce, J.B., Álvarez, G.F. y López, M.I. (2025).

En este contexto, el diseño de las instalaciones porcinas juega un papel fundamental dentro de la estratégica de bioseguridad. La zonificación sanitaria de las granjas, el establecimiento de flujos unidireccionales de animales y personal, y la implementación de barreras físicas y sanitarias contribuyen a reducir el riesgo de transmisión de enfermedades y a mejorar el control sanitario de los sistemas productivos.

Gestión de la producción porcina e indicadores clave de desempeño

De acuerdo con Cedrovét (2023) la gestión eficiente de una granja porcina requiere el monitoreo continuo de indicadores productivos que permiten evaluar el desempeño del sistema y tomar decisiones basadas en datos. Estos indicadores, comúnmente conocidos como Key Performance Indicators (KPI), permiten analizar el comportamiento productivo, sanitario y económico de las unidades de producción. Dentro de los indicadores reproductivos más relevantes se encuentran el número de servicios por semana, la tasa



de partos y números de lechones nacidos vivos por camada. Estos parámetros permiten evaluar la eficiencia reproductiva del sistema y planificar adecuadamente el flujo productivo de la granja.

En cuanto a los indicadores de crecimiento, la ganancia media diaria (GMD) y el índice de conversión alimenticia (ICA) son variables ampliamente utilizadas para evaluar el desempeño productivo de los animales. La ganancia media diaria refleja la velocidad de crecimiento de los animales, mientras que el índice de conversión alimenticia indica la eficiencia con la que los animales transforma el alimento consumido en peso corporal (Cedrovet, 2023).

Los indicadores sanitarios también desempeñan un papel fundamental en la gestión de las granjas porcinas. La tasa de mortalidad en cada fase productiva permite identificar posibles problemas sanitarios, evaluar la efectividad de las prácticas de manejo y establecer estrategias de mejora en el sistema productivo (Jiménez, 2021).

Finalmente, los indicadores económicos, como el costo de producción por animal o por kilogramo de carne producido, permite evaluar la rentabilidad de la explotación y analizar la eficiencia del sistema productivo desde una perspectiva económica.

La integración de estos indicadores dentro de los sistemas de gestión permite a los productores identificar áreas de mejora, optimizar el uso de los recursos y mejorar la conectividad de las unidades productivas (Cedrovet, 2023)

Ganadería de precisión y digitalización de granjas

En los últimos años, la incorporación de tecnologías digitales ha transformado significativamente la gestión de los sistemas pecuarios. El concepto de ganadería de precisión se refiere al uso de sensores, dispositivos electrónicos y sistemas de análisis de datos de monitorear y optimizar los procesos productivos dentro de las explotaciones ganaderas. En el caso de la porcicultura, estas tecnologías permiten registrar variables ambientales como temperatura, humedad y concentración de gases, así como variables productivas relacionales con el crecimiento, el consumo de alimento y el comportamiento de los animales. La integración de estos datos facilita la detección temprana de problemas sanitarios y permite implementar estrategias de manejo más eficientes (Porcinews, 2023; Nasirahmadi, 2022).

Entre las aplicaciones más relevantes de la ganadería de precisión, en la producción porcina se encuentran los sistemas automatizados de alimentación, el monitoreo ambiental mediante sensores, la identificación electrónica de animales y los sistemas de análisis de comportamiento mediante cámaras y algoritmos de inteligencia artificial (BM Editores, 2025).

En la revista Beyond farm Guardian (2025) nos indica que la digitalización de las granjas también facilita el cumplimiento de normativas relacionadas con el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental, al permitir el monitoreo continuo de variables críticas como la concentración de gases, la calidad de aire y las condiciones de iluminación dentro de las instalaciones. Desde una perspectiva de gestión, la integración de sistemas de monitoreo digital y análisis de datos permiten transformar la toma de decisiones dentro de



las granjas porcinas. En lugar de depender exclusivamente de observaciones empíricas, los productores pueden basar sus decisiones en información objetiva y en indicadores productivos obtenidos en tiempo real.

En este sentido, la convergencia entre bienestar animal, bioseguridad, gestión productiva e incorporación de tecnologías digitales constituye una estrategia integral para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad de los sistemas de producción porcina.

3. Metodología

El presente estudio corresponde a un estudio de caso de carácter conceptual orientado al diseño de procesos productivos, con un enfoque descriptivo y propositivo. La investigación no contempla la implementación física de la granja porcina, sino el desarrollo de un modelo conceptual de diseño y gestión productiva, fundamentado en la revisión de literatura científica, documentos técnicos especializados y buenas prácticas utilizadas en sistemas moderno de producción porcina.

La metodología se estructuró siguiendo el enfoque del modelo IMRD (Introducción, Método, Resultado y Discusión), el cual permite organizar el proceso de investigación de manera sistemática y facilitar la comprensión y replicabilidad de estudio. En este contexto, la fase metodológica se orientó al diseño de un sistema productivo que integre principios de bioseguridad, bienestar animal, gestión productiva y tecnologías de ganadería de precisión.

Para el desarrollo del modelo conceptual se establecieron cuatro metodologías principales, las cuales se describen a continuación.

Fase 1. Diseño del Layout y zonificación sanitaria

La primera fase consistió en el diseño conceptual del layout de la granja porcina, aplicando principios de bioseguridad utilizados en sistemas modernos de producción animal. El diseño se basó en lineamientos técnicos utilizados en programas bioseguridad porcina, considerando la separación funcional de áreas productivas y la reducción del riesgo de transmisión de enfermedades. Para ello se definieron los siguientes criterios de diseño:

Zonificación sanitaria.

Se estableció una separación clara entre áreas con diferente estatus sanitario dentro de la granja, distinguiendo tres zonas principales:

- Zona sucia (Acceso externo y logística)
- Zona limpia (Control sanitario y transición)
- Zona de producción (Áreas donde se alojan los animales)

Esta zonificación permite controlar el acceso a las instalaciones y reducir la probabilidad de introducción de agentes patógenos.



Definición de flujos operativos.

Se diseñaron flujos unidireccionales para el movimiento de animales, personal, materiales y vehículos dentro de la granja. Este principio busca evitar cruces entre diferentes flujos operativos que puedan generar contaminación cruzada o transmisión de enfermedades.

Barreras sanitarias.

Se identificaron puntos críticos dentro del sistema productivo donde se deben implementar medidas de bioseguridad, tales como pediluvios, arcos de desinfección, vestidores sanitarios y áreas de cambio de ropa.

Distribución de áreas funcionales.

El layout incluyó la planificación de las principales áreas operativas de la granja:

- Área administrativa
- Bodegas de almacenamiento de alimento
- Área de cuarentena
- Corrales de gestación
- Salas de parto
- Áreas de lactancia
- Áreas de destete
- Zona de manejo de residuos

El diseño conceptual del layout se representó mediante diagramas de flujo y planos esquemático desarrollados con software de diseño asistido por computadora, con el objetivo de visualizar la distribución espacial de las instalaciones y los flujos operativos dentro del sistema de productivo.

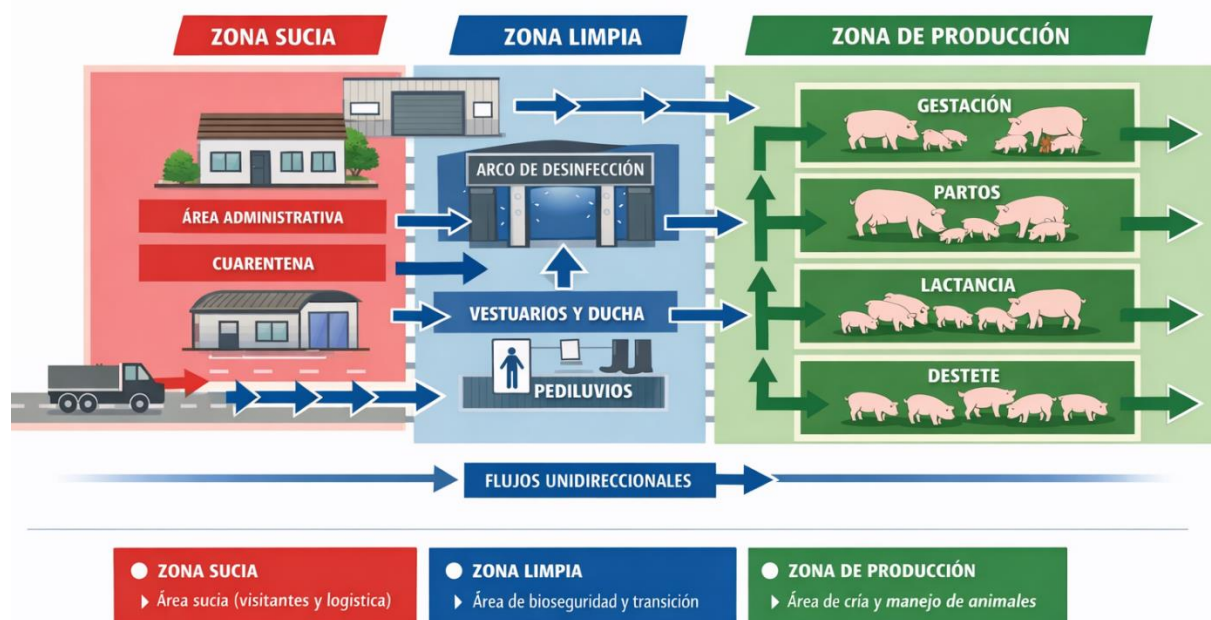
4. Resultados

Diseño del layout y zonificación sanitaria de la grana porcina

El diseño del layout propuesto establece una organización espacial basada en criterios de bioseguridad, control sanitario y eficiencia operativa en sistemas de producción porcina. Como se muestra en la Figura 1, el modelo de distribución de la granja se estructura mediante tres zonas funcionales principales: zona sucia, zona limpia y zona de producción, las cuales se encuentran conectadas mediante flujos operativos unidireccionales para personas, animales y vehículos con el objetivo de reducir el riesgo de contaminación cruzada y mejora el control sanitario dentro del sistema productivo



Figura 1. Diseño conceptual del layout y zonificación sanitaria de una granja porcina



La zona sucia corresponde al área externa de la granja, donde se ubican las actividades relacionadas con el acceso logístico y administrativo. En esta zona se localizan el área administrativa, la zona de recepción y las áreas destinadas a visitantes y transporte de animales. La función principal de esta zona es actuar como un primer filtro sanitario para evitar el ingreso directo de posibles contaminantes al área productiva. Posteriormente, se encuentra la zona limpia que funciona como un área de transición sanitaria entre el exterior y la zona de producción. Esta zona incluye instalaciones de bioseguridad como arcos de desinfección, vestuarios con ducha sanitaria y pediluvios, los cuales permiten realizar el cambio de ropa y calzado antes del ingreso a las áreas de producción. Estas medidas son fundamentales para reducir el riesgo de introducción de patógenos en la granja.

Fase 2. Diseño de los procesos productivos

La segunda fase consistió en el diseño de los procesos productivos asociados a cada etapa del ciclo productivo porcino, considerando el bienestar animal, manejo zootécnico y eficiencia productiva. Se definieron protocolos de manejo para las siguientes etapas:

Gestación

Durante la etapa de gestación se propone el uso de corrales grupales con camas profundas, las cuales permiten mayor movilidad de las cerdas, interacción social y reducción del estrés. El sistema contempla:

- Alimentación individualizada mediante estaciones electrónicas.



- Monitoreo de condición corporal.
- Detección de celo y registro de servicios productivos.

Estas prácticas permiten mejorar el manejo reproductivo y optimizar el control de los ciclos reproductivos.

Parto

En la etapa de parto se planteó la utilización de parideras individuales, diseñadas para garantizar el confort de la cerda y la protección de los lechones recién nacidos.

Las condiciones ambientales se controlan mediante sensores que regulan variables como temperatura y ventilación. Asimismo, se definieron protocolos de manejo para la atención del parto y el cuidado de los lechones, incluyendo:

- Suministro de calostro.
- Aplicación de hierro.
- Monitoreo sanitario neonatal.

Lactancia

Durante la fase de lactancia se estableció un sistema de manejo en bandas productivas de destete programado entre 21 y 28 días de edad.

Se implementaron sistemas de alimentación para lechones y monitoreo continuo de variables productivas, tales como:

- Consumo de alimento.
- Peso corporal.
- Estado sanitario.

Estos parámetros permiten evaluar el desempeño productivo de los animales durante esta etapa.

Destete

La etapa de destete se diseñó bajo el principio de manejo “todo dentro-todo fuera”, el cual consiste en alojar animales de edades similares dentro de una misma área y realizar procesos completos de limpieza y desinfección entre cada lote productivo.

Los animales se alojan en estructuras con camas profundas que facilitan la transición hacia las etapas posteriores de crecimiento.



Figura 2: *Diseño conceptual de los procesos productivos en una granja porcina*



En la figura 2 muestra las principales etapas del ciclo reproductivo porcino: gestación, parto, lactancia y destete. En cada fase se establecen protocolos de manejo orientados al bienestar animal, la eficiencia productiva y el control sanitario, incluyendo alojamiento adecuado, sistemas de alimentación, monitoreo productivo y manejo sanitario de los animales.

Fase 3. Diseño del sistema digital de registro productivo.

La tercera etapa consistió en el diseño conceptual de un sistema digital de registro de información productiva, basado en principios de ganadería precisión. El sistema propuesto se estructura en los siguientes componentes:

Arquitectura del sistema

El sistema digital contempla una base de datos centralizada en la nube, lo que permite almacenar información productiva de forma segura y facilitar su acceso desde diferentes dispositivos.

La interfaz de usuario puede ser utilizada desde computadoras o dispositivos móviles, permitiendo el registro y consulta de información en tiempo real.

Asimismo, el sistema contempla la integración de sensores ambientales para el monitoreo automático de variables productivas.

Variables por registrar

El sistema contempla el registro de cuatro tipos principales de información:

Variables reproductivas

- Fechas de servicios
- Detección de celo
- Fecha de parto
- Número de lechones nacidos



Variables productivas

- Consumo de alimento
- Peso corporal
- Ganancia media diaria
- Índice de conversión alimenticia

Variables sanitarias

- Tratamientos aplicados
- Mortalidad
- Morbilidad
- Vacunaciones

Variables ambientales

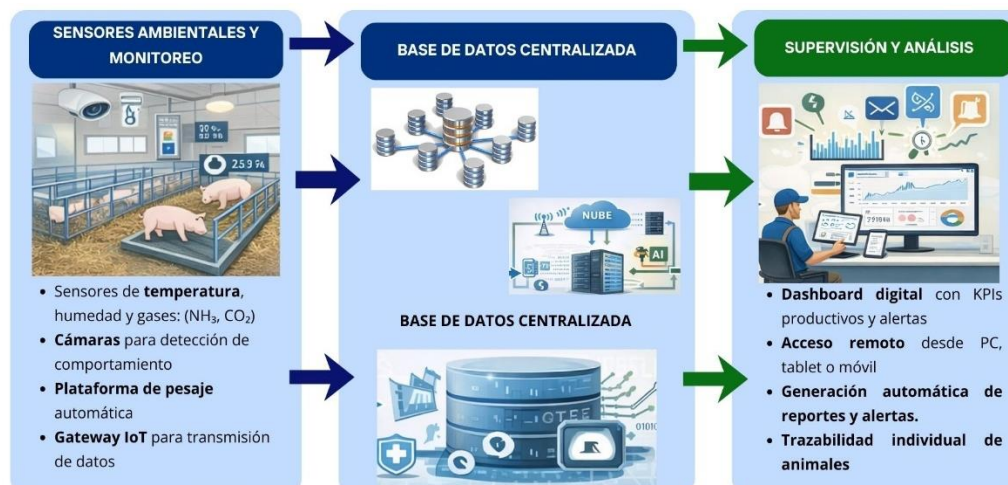
- Temperatura
- Humedad relativa
- Concentración de gases (NH3 y CO2)

Funcionalidades del Sistema

El sistema digital permite:

- Generación automática de reportes productivos.
- Cálculo de indicadores clave de desempeño (KPI).
- Emisión de alertas tempranas ante desviaciones productivas.
- Trazabilidad individual de los animales mediante identificación electrónica.
- Acceso remoto para supervisión y toma de decisiones.

Figura 3: *Diseño del sistema digital de registro productivo*



En la figura 3 presenta la arquitectura general del sistema de ganadería de precisión basado en sensores

ambientales, cámaras de monitoreo y dispositivos de captura de datos productivos. La información recolectada es transmitida a una base de datos centralizada en la nube, donde es procesada mediante herramientas de análisis y sistemas de inteligencia artificial. El sistema permite la generación de reportes automáticos, monitoreo de indicadores productivos (KPI), alertas tempranas y supervisión remota mediante interfaces digitales accesibles desde computadoras o dispositivos móviles.

Figura 4. Módulos del sistema digital de registro productivo para una granja porcina



La figura 4 muestra la estructura funcional de un sistema digital de gestión productiva basado en ganaría de precisión. El sistema integra distintos módulos de información: reproductivo, productivo, sanitario y ambiental, los cuales permiten registrar datos relacionados con eventos productivos, consumo de alimentos, crecimientos de los animales, tratamientos sanitarios y condiciones ambientales de las instalaciones. Asimismo, incorpora módulos de notificaciones y análisis de datos que permiten generar alertas automáticas, reporte periódicos y tableros de control con indicadores clave de desempeño (KPI), facilitando la toma de decisiones y el monitoreo remoto de la producción.

Fase 4. Selección de indicadores clave de desempeño (KPI)

La última fase metodológica consistió en la identificación y selección de indicadores clave de desempeño (KPI) utilizados en la gestión de sistemas porcinos.

Estos indicadores se seleccionaron a partir de la revisión de literatura técnica especializada y permite evaluar el desempeño reproductivo, productivo, sanitario y económico de la granja. Los principales indicadores utilizados fueron:

Indicadores reproductivos:

- Tasa de partos



- Lechones nacidos vivos por camada.
- Lechones destetados por cerda por año.

Indicadores de crecimiento.

- Ganancia media diaria (GMD).
- Índice de conversión alimenticia (ICA).

Indicadores sanitarios.

- Mortalidad en lactancia.
- Mortalidad en crecimiento.

Indicadores económicos.

- Kilogramos destetados por cerda de año.

Estos indicadores permiten evaluar de manera integral el desempeño del sistema productivo y facilitan la toma de decisiones orientadas a mejorar la eficiencia de la granja.

Figura 5. Selección de indicadores clave de desempeño (KPI) para la gestión productiva en una granja porcina.



La figura 5 presenta los principales indicadores utilizados para evaluar el desempeño productivo, sanitario y económico de una unidad de producción porcina. Entre los KPI más relevantes se incluyen la tasa de partos, el número de lechones destetados por cerda por año, la ganancia diaria de peso, el índice de conversión alimenticia, la mortalidad y los costos de alimentaciones. Estos indicadores permiten monitorear el rendimiento del sistema productivo, identificar desviaciones en los parámetros de producción y facilitar la toma de decisiones basadas en datos dentro de la gestión técnica de la granja.



Figura 6. *Diseño conceptual de la plataforma digital para la gestión integral de la producción porcina.*



La figura 6 indica la arquitectura del sistema integra módulos de información reproductiva, productiva, sanitaria y ambiental mediante una infraestructura de almacenamiento en la nube y dispositivos de acceso remoto (computadora, tableta y teléfono móvil). El sistema permite la captura, procesamiento y visualización de datos productivos en tiempo real, generando indicadores clave de desempeño (KPI), alertas automáticas y reportes analíticos para apoyar la toma de decisiones en la gestión de la granja porcina.

Figura 7. *Interfaz del sistema digital de gestión productiva para una granja porcina.*



La figura 7 muestra la ventana del sistema muestra un panel de control (dashboard) que integra indicadores productivos, reproductivos, sanitarios y ambientales mediante gráficos, métricas y alertas automáticas. La plataforma permite visualizar en tiempo real variables como lechones destetados, ganancia media diaria (GMD), índice de conversión alimenticia (ICA), mortalidad y costos de alimentación, facilitando el monitoreo del desempeño de la granja y la toma de decisiones basada en datos.



Limitaciones

La principal limitación de este estudio radica en que el modelo propuesto no ha sido aplicado ni validado en una granja porcina en condiciones reales de producción. El trabajo se desarrolló bajo un enfoque conceptual y de diseño, sustentado en la revisión de literatura científica reciente y en la integración de principios técnicos de bioseguridad, manejo productivo y digitalización de sistemas pecuarios.

En consecuencia, los resultados presentados corresponden a una propuesta teórica de organización productiva y gestión digital, por lo que no se dispone de evidencia empírica obtenida mediante su implementación en un sistema productivo real. Esta situación limita la posibilidad de evaluar de manera directa el impacto del modelo sobre indicadores productivos, sanitarios y económicos.

Derivado de lo anterior, se reconoce la necesidad de desarrollar una fase posterior de validación aplicada, mediante la implementación piloto del sistema en una granja porcina operativa. Este proceso permitiría analizar el comportamiento real de los indicadores clave de desempeño, validar los protocolos de manejo propuestos y realizar ajustes al modelo de acuerdo con las condiciones productivas, ambientales y tecnológicas específicas del sistema de producción.

5. Conclusiones

El presente estudio permitió desarrollar un modelo conceptual integral para el diseño y gestión de una granja porcina especializada en la producción de lechones, integrando principios de bioseguridad, bienestar animal y herramientas de ganadería de precisión. El modelo propuesto organiza la infraestructura productiva mediante tres zonas sanitarias (zona sucia, zona limpia y zona de producción) y establece flujos unidireccionales de animales, personal y materiales, lo cual representa una estrategia clave para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades dentro de sistemas intensivos de producción porcina.

En términos productivos, el sistema de gestión propuesto se basa en el monitoreo de indicadores clave de desempeño (KPI) que permiten evaluar el funcionamiento del sistema. Entre los valores de referencia definidos destacan una tasa de partos superior al 85 %, más de 26 lechones destetados por cerda por año, una ganancia media diaria mayor a 600 g/día y un índice de conversión alimenticia menor a 2.5 kg/kg. Estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados en sistemas porcinos tecnificados a nivel internacional, los cuales reportan tasas de partos entre 82 % y 88 % y conversiones alimenticias entre 2.4 y 2.7 kg/kg, lo que sugiere que el modelo diseñado es consistente con los estándares productivos observados en granjas de alto desempeño.

Asimismo, el diseño del sistema digital de registro productivo permite integrar información reproductiva, sanitaria, ambiental y productiva mediante una arquitectura basada en sensores, identificación electrónica de animales y almacenamiento de datos en la nube, lo que facilita la generación automática de reportes, alertas tempranas y dashboards de monitoreo. La integración de estos componentes tecnológicos permite transformar los registros zootécnicos tradicionales en información analítica para la toma de decisiones, lo cual coincide con las tendencias actuales de digitalización en la ganadería de precisión.



Desde una perspectiva aplicada, el modelo desarrollado presenta al menos dos aplicaciones relevantes dentro del sector agropecuario. En primer lugar, puede utilizarse como herramienta de planificación y diseño de nuevas unidades de producción porcina, permitiendo integrar criterios de bioseguridad, bienestar animal y eficiencia productiva desde la etapa de diseño de las instalaciones. En segundo lugar, el sistema digital propuesto puede funcionar como plataforma de monitoreo productivo para la gestión técnica de granjas porcinas, facilitando el análisis de indicadores productivos y la detección temprana de desviaciones sanitarias o productivas.

En conjunto, los resultados del presente estudio sugieren que la integración de diseño sanitario, protocolos de manejo productivo y sistemas digitales de monitoreo constituye una estrategia viable para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad de los sistemas de producción porcina. No obstante, se recomienda realizar estudios posteriores de validación en granjas operativas que permitan evaluar el desempeño del modelo en condiciones reales de producción y cuantificar su impacto sobre los indicadores productivos, sanitarios y económicos del sistema.

6. Referencias

- Benjamin & Yik, (2019) Precision Livestock Farming in Swine Welfare: A Review for Swine Practitioners. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ani9040133>
- Beyond Farm Guard. (2025). Bienestar animal en granjas porcinas: La importancia del monitoreo continuo. <https://www.farmguardian.net/es/blog/animal-welfare/> revista
- Bm Editors. (2025). Innovación tecnológica en la producción porcina. <https://bmeditores.mx/porcicultura/innovacion-tecnologica-en-la-produccion-porcina/>
- Broom, D.M.(2024). Bienestar animal. In Etología aplicada: fundamento científico del comportamiento y bienestar animal. Universidad Autónoma de México.
- Cedrovet. (2023). Los KPI de la producción porcina. *Revista de Producción Porcina*. Recuperado de <https://cedrovet.com.bo/blog/porcos/los-kpi-de-la-produccion-porcina/>
- Comunidad Profesional Porcina.Porcicultura (2026). Primera actualización de las estimaciones del USDA para 2026 https://www.3tres3.com/es-mx/ultima-hora/porcicultura-mundial-actualizacion-de-las-estimaciones-del-usda-2026_17363/
- Farm Animal Welfare Council [FAWC].(2009). Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7d89fe40f0b64fe6c24508/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past__Present_and_Future.pdf
- Juárez, I., Ponce, J.B., Álvarez, G.F. y López, M.I. (2025). Tecnologías para la productividad de las granjas porcinas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
- Holtkamp, P., Friedrich, F., Stratamann, E., Mix, A., Neumann, B., Stammeler, H. y Mitzel, N. (2019). A Neutral Geminal Tin/Phosphorus Frustrated Lewis Pair.



<https://doi.org/10.1002/anie.201901037>Digital Object Identifier (DOI)

- Otake, S., Yoshida, M., & Dee, S. (2024). A Review of Swine Breeding Herd Biosecurity in the United States to Prevent Virus Entry Using Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus as a Model Pathogen. *Animals*, 14(18), 2694. <https://doi.org/10.3390/ani14182694>
- Petherick, C. J. Rushen, J. 1997. Behavioural restriction. In *Animal Welfare*. (Eds) Appleby, M.C., Hughes, B. O. CAB International. <https://www.avicultura.mx/articulos/bienestar-de-las-aves-en-mercados-ganaderos-valoracion-de-analitos-sanguineos>
- Porcinews. (2023). ¿Cómo puede ayudar la ganadería de precisión a optimizar los resultados en la producción porcina? *Porcinews Latam*. Recuperado de <https://porcine>
- Sossidou, E., Banias, G., Batsioulas, M., Termatzidou, S., Simitzis, P., Patsios, S. y Broom, D. (2025). Modern Pig Production: Aspects of Animal Welfare, Sustainability and Circular Bioeconomy. *Sustainability*, 17(11), 5184. <https://doi.org/10.3390/su17115184>



DE LA POLÍTICA PÚBLICA A LA PARTICIPACIÓN REAL: MUJERES EN LA ESFERA POLÍTICA Y ECONÓMICA EN MÉXICO

Aguilar, Pérez-Esmeralda ¹, Hernández, Hernández-María Elena ² y Romero, Cruz-Rodolfo ³

1. División de Contador Público, Tecnológico Nacional de México-ITS de San Martín Texmelucan, esmeralda.aguilar@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Tecnológico Nacional de México-ITS de San Martín Texmelucan, elena.hernandez@smartin.tecnm.mx
3. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional (CIISDER), Universidad Autónoma de Tlaxcala, rudyc73@outlook.com

Resumen: El presente artículo analiza la relación entre las políticas públicas orientadas a la igualdad de género y la participación efectiva de las mujeres en la esfera política y económica en México. El objetivo fue examinar los avances normativos, institucionales y sociales que han impulsado la inclusión femenina en espacios de toma de decisiones, así como las limitaciones que aún persisten. Se utilizó una metodología de análisis documental y revisión de literatura especializada sobre políticas de igualdad, representación política y participación económica. Los resultados muestran que, aunque México ha desarrollado importantes reformas legislativas como la paridad de género, persisten desigualdades estructurales en el acceso a posiciones de liderazgo y en las oportunidades económicas. Se concluye que la transición de políticas públicas hacia una participación real requiere fortalecer mecanismos institucionales, culturales y económicos que reduzcan las brechas de género.

Palabras Clave: igualdad de género, participación política, participación económica, políticas públicas

Abstract: This article analyzes the relationship between public policies aimed at gender equality and the effective participation of women in the political and economic spheres in Mexico. The objective was to examine the regulatory, institutional, and social advances that have promoted women's inclusion in decision-making spaces, as well as the limitations that still persist. A methodology based on documentary analysis and review of specialized literature on equality policies, political representation, and economic participation was used. The results show that, although Mexico has developed significant legislative reforms such as gender parity, structural inequalities remain in access to leadership positions and economic opportunities. It is concluded that the transition from public policy to real participation requires strengthening institutional, cultural, and economic mechanisms to reduce gender gaps.

Keywords: gender equality; political participation; economic participation; public policy;



1. Introducción

En las últimas décadas, la igualdad de género se ha convertido en un eje central de las políticas públicas a nivel internacional, particularmente en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los cuales promueven la participación plena y efectiva de las mujeres en todos los niveles de toma de decisiones políticas, económicas y sociales (ONU Mujeres, 2023). En este contexto, diversos países han implementado reformas institucionales y programas orientados a reducir las brechas de género y a fortalecer la presencia femenina en los espacios de poder. En México, la discusión sobre la participación de las mujeres en la vida pública ha adquirido mayor relevancia durante los últimos años, especialmente a partir de las reformas electorales que introdujeron mecanismos de paridad de género en la representación política. Estas medidas han contribuido a incrementar la presencia femenina en los órganos legislativos y en otros espacios de decisión pública (Freidenberg, 2020). No obstante, la existencia de reformas legales no siempre garantiza una participación sustantiva, ya que las mujeres continúan enfrentando barreras estructurales y culturales que limitan su acceso al poder político y económico.

Históricamente, la participación de las mujeres en México ha estado condicionada por patrones sociales tradicionales que asignan roles diferenciados a hombres y mujeres. Dichos patrones han influido en la distribución del trabajo, en la participación política y en las oportunidades de desarrollo económico. Como resultado, las mujeres han tenido una presencia limitada en posiciones de liderazgo y en sectores estratégicos de la economía (PNUD, 2021).

A pesar de estos desafíos, diversos estudios han demostrado que la incorporación de mujeres en los procesos de toma de decisiones contribuye a mejorar la calidad de la democracia, fortalecer la gobernanza y promover políticas públicas más inclusivas (Krook y O'Brien, 2019). Asimismo, la participación económica de las mujeres se ha identificado como un factor clave para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible de los países (World Bank, 2022).

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar la transición de las políticas públicas orientadas a la igualdad de género hacia una participación real de las mujeres en la esfera política y económica en México. Para ello, se examinan los avances normativos e institucionales que han impulsado la inclusión femenina, así como las limitaciones estructurales que aún persisten y que obstaculizan el ejercicio pleno de sus derechos.

2. Delimitación contextual

El análisis de la participación femenina en México debe situarse dentro de un contexto histórico marcado por profundas desigualdades de género. Durante gran parte del siglo XX, las mujeres enfrentaron limitaciones legales y sociales que restringían su acceso a la educación, al empleo y a la participación política. Aunque el derecho al voto femenino fue reconocido en México en 1953, la representación de las



mujeres en cargos públicos permaneció limitada durante varias décadas (Vázquez Correa, 2018).

A partir de la década de 1990, el país comenzó a implementar políticas públicas orientadas a promover la igualdad de género, impulsadas tanto por los movimientos feministas como por los compromisos internacionales asumidos por el Estado mexicano en materia de derechos humanos. Estas políticas incluyeron la creación de instituciones especializadas en igualdad de género, programas de empoderamiento económico y reformas electorales destinadas a aumentar la representación femenina en los órganos legislativos (Inmujeres, 2022).

Uno de los avances más significativos en esta materia fue la adopción del principio de paridad de género en el sistema electoral mexicano. Esta reforma estableció que los partidos políticos deben postular el mismo número de mujeres y hombres en las candidaturas a cargos de elección popular, lo que ha permitido incrementar la presencia femenina en el Congreso y en otras instituciones públicas (Freidenberg, 2020).

Sin embargo, diversos estudios han señalado que la igualdad normativa no siempre se traduce en igualdad sustantiva. Persisten obstáculos estructurales que limitan la participación efectiva de las mujeres, entre los que destacan la violencia política de género, la desigual distribución del trabajo doméstico y de cuidados, así como las brechas salariales en el mercado laboral (Krook, 2020; PNUD, 2021).

En el ámbito económico, estas desigualdades se reflejan en menores tasas de participación laboral femenina y en una mayor concentración de mujeres en empleos informales o con menor estabilidad económica. De acuerdo con organismos internacionales, reducir estas brechas no solo representa un avance en términos de justicia social, sino también una oportunidad para impulsar el crecimiento económico y el desarrollo sostenible (World Bank, 2022).

En consecuencia, el estudio de la participación de las mujeres en la política y la economía requiere considerar tanto los avances institucionales como las dinámicas sociales y culturales que influyen en la persistencia de las desigualdades de género. Este enfoque permite comprender las limitaciones de las políticas públicas actuales y proponer estrategias orientadas a fortalecer la participación sustantiva de las mujeres en la vida pública.

3. Metodología

El estudio se desarrolló mediante un enfoque cualitativo basado en el análisis documental y la revisión bibliográfica de literatura académica y reportes institucionales relacionados con la igualdad de género en México. Se analizaron artículos científicos, informes de organismos internacionales, documentos gubernamentales y estudios especializados publicados durante los últimos años.

El proceso metodológico se estructuró en tres etapas principales. En la primera etapa se identificaron las principales políticas públicas implementadas en México para promover la participación política y económica de las mujeres. En la segunda etapa se realizó un análisis de los avances institucionales y



normativos derivados de dichas políticas. Finalmente, en la tercera etapa se examinaron las principales limitaciones y desafíos que aún afectan la participación femenina.

La selección de fuentes se basó en criterios de pertinencia temática, actualidad y relevancia académica. Asimismo, se empleó un enfoque comparativo para identificar tendencias generales y contrastar distintos estudios sobre la participación femenina en el país.

4. Desarrollo

El análisis de la participación femenina en México muestra avances importantes en las últimas décadas; sin embargo, aún persisten brechas estructurales en los ámbitos político y económico. De acuerdo con datos demográficos recientes, las mujeres representan aproximadamente 52 % de la población mexicana, lo que equivale a más de 66 millones de personas (INEGI, 2024) . A pesar de ser mayoría poblacional, su presencia en el mercado laboral y en los espacios de poder continúa siendo menor en comparación con los hombres.

a. Identificación de políticas públicas para la participación de las mujeres en México

En la primera etapa del estudio se identificaron las principales políticas públicas implementadas en México con el objetivo de promover la participación política y económica de las mujeres (Tabla 1). El análisis documental permitió reconocer que, durante las últimas tres décadas, el Estado mexicano ha impulsado diversas reformas legislativas, programas institucionales y estrategias de política pública orientadas a fortalecer la igualdad de género.

Entre las iniciativas más relevantes se encuentra la creación del Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES) en 2001, organismo encargado de promover políticas públicas que garanticen la igualdad sustantiva entre hombres y mujeres en los distintos ámbitos de la vida social y política (Inmujeres, 2022). Asimismo, se identificó la promulgación de la Ley General para la Igualdad entre Mujeres y Hombres en 2006, cuyo propósito es establecer mecanismos que permitan eliminar las formas de discriminación y promover la equidad de género en las instituciones públicas.

En el ámbito político, uno de los avances más significativos ha sido la implementación de las cuotas de género y posteriormente del principio de paridad en todo, el cual establece que los cargos de elección popular deben integrarse con una representación equilibrada entre hombres y mujeres. Esta reforma constitucional aprobada en 2019 representó un paso importante hacia la igualdad sustantiva en la participación política (Freidenberg, 2020).

En el ámbito económico, el análisis permitió identificar programas gubernamentales orientados al empoderamiento económico de las mujeres, tales como iniciativas de financiamiento para emprendimientos femeninos, programas de capacitación laboral y estrategias para promover la inclusión financiera. Estas acciones buscan reducir las brechas existentes en el acceso al empleo, el crédito y las



oportunidades de desarrollo económico (PNUD, 2021).

En conjunto, estas políticas reflejan un esfuerzo institucional por integrar la perspectiva de género en las políticas públicas y promover la participación de las mujeres en los procesos de toma de decisiones tanto en el ámbito político como en el económico.

Tabla 1

Principales políticas públicas para la igualdad de género y participación femenina en México (1990–2024)

Año	Política pública / Programa	Institución responsable	Objetivo principal
1999	Programa Nacional de la Mujer	Gobierno Federal	Incorporar la perspectiva de género en políticas públicas nacionales.
2001	Creación del Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES)	Gobierno de México	Coordinar políticas para promover la igualdad entre mujeres y hombres.
2006	Ley General para la Igualdad entre Mujeres y Hombres	Congreso de la Unión	Garantizar la igualdad sustantiva y eliminar la discriminación de género.
2007	Ley General de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia	Congreso de la Unión	Prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra las mujeres.
2013	Programa Nacional para la Igualdad de Oportunidades y No Discriminación	INMUJERES	Promover el empoderamiento económico y político de las mujeres.
2019	Reforma constitucional de paridad de género (“Paridad en todo”)	Congreso de la Unión	Garantizar representación equilibrada de mujeres y hombres en cargos públicos.
2020–2024	Programas de inclusión financiera y emprendimiento femenino	Gobierno Federal	Fortalecer la participación económica y el acceso a recursos productivos.

Fuente: Elaboración propia con base en Inmujeres (2022), PNUD (2021) y legislación mexicana.

b. Avances institucionales y normativos derivados de las políticas públicas

En la segunda etapa del análisis se examinaron los avances institucionales y normativos que se han generado a partir de la implementación de estas políticas públicas (Tabla 2). Los resultados muestran que México ha logrado avances importantes en materia de representación política femenina, posicionándose como uno de los países con mayor presencia de mujeres en los parlamentos de América Latina.

La incorporación del principio de paridad de género en el sistema electoral ha permitido aumentar significativamente el número de mujeres que ocupan cargos de elección popular. En la actualidad, las mujeres representan aproximadamente la mitad de los escaños en el Congreso de la Unión, lo que refleja el impacto positivo de las reformas electorales orientadas a promover la igualdad de género (ONU Mujeres, 2023).

Además de los avances en representación política, también se han fortalecido las instituciones encargadas de promover la igualdad de género. La creación de organismos especializados, así como la inclusión de



unidades de género en diversas dependencias gubernamentales, ha contribuido a institucionalizar la perspectiva de género en la formulación de políticas públicas (Inmujeres, 2022).

En el ámbito económico, se han desarrollado políticas orientadas a mejorar las condiciones laborales de las mujeres y a promover su participación en el mercado de trabajo. Entre estas iniciativas destacan programas de capacitación laboral, incentivos para el emprendimiento femenino y estrategias destinadas a facilitar el acceso de las mujeres a servicios financieros (World Bank, 2022).

No obstante, aunque estos avances normativos e institucionales representan un progreso significativo, diversos estudios señalan que todavía existen brechas importantes entre la igualdad formal establecida por la ley y la igualdad real en la práctica social y económica.

Tabla 2

Avances legislativos en paridad de género en México

Año	Reforma / Medida	Impacto en participación política
1993	Recomendación de cuotas de género en candidaturas	Primer intento de aumentar participación femenina.
2002	Cuotas obligatorias de género (30 %)	Incremento gradual de mujeres candidatas.
2008	Aumento de cuotas al 40 %	Mayor presencia femenina en el Congreso.
2014	Reforma constitucional de paridad (50 % candidaturas)	Igualdad formal en candidaturas legislativas.
2019	Reforma de “Paridad en todo”	Paridad en los tres poderes del Estado y niveles de gobierno.

Fuente: **Elaboración propia con base en Freidenberg (2020) y ONU Mujeres (2023).**

c. Limitaciones y desafíos en la participación femenina

En la tercera etapa del estudio se analizaron las principales limitaciones y desafíos que aún afectan la participación efectiva de las mujeres en la política y la economía en México. Los resultados muestran que, a pesar de los avances institucionales, persisten diversos obstáculos estructurales que limitan el ejercicio pleno de los derechos de las mujeres.

Uno de los principales desafíos identificados es la persistencia de la violencia política de género, fenómeno que se manifiesta a través de intimidación, discriminación y obstáculos que enfrentan las mujeres que participan en procesos electorales o en cargos públicos. Este tipo de violencia constituye una barrera importante para la consolidación de la igualdad sustantiva en la vida política (Krook, 2020).

Asimismo, en el ámbito económico se identificaron brechas significativas en la participación laboral y en el acceso a puestos de liderazgo. Las mujeres continúan enfrentando desigualdades salariales y una mayor concentración en empleos informales o con menor estabilidad laboral. Estas condiciones reflejan la



persistencia de estructuras económicas que limitan el desarrollo profesional de las mujeres (PNUD, 2021). Otro factor relevante es la desigual distribución del trabajo doméstico y de cuidados. Diversas investigaciones han demostrado que las mujeres dedican una mayor cantidad de tiempo a actividades no remuneradas relacionadas con el cuidado del hogar y de la familia, lo que reduce sus oportunidades de participación en el mercado laboral y en la vida pública (INEGI, 2024). Finalmente, los resultados sugieren que la transformación de estas condiciones requiere no solo reformas legales, sino también cambios culturales y sociales que promuevan una distribución más equitativa de las responsabilidades domésticas y una mayor valoración del liderazgo femenino en los distintos ámbitos de la sociedad.

d. Participación política de las mujeres

En el ámbito político, las reformas electorales implementadas en México han tenido un impacto significativo en la representación femenina. La reforma constitucional de paridad de género establece que las candidaturas a cargos públicos deben distribuirse de manera equitativa entre hombres y mujeres, lo que ha contribuido a aumentar la representación femenina en el poder legislativo (Congreso de la Unión, 2019). Asimismo, estudios del Instituto Nacional Electoral muestran que las mujeres participan activamente en los procesos democráticos, incluso en mayor proporción que los hombres (Tabla 3). En las elecciones federales de 2024, 64.3 % de las mujeres registradas acudieron a votar, mientras que la participación masculina fue de 54.8 % (INE, 2025).

Tabla 3
Participación electoral por sexo en México (Elecciones federales 2024)

Sexo	Participación electoral (%)
Mujeres	64.3
Hombres	54.8

Fuente: Instituto Nacional Electoral (2025).

Estos datos reflejan que las mujeres no solo participan activamente como votantes, sino que también han incrementado su presencia en cargos públicos. Sin embargo, diversos análisis indican que todavía existen obstáculos estructurales que dificultan su permanencia y liderazgo dentro de los partidos políticos y las instituciones gubernamentales.



e. Participación económica de las mujeres

En el ámbito económico, las brechas de género continúan siendo significativas. Aunque el número de mujeres que participan en el mercado laboral ha aumentado en los últimos años, su tasa de participación sigue siendo menor que la de los hombres.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), aproximadamente 44 % de las mujeres mayores de 15 años forman parte de la población económicamente activa (Tabla 4), mientras que una proporción considerable permanece fuera del mercado laboral formal (INEGI, 2024).

Tabla 4
Participación económica de la población en México

Indicador	Mujeres	Hombres
Participación en la PEA	44 %	76 %
Participación en informalidad laboral	>50 %	menor que mujeres
Brecha salarial promedio	87 pesos por cada 100	100 pesos

Fuente: INEGI (2024); IMCO (2025).

Además, el análisis del mercado laboral muestra que muchas mujeres se concentran en sectores informales o en empleos con menor estabilidad económica. Esta situación se agrava por la persistencia de brechas salariales y por la distribución desigual del trabajo doméstico y de cuidados, que recae principalmente en las mujeres.

Diversos estudios señalan que, si la participación laboral femenina alcanzara niveles similares a los de los hombres, el ingreso per cápita del país podría aumentar significativamente, lo que evidencia el impacto económico que tendría una mayor igualdad de género en el mercado laboral.

f. Representación femenina en instituciones públicas

Otro indicador relevante es la presencia de mujeres en los congresos estatales y otras instituciones públicas. Datos del Censo Nacional de Poderes Legislativos Estatales muestran que aproximadamente 49 % del personal en los congresos estatales corresponde a mujeres, lo que refleja un avance hacia la paridad institucional (INEGI, 2025).

Tabla 5



Distribución de personal en congresos estatales por sexo (2023)

Sexo	Porcentaje
Mujeres	49 %
Hombres	51 %

Fuente: INEGI, Censo Nacional de Poderes Legislativos Estatales (2025)

No obstante, la presencia numérica de mujeres no siempre implica igualdad en el acceso al poder político. Investigaciones recientes señalan que las mujeres continúan enfrentando desafíos como la violencia política de género, la falta de financiamiento para campañas y la persistencia de estructuras partidistas dominadas por hombres.

5. Conclusiones

El estudio demuestra que México ha logrado avances importantes en la promoción de la igualdad de género, especialmente en el ámbito político, gracias a reformas legislativas que garantizan la paridad en cargos de representación. Estas medidas han contribuido a incrementar significativamente la presencia de mujeres en espacios de toma de decisiones.

Sin embargo, la transición de políticas públicas hacia una participación real aún enfrenta importantes desafíos. Persisten desigualdades estructurales que limitan el acceso de las mujeres a oportunidades económicas y a posiciones de liderazgo. Entre estos obstáculos destacan la violencia política de género, las brechas salariales y la desigual distribución del trabajo de cuidados.

Para fortalecer la participación femenina es necesario consolidar políticas públicas integrales que aborden tanto las dimensiones institucionales como culturales de la desigualdad. Asimismo, resulta fundamental impulsar estrategias que promuevan la autonomía económica de las mujeres y garanticen condiciones equitativas en el ámbito laboral.

En conclusión, la igualdad de género en la política y la economía no depende únicamente de reformas normativas, sino también de la transformación de estructuras sociales y culturales que han perpetuado históricamente la desigualdad. Futuras investigaciones podrían profundizar en el impacto de las políticas de cuidados y en el papel de las instituciones en la promoción de la participación femenina.

6. Referencias

- Congreso de la Unión. (2019). Reforma constitucional en materia de paridad de género.
- Freidenberg, F. (2020). La representación política de las mujeres en América Latina:



- avances y desafíos. *Revista de Ciencia Política*, 40(2), 211–234.
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2025). Participación económica de las mujeres en México.
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Mujeres y hombres en México.
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). Censo Nacional de Poderes Legislativos Estatales.
 - Instituto Nacional de las Mujeres. (2022). Participación política de las mujeres en México. Gobierno de México.
 - Instituto Nacional Electoral. (2025). Estudio muestral de participación ciudadana 2024.
 - Krook, M. L. (2020). Violence against women in politics. *Journal of Democracy*, 31(1), 100–114.
 - Krook, M. L., & O'Brien, D. Z. (2019). All the president's men? The appointment of female cabinet ministers worldwide. *The Journal of Politics*, 74(3), 840–855.
 - ONU Mujeres. (2023). Participación política de las mujeres en América Latina.
 - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2021). Igualdad de género y empoderamiento de las mujeres en México. PNUD.
 - Vázquez Correa, L. (2018). Historia del sufragio femenino en México. UNAM.
 - World Bank. (2022). Women, business and the law 2022.



DESARROLLO TECNOLÓGICO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICO-PEDAGÓGICA DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.

Pérez Velázquez Pedro ¹, Méndez Rivera Orlando Irving ², Pérez Martínez Rene ³

1. Ingeniería en Logística, TecNM campus Tlaxco, pedro.pv@tlaxco.tecnm.mx
2. Ingeniería en Gestión empresarial, TecNM campus Tlaxco, orlando.mr@tlaxco.tecnm.mx
3. Ingeniería en Logística, TecNM campus Tlaxco, rene.pm@tlaxco.tecnm.mx

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo conformar una herramienta tecnologica de intención didactica pedagogica que apoye a estudiantes y docentes de nivel superior, en el desarrollo de competencias, principalmente del corte de diseño ingenieril, bajo el enfoque de aprendizaje situado. Esta herramienta representa a escala algunos sistemas de almacenamiento que se relacionan con contenidos curriculares propios de ingeniería, tales como manejo de inventarios, cubicaje de espacios en estanterias, señáleticas de seguridad, acomodo fisico de estanterias y funcionamiento en general de un almacen. El desarrollo de este material involucro una serie de etapas como lo fueron el proceso de analisis de los sistemas de almacenamiento a contener, pre diseños con ayuda de software asistido por computadora como lo fue solidword, cuestiones tecnicas de soldadura, corte, aspectos electrónicos, elementos de fricción y mecanismos de rodamiento. Otra etapa del desarrollo fue realizar pruebas de funcionamiento simulado asegurando un funcionamiento seguro y la conformación de un manual de uso para realizar practicas de forma segura buscando la mayor funcionalidad de esta herramienta. Es importante mencionar que se espera que en proximas investigaciones se pueda validar la mejora de competencias con el uso de esta herramienta didactica pedagogica.

Palabras Clave: Competencias, aprendizaje situado, diseño ingenieril, herramienta didáctica – pedagógica.

Abstract: The present work aims to create a technological tool with a didactic pedagogical purpose to support higher education students and teachers in the development of competencies, mainly in the field of engineering design, under the approach of situated learning. This tool represents on a scale some storage systems related to engineering curriculum content, such as inventory management, shelving space calculation, safety signage, physical arrangement of shelves, and general warehouse operation. The development of this material involved a series of stages, including the analysis process of the storage



systems to be included, preliminary designs with the help of computer-aided software such as SolidWorks, technical aspects of welding, cutting, electronic components, friction elements, and rolling mechanisms. Another stage of development was to carry out simulated operation tests, ensuring safe operation and the creation of a user manual to perform practices safely, seeking the greatest functionality of this tool. It is important to mention that it is expected that in future research the improvement of skills with the use of this educational pedagogical tool can be validated.

Keywords: competencias, situated learning, engineering design, didactic pedagogical tool.

1. Introducción

Para un estudiante de nivel superior del área de ingeniería (económico administrativo) no es importante solo adquirir teoría académica, si no adquirir competencias complejas y de pensamiento crítico. Sin embargo, la evaluación tradicional se centra en exámenes escritos y la realización de prácticas en laboratorios con el uso de alguna herramienta, equipo o software se queda en segundo o tercer término para poder valorar un aprendizaje.

Por otra parte, en algunos casos el personal docente de nivel superior sufre en alguna medida de desconexión técnica, propiciando que los estudiantes dominen fórmulas o modelos teóricos sin aproximar estos términos a una realidad que se presentara en la vida laboral como futuro profesionalista.

En algunas instituciones de nivel superior los estudiantes adquieren conocimientos bajo esquemas de materiales didácticos como videos, presentaciones teóricas, ilustraciones o por medio de pláticas por parte del docente sobre su experiencia en los temas curriculares, sin embargo, para áreas de diseño ingenieril el aprendizaje situado podría resultar de mayor beneficio generando un aprendizaje más completo y propio del perfil de egreso para estudiantes de ingeniería.

La construcción física de un prototipo a escala donde se representarán sistemas de almacenamiento como lo son el sistema convencional, móvil y dinámico, podrán ser una plataforma didáctica pedagógica para docentes y estudiantes en la cual se podrán desarrollar diversas prácticas de aprendizaje situado, que fomenten la mejora del aprendizaje contextual, visual y aeroespacial, así como la solución de problemas complejos de ingeniería que se presentan en instalaciones reales de almacenes industriales.

Actualmente no hay específicamente nada parecido a la propuesta de este trabajo, el cual como se ha dado introducción se busca propiciar que en equipo tanto docentes como alumnos utilicen esta herramienta tecnológica y que gradualmente se propicien mejores competencias en el ámbito de la ingeniería y el diseño ingenieril de nivel superior.



2. Delimitación contextual

El presente trabajo se basa en el desarrollo de una herramienta tecnológica didáctica pedagógica de forma física. Para reciclables. (Cedeño & Cunalata, 2023) la herramienta didáctica pedagógica se puede entender como un elemento esencial del proceso de aprendizaje y que esta herramienta estimule, motive e incite a los estudiantes a prestar atención durante los momentos de enseñanza aprendizaje, estas herramientas didácticas pueden tener un origen no convencional ya que se puede construir a partir de materiales reciclables. En el caso de este proyecto la herramienta didáctica es realizada con materiales apropiados, seguros y resistentes para la manipulación de la comunidad estudiantil, así como para el propio docente responsable de la realización de las diversas prácticas.

Los aspectos que podrían promover de mejorar manera resultados académicos de comunicación y construcción del conocimiento según (Bonilla, Gómez, & Ojeda, 2023) se basan en identificar y analizar constantemente las variables asociadas como lo podrían ser modelos pedagógicos, el uso e implementación de herramientas virtuales, estrategias de articulación y sobre todo la revolución de las tics. Esto constituye la importancia que en el nivel superior como en otros, es de suma importancia y trascendencia vincular y articular todas las posibles variables para el desarrollo de competencias propias del nivel superior y del programa educativo específico.

Según el CACEI (Consejo de acreditación para la enseñanza de la ingeniería), las competencias de un programa educativo de nivel superior de ingeniería se pueden expresar como atributos de egreso y este concepto se podría entender como el declarativo que describe las capacidades de los estudiantes en función de resultados de aprendizaje, al momento de egresar del programa educativo (CACEI, 2024).

Para (Elichiry, 2018) la figura del docente ha tenido diversos adjetivos que se le han acuñado a través del tiempo, el docente se le ha identificado como maestro nivelador, recuperador, integrador, tutor, puente y asistente pedagógico entre otros muchos; sin embargo y bajo los diversos esquemas propios de las instituciones educativas, los modelos educativos vigentes, las desigualdades sociales y en muchas ocasiones las desigualdades tecnológicas, el docente enfrenta disrupciones y alejamientos con las formas de aprendizaje, aun así la figura del docentes es de suma importancia en el desarrollo de conocimientos y saberes plasmados en los diversos perfiles profesionales.

Un tema central del presente trabajo es el aprendizaje situado, el cual no es solo una técnica o herramienta pedagógica importante en el campo de la educación, sino que para (Gerrero, 2021) el aprendizaje situado se obtiene cuando los conocimiento aprendidos en un aula de clases se articulan o combinan con su entorno, de forma resumida el conocimiento es mas significativo ya que lo que entiende como concepto al combinarlo con alguna practica utilizando algún recurso o material didáctico el conocimiento queda mayor reforzado para poder aplicar en su vida diaria y sin duda para el objetivo de este proyecto lo asocian a cuestiones profesionales de su campo laboral.



Para (Sagástegui, 2004) el aprendizaje situado puede ser una moda académica pedagógica sin poder tener claramente resultados sustanciales en sus bases teóricas y de operación práctica. Pero esta posible moda esta y estará en constante innovación para que se generen puentes sólidos y flexibles de aprendizaje entre los procesos educativos y la vida real. Sin duda el aprendizaje situado ubica a los procesos de educación como agente indisoluble de las practicas cotidianas, para que tanto estudiantes como docentes de nivel superior desarrollen inteligencia critica y un alto grado de su entorno para poder atender las verdaderas necesidades del campo laboral y de su perfil profesional.

(Francia, 2021) Sostiene que el aprendizaje situado es parte del constructivismo y que este se desarrolla gracias a la interacción de diversos agentes como lo podrían ser estudiantes, docentes, ambientes del aula, herramientas tecnológicas, etc. Estos agentes deben tener participación activa y concreta en actividades de aprendizaje para poder decir que se obtiene gradualmente la capacidad de actuar comprometiéndose efectivamente en la práctica.

Los materiales didácticos que utilizan los estudiantes de nivel superior se pueden considerar como herramientas de aprendizaje y estas se pueden entender como “conductores” de la influencia humana, ose que sirven para modificar o maximizar concepciones teóricas de la vida o experiencias cotidianas. En este mismo documento se menciona que para Vygotsky en su teoría hay 3 implicaciones educativas: la primera se basa en el desarrollo psicológico de manera prospectiva (desarrollo de una idea desde el nacimiento de esta), la segunda implicación describe que los procesos de aprendizaje ponen en marcha los procesos de desarrollo y por ultima implicación atiende a la intervención de otros miembros del grupo social como mediadores entre la parte cultural e individual (Carrera & Mazzarella, 2001)

Sin duda para ahondar más sobre el termino de aprendizaje situado es importante entender la palabra situación que para (Lewkowicz, 2003) lo constituye como un momento relativo en la actualidad, este momento lo vincula con el modo de pensar, significar y hacer. Podemos ir entendiendo que para algún estudiante y docente si algún valor tiene las nociones de situación se puede decir que tiene la capacidad de ir produciendo en la actualidad, valor actual, es decir un presente que no es la mera extensión de un pasado.

Como docente de nivel superior entre muchas tendencias exponenciales sobre las responsabilidades de este, es importante precisar que entre estas se deben buscar desarrollar estrategias didácticas pertinentes en donde se deben de combinar conceptos y situaciones en donde pongan a prueba lo aprendido. El aprendizaje se podría entender como la forma (Sagástegui, 2004)

Ahora bien, el presente trabajo donde se desarrolló una herramienta didáctica pedagógica que en términos generales busca a bien reforzar diversas competencias; una de gran relevancia para las expectativas de un profesional del corte ingenieril es la del diseño ingenieril, concepto que se podría entender como un proceso que implica la integración de técnicas, creatividad, conocimientos técnicos, modelos matemáticos, software especializado, procesos de planeación entre otros para poder desarrollar propuestas sustentadas



mediante estudios viables y factibles para poder solucionar problemas de su vida así como de situaciones de su perfil profesional y en su momento de su campo laboral (Ruiz, 2025)

En un artículo publicado por la UNESCO titulado: Los docentes transforman el aprendizaje, da a conocer que el personal docente a través del aprendizaje experiencial permite transformar el interés de las niñas en materias de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Esta transformación busca incluir en las actividades de aprendizaje estrategias de trabajo en equipo, pensar de forma crítica, establecer contactos y ser creativos. Estos pequeños cambios también incluyen actividades cotidianas que realizan en su entorno familiar y social para que los alumnos sean mas protagonistas y sus aprendizajes tengan mayor alcance. (UNESCO, 2022)

3. Metodología

El desarrollo de este trabajo implico en primera instancia identificar los factores y elementos físicos a incluir en el proyecto a realizar. Algunos elementos considerados son la intención didáctica-pedagógica, practicidad en su uso, optimización de espacio, sistema eléctrico, mecanismos móviles, seguridad de manipulación, fácil desplazamiento, pero sobre todo definir que sistemas de almacenamiento son los más comunes en la actividad industrial y representar a escala la mayor cantidad de elementos que contiene un almacén real.

Posteriormente se plasmó un diseño propuesto en plantillas de Excel validando todas las dimensiones generales de largo, ancho y acomodos de los elementos, posteriormente con el uso de software solidword se pudo tener una mejor visualización final de cada elemento como lo son largo, ancho y alto de estanterías, ancho de los pasillos, señaléticas, posición de mecanismos móviles y eléctricos, así como los colores a manejar de todos los elementos mencionados.

Como siguiente etapa se conformó la herramienta didáctica bajo actividades cronológicas atendiendo todos los elementos y especificaciones definidas previamente para un uso eficiente por parte de la comunidad docente y estudiantil. Para concluir finalmente se realizaron simulaciones de funcionamiento en sus elementos manuales y eléctricos ajustando las posibles áreas de oportunidad detectadas.

4. Desarrollo

Los elementos y factores definidos son los siguientes: Los sistemas de almacenamiento más comunes en el sector industrial son los que utilizan infraestructura vertical mejor conocidos como sistema convencional de almacenamiento, posteriormente los sistemas dinámicos y los sistemas automatizados. Otros elementos a considerar y que incluye cada sistema de almacenamiento son puntales, largueros y travesaños en donde descansan pallets unitarizados, además de otros elementos como líneas de pasillos,



señaléticas de seguridad (flechas de sentido de flujo para equipos de manipulación y personal), ayudas visuales (colores de semáforo), entre otros.

Para el diseño físico se definió que la mesa principal de trabajo contendrá en una cara el sistema convencional y móvil, para que en la cara posterior se la etapa del diseño fue plasmada inicialmente en una plantilla de Excel donde se buscó optimizar el área total de la herramienta para poder incluir los sistemas de almacenamiento considerados, como se puede observar en la figura no 1. En esta figura podemos observar que en una cara de la mesa se establecerá el sistema convencional con pasillos, elementos de las estanterías (travesaños, puntales, largueros), también se puede apreciar las dimensiones de la mesa, respecto de altura, largo y ancho.

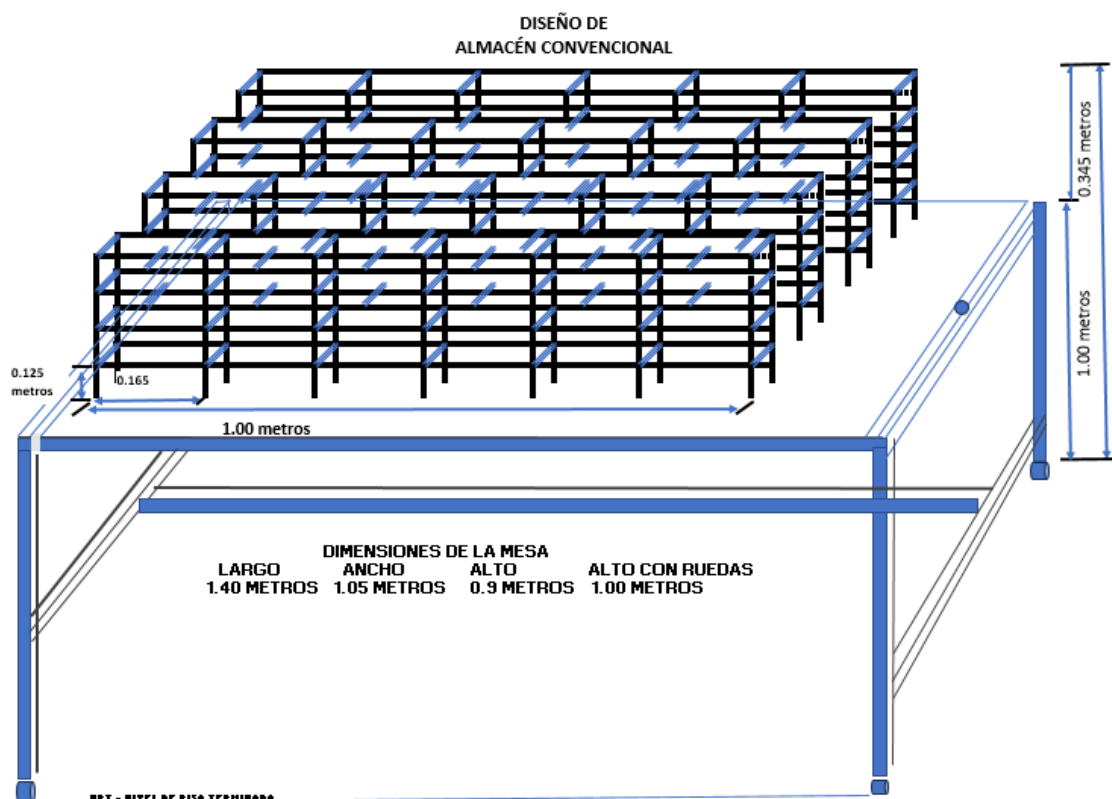


Figura no 1. Diseño de sistema convencional en una cara de la mesa.

Fuente: Elaboración propia

En la figura no. 2 podemos observar que se representa en Excel el sistema automatizado bajo los principios de optimización de espacios este sistema se adecuará en la parte inferior de la mesa la cual será giratoria gracias a un mecanismo móvil. Al igual que en el sistema convencional se pueden apreciar los elementos de las estanterías, así como la propuesta para ubicar el centro de control compuesto por un circuito



eléctrico. Este tendrá interruptores para desplazar estanterías bajo guías y rieles, activando ayudas visuales que simulan semáforos de circulación.

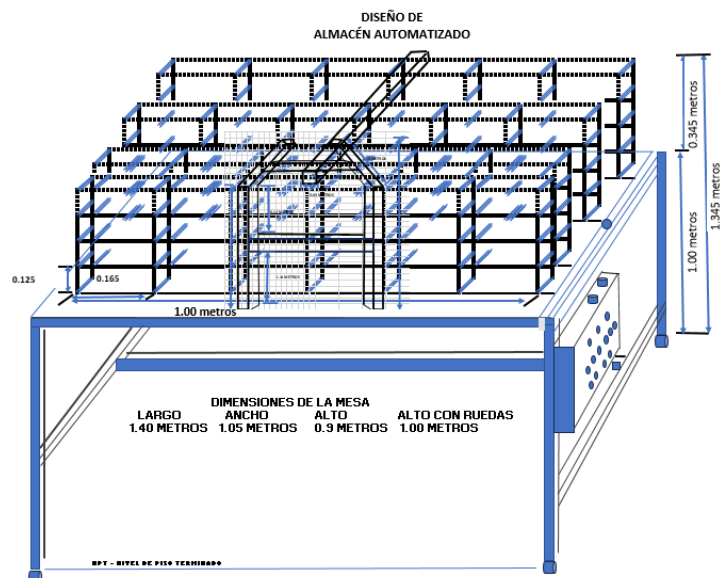


Figura no 2. Diseño de sistema automatizado en cara inferior de la mesa.
Fuente: Elaboración propia

A continuación, en las siguientes figuras podemos visualizar los diseños finales realizados con ayuda de solidword, en estas figuras se podrán apreciar de mejor manera los elementos finales que se realizarán físicamente y otros aspectos de apariencia como los son los colores similares a los que realmente se manejan en infraestructura de sistemas de almacenes.

La figura 3 y figura 4 nos muestran las caras (vista isométrica) de las mesas donde están representados los sistemas de almacenamiento convencional, móvil (automatizado) y dinámico.

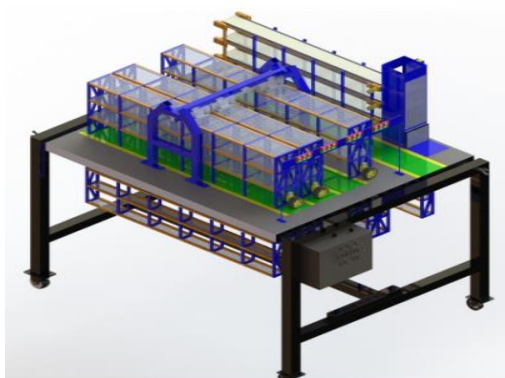


Figura 3. Vista isométrica sistema móvil (automatizado)
Fuente: Elaboración propia

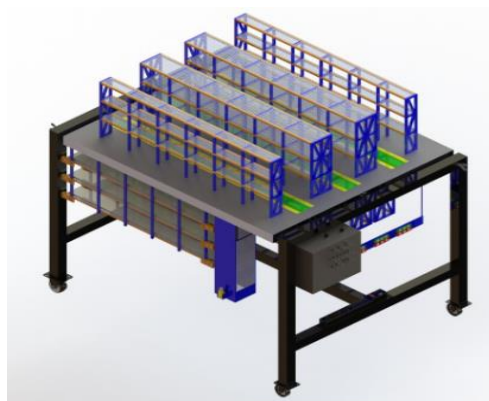


Figura 4. Vista isométrica sistema convencional
Fuente: Elaboración propia

En las figuras 5 y 6 se puede visualizar las caras laterales de toda la mesa de trabajo, estas se realizaron de igual manera con ayuda de solidword.



Figura 5. Vista lateral mesa de trabajo

Fuente: Elaboración propia

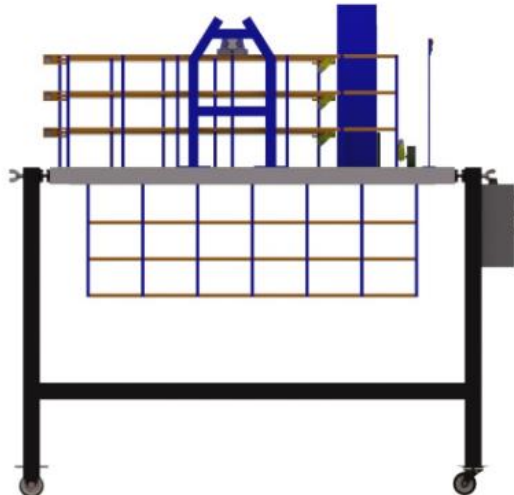


Figura 6. Vista frontal de mesa de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a los diseños se realizó la conformación de la herramienta, para esto se utilizaron materiales como: soleras de vagueta de fierro calibre 18 con aplicación de soldadura SMAW, malla calada metálica, rodillos moleteados agregando los baleros 2x 64, perfiles para los largueros, puntales y travesaños de ¼ pulgada, la mayoría de estos fueron soldados para ir conformando cada parte de la herramienta tecnológica. Para el control del sistema automatizado se utilizó conexiones eléctricas, tarjeta de variación de velocidad y botones de desplazamiento derecha e izquierda para abrir o cerrar los pasillos.

Las pruebas de simulación de funcionamiento optimo se fueron realizando durante la elaboración, esto con la finalidad de ir realizando los ajustes necesarios, para citar uno de los ajustes fue colocar papel tipo lija en el trayecto de las llantas del sistema automatizado para que estas no patinaran durante el desplazamiento de posición.

En la figura 7 se muestra el acabado final de la herramienta didáctica pedagógica en ambas caras de la mesa de trabajo, y en la figura 8 se ilustra el centro de control para la manipulación del sistema móvil y dinámico.





Figura 7. Vista real del sistema móvil (automatizado). Fuente: Elaboración propia.

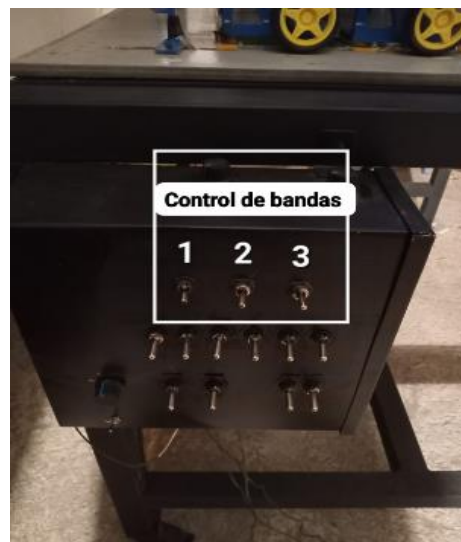


Figura 8. Vista centro de control. Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

En conclusión, y bajo el alcance de que este trabajo tuvo como objetivo principal solo el desarrollo de la herramienta tecnológica didáctica pedagógica pertinente, se espera en próximos trabajos de continuidad a este, se puedan corroborar las mejoras sustanciales de competencias mediante diversos instrumentos de valoración, en donde actores como docentes y estudiantes valoren los beneficios de complementar sus actividades académicas con la solución de problemas de ingeniería usando esta tan importante herramienta tecnológica pedagógica.

Al conformar un recurso didáctico con un gran diseño en su construcción al contener elementos que se utilizan en almacenes físicos y que se combinará con diversos elementos ya definidos en los planes y programas de estudio, permitirá realizar diversas actividades principalmente pedagógicas, buscando mejorar significativamente las competencias de egreso de alumnas y alumnos alineadas a lo definido en los perfiles de egreso de los programas educativos de ingeniería.

6. Referencias

- Bonilla, C. A., Gómez, J. L., & Ojeda, Y. C. (2023). Estrategias didáctico-pedagógicas, modelos pedagógicos y herramientas tecnológicas en educación superior medida por TIC.
- CACEI. (16 de Julio de 2024). *Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.* Obtenido de <https://cacei.com.mx/documentos-interes/>
- Carrera, B., & Mazzarella, C. V. (2001). Enfoque sociocultural. *Educere. La revista Venezolana de educación*, 42-43.
- Cedeño, Y. A., & Cunalata, M. A. (19 de Septiembre de 2023). Elaboración de recursos didácticos en la educación superior. *Polo del conocimiento*, 1023. doi:10.23857/pc.v8i9.6065
- Elichiry, N. E. (2018). *Aprendizaje situado. Experiencias inclusivas que cuestionan la noción del fracaso escolar*. Buenos aires: noveduc libros.
- Francia, G. (15 de febrero de 2021). *Psicología Online*. Obtenido de <https://www.psicologia-online.com/aprendizaje-situado-que-es-fases-caracteristicas-autores-y-ejemplos-5500.html>
- Gerrero, J. A. (30 de Mayo de 2021). *Docentes al día*. Obtenido de <https://docentesaldia.com/2021/05/30/aprendizaje-situado-que-es-y-como-implementarlo/>
- Lewkowicz, I. (2003). *suceso, situación acontecimiento*. Buenos aires: Universidad Nacional de la Plata, facultad de Psicología.
- Ruiz, A. (18 de octubre de 2025). *DCINL*. Obtenido de [Que es diseño ingenieril: https://dcinl.com/que-es-diseno-ingenieril/](https://dcinl.com/que-es-diseno-ingenieril/)
- Sagástegui, D. (Febrero-Julio de 2004). *Artículo: Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado*. Obtenido de <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/es/article/view/282/275>
- UNESCO. (15 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://teachertaskforce.org/es/noticias/teacherstransform-los-docentes-transforman-el-aprendizaje-hacer-hincapie-en-el-aprendizaje>



Tipo de manuscrito (Artículo de Divulgación Científica)

EL SISTEMA NACIONAL DE CUIDADOS. RETOS, AVANCES Y PERSPECTIVAS EN EL PRESUPUESTO FEDERAL 2026.

Soto, Rivas-Soledad ¹, Flores, Hernández-Aurelia ², Quintana, Gaona-Yadira Sugey ³, García, Delgado-Angélica ⁴

1. División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, soledad.soto@smartin.tecnm.mx
2. Centro de Investigación Sobre Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Tlaxcala, aurelia.flores@uatx.mx
3. División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, sugey.quintana@smartin.tecnm.mx
4. División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, angelica.garcia@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se presenta un estudio de la importancia del Sistema Nacional de Cuidados en México desde la Economía Feminista identificando retos, avances y perspectivas en el anexo 31 del presupuesto federal de 2026. Se discute la importancia del Trabajo de Reproducción Social y el trabajo de cuidados como las actividades cotidianas que realizan las personas de forma remunerada o gratuita, para garantizar la supervivencia y el bienestar integral de ellas mismas u otras personas durante todo su ciclo de vida, así como para el sostenimiento de las familias, las comunidades y la sociedad en su conjunto. Se destaca la importancia de los cuidados dentro del sostenimiento de la vida en la economía.

Palabras Clave: Economía Feminista, Presupuesto Federal, Sistema Nacional de Cuidados, Trabajo de Cuidados, Trabajo de Reproducción Social.

Abstract: This study presents the importance of the National Care System in Mexico from a Feminist Economics perspective, identifying challenges, progress, and perspectives within Annex 31 of the 2026 federal budget. It discusses the importance of social reproduction work and care work as the daily activities performed by individuals, whether paid or unpaid, to ensure their own survival and overall well-being, as well as that of others, throughout their life cycle, and to sustain families, communities, and society as a whole. The study highlights the crucial role of care in sustaining life within the economy.

Keywords: Feminist Economics, Federal Budget, National Care System, Care Work, Social Reproduction Work.



1. Introducción

El Anexo 31 del presupuesto de egresos de la federación del ejercicio fiscal de 2026, busca articular los recursos destinados a reconocer, reducir y redistribuir las labores de cuidado. El presupuesto destinado equivale al 1.21 % del PIB nacional. Se atiende un marco epistemológico de las 3 R: Reconocer el trabajo de cuidado como motor económico, Reducir la carga mediante servicios públicos y Redistribuir la tarea entre hombres, Estado y mercado. Existe ya el intento de una articulación institucional entre dependencias como la Secretaría de las Mujeres y programas específicos como son el apoyo económico a mujeres de 60 a 64 años y las becas escolares de “Rita Cetina” como un reconocimiento a su trayectoria de cuidados no remunerados, y el fortalecimiento de centros públicos de cuidado y servicios sanitarios domiciliarios.

La implementación de este anexo destinado a visibilizar el sistema de cuidados es una política pública que al igual que en Latinoamérica y el resto del mundo obedecen a desarrollos teóricos recientes y en construcción (Cetré, 2023), reconociendo los movimientos sociales y los paradigmas feministas en la búsqueda del reconocimiento del Trabajo de Reproducción Social, entendido por Pérez (2010) y Carrasco (2006) como el sostenimiento de la vida.

El reto principal es evitar que el presupuesto se diluya en transferencias monetarias universales sin crear la infraestructura física (estancias infantiles, centros de día para adultos mayores) necesaria para liberar el tiempo de las mujeres. Tal como lo señala (Arroyo y de los Santos, 2023) es insuficiente la respuesta del Estado ante la demanda de cuidado infantil y de la población mayor es insuficiente, ya que “las familias y en especial las mujeres las que asumen esta responsabilidad social”.

De igual forma otro reto es lograr una sostenibilidad fiscal ya que existe un déficit fiscal proyectado en 4.1 % del PIB para 2026. Existe la necesidad urgente de desarrollar indicadores de resultados que midan no solo el dinero ejercido, sino la reducción real de la brecha de pobreza de tiempo en las mujeres. Finalmente es importante valorizar el sistema de cuidados necesario para que la sociedad tenga bienestar de forma equitativa e incluyente, así como promover estrategias que concienticen en el trabajo corresponsable en los espacios domésticos frente a los retos institucionales en la intervención del estado como parte del diamante de cuidados.

El trabajo de reproducción social es una categoría de análisis feminista que reivindica el trabajo ampliado que realizan las mujeres de manera gratuita y remunerada. Dentro de él se encuentra el trabajo de cuidados necesario para el sostenimiento de la vida. El objetivo de este artículo es analizar desde la teoría crítica la economía del cuidado en México los retos avances y perspectivas del Sistema Nacional de Cuidados en México. Con la finalidad de valorizar el trabajo de reproducción social en el sostenimiento de la vida. Para ello se presenta un estudio de retos, avances y perspectivas a través de la economía feminista en el anexo 31 del Presupuesto de la Federación de 2026.

La distribución del tiempo en el Trabajo de Reproducción Social (TRS) que realizan las mujeres muestra una gran desventaja frente a los hombres. Las mujeres dedicaron 66.8 % del tiempo total de trabajo a



actividades no remuneradas y los hombres, 33.2 % (INEGI, 2025). El Trabajo de reproducción social conformado por el trabajo doméstico, el trabajo de cuidados, de reproducción biológica, y reproducción de valores es gratuito y es realizado por las mujeres. Sin embargo, cabe señalar que el TRS es un trabajo que debe verse al igual que el Trabajo de Cuidados a través del llamado “Diamante del cuidado” en donde debe intervenir tanto la integración de “las familias”, el estado, la comunidad, las instituciones. Es decir, el TRS particularmente el trabajo de cuidados no debe destinarse por mandato cultural o social exclusivamente a las mujeres.

La distribución del tiempo del trabajo numerado y no remunerado según la ENUT es de la siguiente forma: Las mujeres dedicaron 61.1 horas semanales al tiempo total de trabajo; los hombres 58.0 horas. Las mujeres dedicaron en promedio 39.7 horas semanales al trabajo doméstico, de cuidados y voluntario, mientras que los hombres, 18.2 horas: la brecha fue de 21.5 horas. Esta brecha de género es aún más amplia para hablantes de lengua indígena (27.3 horas) y para quienes residen en localidades con menos de 10 mil habitantes (26.4 horas). Las mujeres dedicaron, en promedio, 9.4 horas más a la semana que los hombres al cuidado de niñas y niños de 0 a 5 años y 5.3 horas más en cuidados a personas con alguna enfermedad o discapacidad (INEGI, 2025).

El presente trabajo de investigación pretende contribuir a las desigualdades que se viven en la realización de los trabajos gratuitos por parte de las mujeres. Para democratizar el trabajo de cuidados como señala Tronto (2024). La democratización del trabajo de cuidados busca reorganizar socialmente las tareas de atención y sostenimiento de la vida —actualmente feminizadas y precarizadas— basándose en valores democráticos. Implica redistribuir la carga entre mujeres y hombres, Estado, mercado y comunidad, reconociendo el cuidado como un derecho social y no como un privilegio o tarea privada.

2. Delimitación contextual

El Sistema Nacional de Cuidados es una política estatal aplicada en diversos estados a nivel mundial interesados en contribuir a la reducción de desigualdades con perspectiva de género, entre ellas la distribución del Trabajo de Reproducción Social (TRS). Se debe identificar que el trabajo de cuidados se encuentra dentro de la categoría del TRS. Para comprender la importancia del Sistema de Cuidados, el tiempo dedicado a los cuidados y las desiguales cargas de trabajo entre hombres y mujeres es necesario atender las diversas encuestas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) entre ellas: La Encuesta Nacional para el Sistema de Cuidados (ENASIC), Encuesta Nacional Sobre el Uso del Trabajo (ENUT), Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social (ENESS).

La Encuesta Nacional para el Sistema de Cuidados (ENASIC) documenta la feminización de los cuidados en donde 3 de cada 4 personas cuidadoras son mujeres. En México se estiman 58.3 millones de personas susceptibles de recibir cuidados en los hogares, cifra que se conforma por personas con discapacidad o dependientes; población infantil (0 a 5 años); niñas, niños y adolescentes (5-17 años); personas adultas



mayores (60 años y más). Del total de estas personas, 64.5 % los recibe por parte de una persona de su hogar o de otro hogar (INEGI, 2022).

El grupo con la mayor cobertura de cuidados fueron las y los infantes de hasta 5 años, con 99.0 por ciento. El segundo lugar lo ocupan las y los menores de 6 a 11 años (93.0 %), seguidos por las y los adolescentes de 12 a 17 años (65.9 %), las personas con discapacidad o dependencia (61.5 %) y las personas adultas mayores (22.4 %). En 2022, 31.7 millones de personas de 15 años y más brindaron cuidados a integrantes de su hogar o de otros hogares. De esta población, 75.1 % correspondió a mujeres y 24.9 %, a hombres (INEGI, 2022).

Las mujeres que son cuidadoras principales dedicaron, en promedio, 38.9 horas a la semana a la labor de cuidados. En el caso de los hombres cuidadores principales, el promedio fue de 30.6 horas (INEGI, 2022).

3. Metodología

La metodología aplicada es cuantitativa a través del análisis presupuestal atendiendo la perspectiva feminista marxista (Federicci, 2013) que reconoce la división sexual del trabajo inmersa en la economía del cuidado. La valorización del trabajo de reproducción social permite atender las Cuentas Satélite del INEGI para identificar la aportación de las mujeres al PIB, que actualmente representa cerca del 25%. La economía política feminista permitirá interpretar de manera específica los nudos temáticos de la problematización de los trabajos del cuidado.

Se aplicará técnicas de análisis presupuestal que permitan configurar la problemática del sistema de cuidados en México. La finalidad del análisis del sistema de cuidados permite dar respuesta a las interrogantes plasmadas en los objetivos de investigación.

Los argumentos que sustentan este trabajo fue una revisión documental de la información disponible en artículos de investigación, fuentes oficiales y reportes de organismos públicos. En un primer momento, se describen algunos referentes teórico-conceptuales; después, se hace un breve recorrido por las políticas de cuidado en la región, de las acciones y programas vinculados al cuidado de la población dependientes en México; se incluye además información de las encuestas del uso del tiempo acerca del tiempo, las cuales muestran las horas que dedican las mujeres a las tareas domésticas y de cuidado; se destacan las presencias y ausencias de las políticas en este rubro y, al final, se integra la discusión y las conclusiones.

4. Desarrollo

El sistema de cuidados parte de la premisa de que “el cuidado a la población dependiente es una tarea que se realiza, generalmente, en la esfera privada del ámbito familiar. De generación en generación, al cuidado se le identifica como una obligación filial desempeñada mayormente por mujeres...” (Arroyo y De los Santos, 2023).



La economía del cuidado lo define como “todas las actividades y prácticas necesarias para la supervivencia cotidiana de las personas en la sociedad en que viven (Bathyanney 2020). Las economistas feministas (Carrasco, 2006; Pérez, 2010) señalan la metáfora del Iceberg para hacer referencia de que la economía es sostenida por el trabajo gratuito de las mujeres realizado en las esferas privadas.

De igual forma Bathyanney (2020) refiere que el tema de cuidado es un componente del bienestar propone un régimen de cuidado social en donde se requiere “desfamiliarizar” y “des feminizar” para integrar otros actores en el llamado “diamante del cuidado” (Estado, mercado, familia y comunidad) responsables de la provisión de cuidados. Otro término son las redes de cuidado u organización social de cuidados. La perspectiva ética del cuidado es propuesta por Tronto (2024) desde la universalidad es un componente de las relaciones humanas y no solo de las mujeres (Arango, 2018).

Particularmente al implementarse el Sistema Nacional de Cuidados en México a través del gobierno federal se requiere realizar un análisis de la ejecución del gasto público en la infraestructura necesaria para llevarlo a cabo. Entre 2017 y 2019 se contaba con 1364 guarderías por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); en el caso del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) con 243; el Sistema DIF con 486; la Secretaría de Educación Pública (SEP), 1152; y en el periodo anterior al 2018, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) tenía registradas 9,253 (CESOP, 2016; CONEVAL, s/f). No obstante, al empezar el periodo del Gobierno Federal actual, las guarderías de SEDESOL dejaron de existir y se sustituyeron por apoyos económicos directos a madres de familia trabajadoras” (CIDE 2017, p. 36).

Por lo que se refiere al caso del cuidado de las personas mayores es necesario contar con servicios que apoyen a las familias responsables; esto relacionado con limitaciones severas, tanto físicas como mentales, que complejizan el cuidado, sobre todo cuando el apoyo familiar es escaso o inexistente. Datos del censo 2020, indican que existen en el país 3,093,537 personas con alguna discapacidad; de estas, el 50% corresponden a personas mayores de 60 años, especialmente aquellas entre 60 y 84 años (INEGI, 2020).

Por otra parte, información del Censo de Alojamientos de Asistencia Social, realizado en 2015 (CONEVAL, s/f), identificó 4,517 alojamientos de los cuales 22.6% (1,020) se caracterizan como casas hogar para personas mayores. De estas últimas, 58% están constituidas como asociaciones civiles; 14% como instituciones de asistencia privada (IAP); 4% como sociedad civil, en tanto que las sociedades mercantiles y las asociaciones religiosas representan, respectivamente, 2% cada una; y aproximadamente el 20%, representa otro tipo de figura jurídica (CIDE 2017, p. 36).

En cuanto a las instituciones de cuidados de largo plazo, el mismo CONEVAL reporta que son insuficientes. Estas se encuentran bajo el cargo principalmente, del Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores (INAPAM) y del Sistema Nacional para el Desarrollo de la Familia (DIF); el primero, cuenta con seis albergues de alojamiento permanente en algunas ciudades del país. Por su parte, el DIF, atiende a personas adultas mayores en situación de abandono como uno de los grupos prioritarios de atención y



cuenta con dos asilos para cuidados de larga duración en la Ciudad de México, una Casa Hogar para Ancianos en Morelos, otra en Oaxaca, y una institución para estancia de día y residencia permanente en Durango. Es importante mencionar que una gran parte del personal que labora en estas instituciones no cuenta con la profesionalización adecuada para atender a personas mayores (CONEVAL, s/f).

Al no existir suficientes servicios públicos de cuidado y ante la falta de accesibilidad a los servicios privados, seguirán siendo las familias las responsables y, dentro de ellas, las mujeres; ellas son quienes históricamente compensan la ausencia de otros corresponsables del cuidado como son los hombres, la comunidad y, sobre todo, el Estado. El mercado, por su parte, como proveedor de servicios de cuidado, está al alcance de muy pocas familias dado los altos costos que se pagan por ello. Por lo que se refiere al anexo Transversal 31 del presupuesto federal de 2026 en la consolidación de una sociedad de cuidados, se identifican las acciones que realizan las dependencias del Gobierno de México para lograr objetivos estratégicos que requieren el accionar de múltiples sectores. En él se identifica cuánto dinero del presupuesto se destina para cumplir objetivos transversales. Sin embargo, se requiere el seguimiento de cómo se ejercen esos recursos y comprobar si realmente contribuyen a las metas propuestas ya que no son recursos adicionales al Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación.

Dentro de los objetivos del anexo 31 se encuentran: 1) Reconocer la importancia del trabajo de cuidados 2) Reducir el tiempo que dedican las familias al cuidado 3) Redistribuir los cuidados de manera más equitativa entre mujeres y hombres 4) Ampliar la cobertura de los servicios de cuidados 5) Reducir barreras al acceso a los servicios de cuidados 6) Garantizar la pertinencia de los cuidados. La política pública estatal dirige el Sistema Nacional de Cuidados a una aportación de 466,674,936,300.94. Dicho monto representa el 5% del total del presupuesto de la federación de 2026, dentro de los retos se encuentra profesionalizar.

5. Conclusiones

La investigación se enmarca en el Plan Estatal de Desarrollo en el eje de prosperidad y estabilidad económica, en el sentido de valorizar el Trabajo de Reproducción Social, que según economistas como Carrasco (2023) se relaciona al trabajo doméstico, de cuidados, afecto y de reproducción biológica, llevado a cabo en su mayor parte por las mujeres.

Un trabajo conjunto entre el Estado, movimientos feministas, las demandas de la población cobertura del sistema de cuidados es el anexo 31 del presupuesto de la federación de 2026. En él se presenta la articulación de recursos ejercidos para reconocer, reducir y redistribuir las labores de cuidado. El presupuesto destinado equivale al 1.21 % del PIB nacional, lo que muestra la importancia del Trabajo de Reproducción Social realizado en su mayor parte por las mujeres.



6. Referencias

- Arango, L, Amaya, A., Pérez-Bustos, T. y Pineda, J. (2018). Género y cuidado. Teorías, escenarios y políticas. Universidad Nacional de Colombia-Pontificia Universidad Javeriana-Universidad de los Andes
- Arroyo, M. y De los Santos, P. (2023) Cuidado infantil vs cuidado en la vejez: presencias y ausencias en la política de cuidados en México
- Batthyány, Karina. 2020. Miradas latinoamericanas a los cuidados. Buenos Aires: Ed. Siglo XXI.
- Carrasco, C. (2006). “La economía feminista una apuesta por otra economía” en Vara María Jesús (Coord.), Estudios sobre género y economía. Madrid: Ed. Akal.
- Centro de Estudios para el Adelanto de las Mujeres y la Equidad de Género (CEAMEG). 2007. LXI Legislatura, Cámara de Diputados. <http://cedoc.inmujeres.gob.mx>lgamvly>ceameg>
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) (2016). Guarderías/estancias infantiles en México. Carpeta 53, Cámara de Diputados-LXIII Legislatura. Disponible en: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP>.
- Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). 2017. Diagnóstico sobre el problema público en materia de cuidados en México y Propuesta de política pública en materia de cuidados en México. Ciudad de México: ONU-MUJERES – INMUJERES.
- Cetre Castiblanco, A. (2023). Las políticas de cuidado en algunos países de América Latina. Una mirada feminista. Ánfora, 30(54), 136-160. <https://doi.org/10.30854/anf.v30.n54.2023.856> Universidad Autónoma de Manizales. L-ISSN 0121-6538. E-ISSN 2248-6941. CC BY-NC-SA 4.0
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). s/f. Programa de estancias infantiles para apoyar a madres trabajadoras. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/RDPS/Documents/NOTA_ESTANCIAS_INFANTILES.pdf
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2021. Día internacional de las personas de edad. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo/es/articulos/dia-internacional-de-las-personas-de-edad-284170?idiom=es>
- Federicci, S. (2013). La revolución feminista inacabada. Mujeres, reproducción social y lucha por lo común. México: Escuela Calpulli, 1ª. Edición.
- INEGI (2020). Censo de población y vivienda.
- INEGI (2022) Encuesta Nacional para el Sistema de Cuidados (ENASIC)
- INEGI (2025) Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo (ENUT).
- Pérez, A. (2010). “Diagnóstico de la crisis y respuestas desde la economía feminista”, Revista de Economía Crítica, no.9, primer semestre 2010, ISSN: 2013-5254.
- Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio de 2026 https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2026.pdf
- Sistema Nacional y Progresivo de Cuidados (SNCP) (2025). Gobierno de México
- Tronto, J. (2024) Democracia y cuidado: mercados, igualdad y justicia. Rayo Verde Editorial



Tipo de manuscrito (Artículo de Divulgación Científica)

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA EMPRESA DE GIRO TEXTIL

Romero, García-Silvia ¹, Hernández, Zárate-Ingrid Citlalli ²

1. División de ingeniería ambiental, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, silvia.romero@smartin.tecnm.mx
2. División de ingeniería ambiental, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l22060017@smartin.tecnm.mx

Resumen: El siguiente proyecto está relacionado con los ODS los cuales son el objetivo 3 “salud y bienestar”, el objetivo 6 “agua limpia y saneamiento” y, por último, el objetivo 12 “producción y consumo responsable. Se hace mención acerca de los objetivos específicos y principalmente del objetivo general el cual es proponer estrategias de mejora al proceso de tratamiento de aguas residuales de la empresa CODIPSA, con el fin de dar una solución a la problemática presente la cual se caracteriza por el hecho de que la empresa CODIPSA ubicada en el municipio de Huejotzingo, Puebla, genera aguas residuales que van conectadas con el sistema de alcantarillado de la comunidad, sin embargo la calidad del efluente podría llegar a ser perjudicial tanto para el medio ambiente como para la salud humana, es importante identificar las áreas de mejora en su PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) para sobre de ello trabajar y crear estrategias que permitan mejorar la calidad del efluente y con ello, aportará de manera significativa a la empresa a estar dentro del marco legislativo aplicable. Todo esto a través de una metodología previamente establecida que permitirá cumplir en tiempo y forma con el objetivo principal del proyecto. Cabe resaltar que una de las principales limitaciones para el desarrollo óptimo del presente proyecto, es que no se cuenta con una disponibilidad total por parte de la empresa para llevar a cabo las estrategias desarrolladas. Sin embargo, se trabaja de acuerdo a las posibilidades que se permitan.

Palabras Clave: tratamiento, aguas residuales, empresa, sistema de alcantarillado, medio ambiente.

Abstract: The following project is related to the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically Goal 3 "Good Health and Well-being," Goal 6 "Clean Water and Sanitation," and Goal 12 "Responsible Consumption and Production." It addresses the specific objectives and, primarily, the overall objective, which is to propose improvement strategies for the wastewater treatment process at the company CODIPSA. This aims to solve the current problem, which is characterized by the fact, located in Puebla, generates wastewater that is connected to the community's sewer system. However, the quality of



the effluent could be harmful to both the environment and human health. It is important to identify areas for improvement in their Wastewater Treatment Plant (WWTP) in order to develop strategies that will improve effluent quality and significantly contribute to the company's compliance with applicable legislation. All of this will be achieved through a pre-established methodology that will allow for timely and effective completion. This aligns with the project's main objective. It's worth noting that one of the main limitations for the optimal development of this project is the company's limited availability to implement the developed strategies. However, work is proceeding according to the available resources.

Keywords: treatment, wastewater, company, sewer system, environment.

1. Introducción

Es muy reconocido que el agua es un recurso esencial y vital para la vida en nuestro planeta, debido a que permite el desarrollo de los seres vivos, el correcto funcionamiento de los ecosistemas y el progreso significativo de las actividades humanas en nuestra vida diaria. Sin embargo, aunque cubre gran parte de la superficie terrestre, únicamente una pequeña proporción es apta para el consumo humano, lo cual, el agua se convierte en un recurso natural limitable. Su disponibilidad y calidad son fundamentales para la salud. La seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible de las actividades sociales, económicas y ambientales.

Ahora bien, la contaminación del agua representa uno de los principales problemas ambientales en la actualidad, debido a que existen alteraciones en sus características físicas, químicas y biológicas, lo que convierte a este recurso inadecuado para el consumo y también perjudicial para los sistemas acuáticos. Estos niveles de contaminación afectan a todo tipo de cuerpos de agua, tanto ríos, lagos, mares y aguas subterráneas, lo que pone en riesgo la biodiversidad y la salud humana, además de que se generan impactos significativos tanto económicos y sociales.

Cabe resaltar que las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico se encuentran en los vertidos de aguas residuales domésticas e industriales sin un tratamiento previo, también el uso de fertilizantes en exceso y pesticidas en la agricultura, derrames de petróleo, acumulación de residuos sólidos y actividad minero, por mencionar algunos. Estas acciones, en su mayoría son provocadas por las actividades humanas y contribuyen significativamente al deterioro de los cuerpos de agua, lo que resalta la necesidad de una gestión responsable del agua y de medidas efectivas para la protección de este recurso que es vital para todos.

El presente proyecto, surge a partir de la necesidad de mejorar la calidad del agua tratada previamente de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) instalada en la empresa dentro del territorio del estado de Puebla, ya que a pesar de tener un tratamiento en esta PTAR al agua resultante se puede mejorar su calidad a través de un tratamiento extra que se pueda aplicar a esta agua y que al momento de ser vertido al sistema de alcantarillado de las comunidades aledañas, no se vean



afectadas ni los ecosistemas ahí presentes, además de que aportará significativamente a la empresa a mantenerse bajo los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-002-SEMARNAT-1996, mejorar su reputación y alineamientos legales que aplican a esta misma, por lo tanto, se realizará una aportación para combatir la contaminación del agua a nivel local.

2. Delimitación contextual

Muchas industrias vierten directamente residuos sin tratar en cuerpos de agua como ríos, lagos e incluso océanos. Estos residuos contienen una gran cantidad de sustancias, muchas de las cuales son perjudiciales tanto para la vida acuática como para la salud humana. Los residuos industriales suelen contener metales pesados, contaminantes químicos y otras sustancias tóxicas que pueden causar daños significativos al medio ambiente. La industria textil es un ejemplo de industria que contribuye a la contaminación del agua ya que el proceso de teñido de telas implica el uso de diversos productos químicos y tintes, muchos de los cuales no son biodegradables y son tóxicos. Estas sustancias pueden filtrarse al suelo y contaminar las aguas subterráneas o liberarse directamente en los cuerpos de agua. Esto no solo altera las propiedades físicas del agua, sino que también introduce sustancias nocivas que pueden afectar la salud de las especies acuáticas y de quienes dependen de estas fuentes. (Pomelo, 2024)

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una instalación que incluye operaciones físicas, químicas y biológicas con el fin de eliminar la mayor parte de contaminantes de aguas residuales que tienen un origen doméstico urbano e industrial, las PTAR, son las encargadas de llevar a cabo este proceso mediante la incorporación de diferentes tecnologías que facilitan la higienización del agua mediante una serie de pasos que llegan a variar de acuerdo al grado de higienización que las aguas requieran (Helena, 2021).

3. Metodología

- a) Visitar la empresa e identificar las necesidades de manera general (generando un listado de las mismas.
- b) Elaborar y un checklist de acuerdo con las normas NOM-002-SEMARNAT-1196, NMX-AA-008-SCFI-2016 y NMX-AA-034-SCFI-2015.
- c) Elaborar material adecuado a los requerimientos de CODIPSA, con base a la normatividad aplicable.
- d) Aplicar los checklist realizados.
- e) Instalar el material elaborado previamente.
- f) Visitar a la empresa con el fin de adquirir las muestras de agua necesarias.
- g) Con ayuda de envases previamente esterilizados, se recolectar una muestra de agua provenientes de la PTAR y también una muestra sin un tratamiento previo.



- h) En un vaso de precipitado de 250ml verter una porción de las muestras y medir su pH, su conductividad, su temperatura. Con ayuda del espectrofotómetro determinar la turbidez de cada una de las muestras, con sus respectivas soluciones.

4. Desarrollo

Se realizó una primera visita a la empresa en la que se logró identificar cuáles eran las necesidades de la misma, y se elaboró un listado mencionando cada una de ellas, se elaboraron los checklist conforme las normas aplicables, se elaboró el material adecuado a los requerimientos en ciertas áreas de la empresa C, por segunda vez se visitó a la empresa, y con orientación de la encargada de la PTAR, logramos obtener 6 litros que iban sin un previo tratamiento, 3 litros fueron muestras de las aguas tratadas que van a descarga a drenaje, 3 litros fueron aguas con colorante y coagulante añadido, y 3 litros con una dosis de hipoclorito agregada a las aguas del proceso de teñido. Ya en laboratorio y con ayuda de un potenciómetro y cuatro vasos de precipitado de 250ml, en cada uno se vertió una porción de las muestras y en diferentes tiempos se les fue tomando el pH, temperatura y conductividad de cada muestra, cabe destacar que, para el parámetro de pH, en cada muestra se tomó la medición tres veces y se le sacó un promedio. Para el parámetro de turbidez, se utilizó el espectrofotómetro.

Tabla no. 1 determinación de pH

	Muestra sin tratar	Muestra tratada
	10.11	9.50
	10.10	9.47
	10.09	9.49
Promedio	10.1	9.48

Figura/ Tabla No. 1. Resultados de pH de las muestras de agua recolectadas.
Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate.

Tabla no. 2. Determinación de conductividad.

Muestra sin tratar	Muestra tratada
5804 μ s	6108 μ s

Figura/ Tabla No. 2. Resultados de conductividad de las muestras de agua recolectadas.
Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate.

Tabla no. 3. Medición de temperatura.

Muestra sin tratar	Muestra tratada
21.8°C	21.9°C



Figura/ Tabla No. 3. Resultados de medición de pH de las muestras de agua recolectadas.
Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate

Tabla no. 4 Datos de medición de turbidez.

	Agua residual	
	A sin tratar	Agua tratada
M1	0.961	0.333
M2	0.968	0.331
M3	0.954	0.339
Promedio	0.961	0.334
Turbidez (NTU)	1601.667	557.222

Figura/ Tabla No. 4. Resultados de medición de turbidez de las muestras de agua recolectadas.

Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate

Tabla no. 5. Datos para la curva de calibración para el parámetro de turbidez.

Concentración	Absorbancia
4000	2.103
3000	1.658
2000	1.271
1000	0.81
500	0.467
0	0

Figura/ Tabla No. 5. Datos de concentración y absorbancia para la realización de la curva de calibración.

Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate



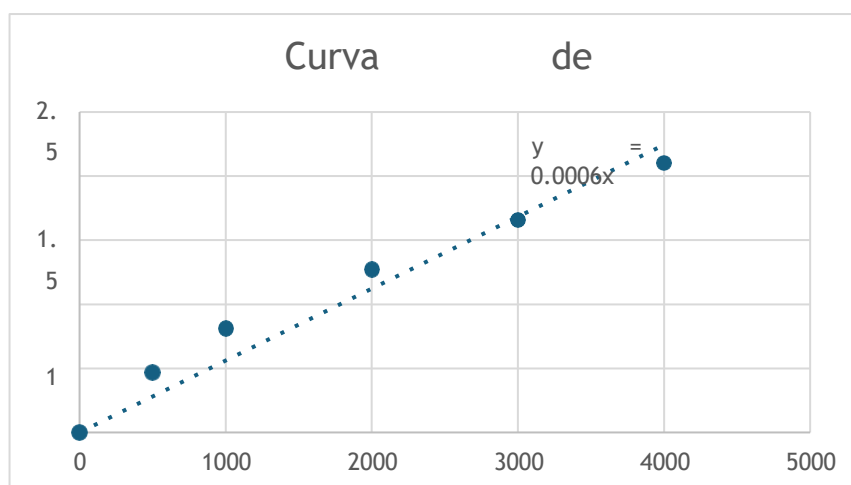


Figura No. 6. Curva de calibración correspondiente al nivel de turbidez de cada muestra.

Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate

Tabla no.6 Datos para la curva de calibración para el parámetro de demanda química de oxígeno.

		450 nm	610 nm
Concentraciones			
0	Tubo 1	2.141	0.023
85	Tubo 2	2.129	0.039
170	Tubo 3	2.026	0.048
340	Tubo 4	1.812	0.096
510	Tubo 5	2.058	0.051
	Sin tratar 1	0.249	0.302
	Sin tratar 2	0.41	0.315
	Sin tratar 3	0.487	0.305
	Con trat 1	1.672	0.148
	Con trat 2	1.256	0.133
	Con trat 3	1.453	0.14

Figura no.7 Datos para la curva de calibración para el parámetro de demanda química de oxígeno.

Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate.

Tabla no. 7. Promedio de absorbancia para la determinación de demanda química de oxígeno.

	PROMEDIO	
Sin tratar	0.382	0.30733333
Con tratamiento	1.460333333	0.14033333
	540nm	610nm

Figura no.8. Promedios calculados para la determinación de demanda química de oxígeno.

Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate.



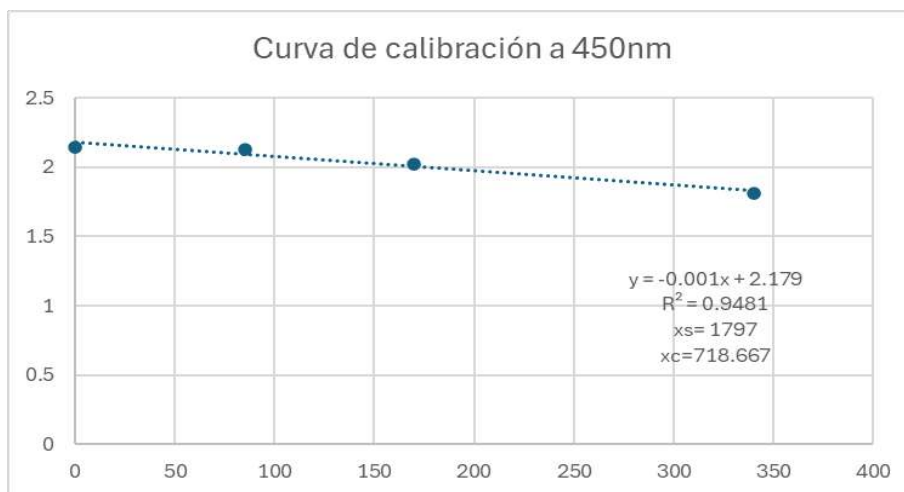


Figura no.9 Curva de calibración de la demanda química de oxígeno a 450 nm.
 Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate.

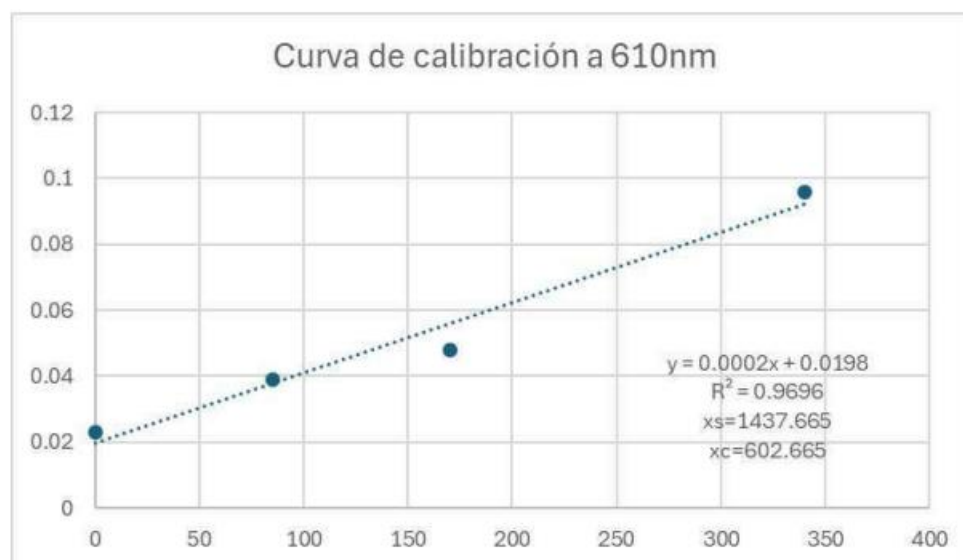


Figura no.10 Curva de calibración de la demanda química de oxígeno a 610 nm.
 Fuente: Ingrid Citlalli Hernández Zárate.

5. Conclusiones

Es importante tener bien establecido que la importancia del agua es radical y sustentable para la realización de todas las actividades humanas y aporta significativamente a los procesos ecosistémicos que se llevan a cabo en el medio ambiente. Es por ello por lo que cualquier aportación para el tratamiento de aguas es fundamental y de gran apoyo para lograr disminuir el impacto ambiental. Durante la realización del proyecto, se han ido derivando distintas cuestiones y resultados que nos



apoyarán en la creación de las posibles estrategias a implementar, aun no se ha concluido sin embargo se continua en un arduo trabajo analizando la calidad del efluente proveniente de la planta tratadora de agua de la empresa, de acuerdo a los resultados obtenidos se ha determinado que para el parámetro de pH el agua tratada se mantiene en el límite máximo permisible establecido en la NOM-001-SEMARNAT-2021, sin embargo el agua sin tratar rebasa el límite siendo de 10.1. Para el parámetro de temperatura, ambas muestras se mantienen dentro de los límites máximos permisibles establecidos en esta misma norma, Para el parámetro de conductividad, el límite máximo utilizado como punto de referencia para análisis de coliformes según NOM-001-SEMARNAT-2021, de acuerdo con este referente, indica que ambas muestras exceden el límite máximo permisible. Los resultados de las muestras (M1, M2 y M3) muestran que el agua residual sin tratar presenta valores muy similares entre sí, con un promedio de 0.961, lo que indica una alta presencia de partículas en el agua. En cambio, el agua tratada registra valores menores, con un promedio de 0.334, lo que evidencia que el proceso de tratamiento reduce la concentración de sólidos presentes. Esto se confirma con los datos de turbidez, donde el agua sin tratar presenta 1601.667 NTU y el agua tratada 557.222 NTU, lo que representa una reducción aproximada del 65 %. Aunque existe una disminución importante, el valor final aún es alto, por lo que el tratamiento podría optimizarse para mejorar la calidad del agua. Para la demanda química de oxígeno en las muestras, a una absorbancia de 450 nanómetros, la muestra de agua residual sin tratar tiene 1797 mg/L de oxígeno diluido. Para el caso de la muestra de agua residual con tratamiento, esta presenta 718.667 mg/L de oxígeno diluido. A una absorbancia de 610 nm, la muestra de agua residual sin tratar presenta 1427 mg/L de oxígeno diluido, mientras que la muestra de agua residual con tratamiento presenta 602.665 mg/L de oxígeno diluido.

Con base en los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos del agua residual, se proponen las siguientes estrategias de mejora para optimizar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR):

A. Implementar un sistema de neutralización y control de pH

Debido a que el agua residual sin tratar presenta un pH de 10.1, superando el límite máximo permisible establecido en la NOM-001-SEMARNAT-2021, se recomienda instalar un sistema de dosificación de agentes neutralizantes (como ácido sulfúrico o dióxido de carbono) previo a agregar el coagulante. Esto permitirá ajustar el pH a un rango adecuado, favoreciendo además la eficiencia de los procesos de tratamiento posteriores.

B. Optimizar las etapas de sedimentación para reducir la turbidez

Aunque el tratamiento actual logra una reducción aproximada del 65 % de turbidez, el valor final sigue siendo elevado. Por ello, se propone mejorar el proceso de clarificación, ya sea mediante la optimización de los tiempos de sedimentación, la incorporación de coagulantes o floculante. Esto permitiría disminuir la concentración de sólidos suspendidos y mejorar la calidad del agua tratada.

C. Mejorar el tratamiento para reducir la Demanda Química de Oxígeno (DQO)



Los valores de DQO obtenidos indican una alta carga de materia orgánica tanto en el agua sin tratar como en el agua tratada. Se recomienda optimizar un proceso biológico en la PTAR, que permita aumentar la eficiencia de la aireación, controlando la carga orgánica de. Estas acciones favorecerán la degradación de compuestos orgánicos y contribuirán a reducir los niveles de DQO en el efluente final.

6. Referencias

- Pomelo. (2024, 15 julio). 5 Sources of water pollution | Atlas Scientific. Atlas Scientific. Recuperado 8 de febrero de 2026, de <https://atlas-scientific.com/blog/sources-of-water-pollution/>
- Helena. (2021, 23 febrero). ¿Qué es una planta de tratamiento de agua y para qué se necesita? DISIN S.A. Plantas de Tratamiento de Agua. Colombia. Recuperado 29 de marzo de 2025, de <https://www.disin.com/que-es-una-planta-de-tratamiento-de-agua-y-para-que-se-necesita/>
- NMX-AA-008-SCFI-2016 – Normalización. (s. f.). Recuperado 12 de marzo de 2026, de <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-aa-008-scfi-2016/>
- NMX-AA-034-SCFI-2015 – Normalización. (s. f.). Recuperado 12 de marzo de 2026, de <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-aa-034-scfi-2015/>
- NOM-002-SEMARNAT-1996 – Normalización. (s. f.). Recuperado 12 de marzo de 2026, de <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-002-semarnat-1996/>



IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ACCESO CON CÓDIGO QR EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN

Hernández, Jiménez-Francisco¹, Hernández, Morales-Oroncio A², Sánchez, León-Héctor³, Hernandez, Montiel-Jesús⁴, Toledo, Zamora-Mexzhakob Cyro Eduardo I⁵ Hernández, Montiel-Jesús⁶

1. División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, francisco.hj@zacatlan.tecnm.mx
2. División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, oroncio.hm.@zacatlan.tecnm.mx
3. División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, hector.sl.@zacatlan.tecnm.mx
4. División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, L20100012@zacatlan.tecnm.mx
5. División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, L20100003@zacatlan.tecnm.mx
6. División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla.

Resumen: Este artículo describe el desarrollo e implementación del sistema de acceso basado en código QR para el ITSSNP, al integrar el Internet de las Cosas (IoT) con funciones administrativas de control de asistencia de los estudiantes que son administradas por los jefes de División. El objetivo principal, capturar las entradas y salidas al ingresar a la Institución en tiempo real. Para el desarrollo del Proyecto se utilizó el ciclo de vida espiral que se compone de 4 etapas que son análisis de requerimiento, análisis y planeación, identificación de riesgos y análisis, diseño y desarrollo y evaluar y planear la siguiente fase a realizar; en este proyecto se utilizaron microcontroladores ESP32 con el sensor de QR GM65 que se programó con Arduino y este ser enviado a través de la red WIFI a un servidor de bases de datos con SQL Server que se encuentra en el SITE. Se realizaron varios procesos entre ellos un módulo de aplicación web en Type Script que genera el código QR partiendo de los datos del estudiante, y que en conjunto con el microprocesador ESP32 y el sensor QR GM65 al trabajan juntos para realizan la entrada o salida de los estudiantes y esta se registre en el servidor de datos. Otro modulo que se desarrollo es el proceso donde los jefes de división consultan el historial de entradas y salidas, en el formulario se solicita los datos del estudiante y visualiza el periodo solicitado con las asistencias del estudiante para reportar a sus tutores. Finalmente, todos los procesos se integran en conjunto integrando redes, bases de datos, programación



de dispositivos móviles, web y se obtenga ese Sistema de control de acceso para los estudiantes del ITSSNP.

Palabras Clave: IoT, Red, Microcontrolador, ESP32, Sensor, QR, GM65, Sistema, Datos, Transmisión, Recepción.

Abstract: This article describes the development and implementation of a QR code-based access control system for ITSSNP, integrating the Internet of Things (IoT) with administrative functions for student attendance control managed by the Division Heads. The main objective is to capture entries and exits to the institution in real time. The project was developed using the spiral lifecycle, which consists of four stages: requirements analysis, analysis and planning, risk identification and analysis, design and development, and evaluation and planning of the next phase. This project utilized ESP32 microcontrollers with a GM65 QR code sensor programmed with Arduino, and the data was transmitted via Wi-Fi to a SQL Server database located on the site. Several processes were implemented, including a TypeScript web application module that generates QR codes from student data. This module, along with the ESP32 microprocessor and the GM65 QR sensor, works together to record student entry and exit on the data server. Another module developed allows division heads to consult the entry and exit history. The form requests student data and displays the student's attendance for the requested period, enabling them to report to their tutors. Finally, all processes are integrated, incorporating networks, databases, mobile device programming, and web development, resulting in an access control system for ITSSNP students.

Keywords: IoT, Network, Microcontroller, ESP32, Sensor, QR, GM65, System, Data, Transmission, Reception.

1. Introducción.

El control de asistencia en instituciones de educación superior representa un desafío para las áreas administrativas y personal docente, porque, muchos procesos aún se realizan de forma manual, lo que puede ocasionar errores en el registro, datos no actualizados, pérdida de información y retrasos en la generación de reportes académicos. En consecuencia, la necesidad de contar con registros con información confiable y en tiempo real se ha vuelto fundamental para mejorar el seguimiento y la gestión académica de los estudiantes.

Ante esta problemática, el uso de códigos QR y tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT) se presenta como una solución eficiente y factible, debido a que permite automatizar el proceso de registro de entradas y salidas en las aulas de la institución, a través de dispositivos conectados a una red inalámbrica (WiFi), facilitando la verificación de la información en tiempo real y el almacenamiento de datos



confiables en servidores web institucionales, por lo que, estas tecnologías ofrecen confiabilidad, precisión, rapidez, seguridad y un mejor manejo de los registros de asistencia de los estudiantes.

El artículo tiene como objetivo primordial explicar el proceso de desarrollo e implementación de un sistema de control de asistencia basado en códigos QR e IoT para el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, permitiendo el registro y consulta de asistencias de estudiantes en tiempo real, haciendo uso de una aplicación web y dispositivos electrónicos conectados a la red institucional. Cabe mencionar que este proyecto se puede implementar en cualquier institución de nivel superior que desee mejorar sus procesos de control de asistencia.

2. Delimitación contextual.

El presente proyecto se limitaría debido a que el control de acceso a la institución utiliza IoT con componentes basado en el microcontrolador **ESP32** y el lector óptico **GM65**, operando bajo la infraestructura de red Wi-Fi existente. La identificación se gestionará mediante códigos QR dinámicos o estáticos presentados desde teléfonos inteligentes y que se gestiona al servidor web con la conexión del Smartphone y centrando su operación en el registro automatizado de asistencia, las limitaciones serían la red que en un momento dado se podría alentar o no acceder debido a la latencia de las mismas, el clima que inclusive como es una zona lluviosa y no haya personal que reinicie el servidor para que el sistema esté funcionando con la red y sincronizado con los dispositivos de ESP32 y los sensores QR GM65.

3. Marco de Referencia e Institucional

La investigación se desarrolla en el entorno de la Educación Superior Tecnológica, donde la gestión eficiente de la movilidad estudiantil es crítica para la seguridad y el seguimiento académico. El contexto se sitúa en una institución que requiere transitar de métodos de registro manuales o discrecionales hacia un control que se administre. El estudio se enmarca en la necesidad de obtener métricas precisas sobre la permanencia de los estudiantes.

Vínculo con los Fundamentos y Método de Análisis

El proyecto se fundamenta en Internet de las Cosas (IoT), utilizando el método de Análisis y Diseño Estructurado de Sistemas. Esta base técnica, mencionada en la introducción, permite la captura de datos en tiempo real mediante hardware de bajo costo (microcontroladores y sensores QR) y su procesamiento en bases de datos relacionales. El análisis de los datos no es meramente transaccional; busca identificar patrones de comportamiento mediante el procesamiento de registros temporales para generar reportes analíticos por períodos (diario, semanal, mensual y semestral).

Aportaciones Científicas y Técnicas



La principal aportación es la eliminación del error humano en el registro de accesos, garantizando la integridad de los datos de asistencia. El sistema transforma el "proceso de entrada/salidas " en indicadores de deserción temprana o ausentismo recurrente, permitiendo a los tutores y jefes de carrera tomar decisiones basadas en datos. La implementación de tecnología de bajo costo demuestra que la innovación institucional no requiere inversiones exuberantes en seguridad. El sistema está sujeto a la estabilidad de la red local (Wi-Fi/LAN) y al suministro eléctrico constante para los dispositivos físicos de escaneo. La posibilidad de suplantación de identidad (un estudiante escaneando el código de otro) representa una limitación de hardware que requiere ser mitigada con protocolos de supervisión humana o biometría en fases futuras. El acceso a la red WIFI puede una restricción debido a que se debe de generar antes de entrar la aplicación del móvil antes de entrar a la institución y la red debe de estar funcionando de manera correcta o provocara problemas al ingresar debido a que el código QR generado solo es válido 24 horas. Esta investigación se apoya en avances previos realizados en la institución sobre el monitoreo de módulos y el registro de proyectos de residencia. Lo más relevante difundido con anterioridad es la eficacia del uso de microcontroladores ESP32 para la transmisión inalámbrica de datos hacia servidores SQL, lo cual sirve de piedra angular para escalar el control de acceso a toda la población estudiantil.

4. Metodología

Describiremos a continuación los pasos necesarios que se utilizaron para desarrollar este proyecto, en el que se utilizó el modelo de espiral. Que consta de 4 fases planificación, análisis de riesgos, ingeniería y evaluación.

En la primera fase se planifica y se evalúan los riesgos, cada espiral se sustenta sobre una línea base y pasa por cada una de ellas para integrar los requisitos y el equipo de desarrollo le que añadirá más funcionalidad en cada vuelta en la espiral hasta llegar a la fase de producción.

En el caso inicial el levantamiento de requerimientos se hizo con la sub dirección académica que solicito se hiciera ese sistema de registro de estudiantes que ingresan al instituto, y que se llevara el control de cuantas veces ingresa o sale el estudiante para así poder tener el control y en caso de que se requiera ver el informe debido a que los tutores lo soliciten cada jefe de carrera podrá emitir dicho reporte al consultar el sistema en línea y generar el reporte por periodos según se requiera.

Al analizar los requisitos se plantearon realizar módulos que dieran solución al sistema de control de acceso. Utilizar el sistema de control escolar de la institución debido a que los datos que proporciona son los datos del estudiante entre ellos la matricula, nombre, conjunto de materias a los que está inscrito, el grupo, el periodo escolar, la carrera y el semestre en el que está inscrito, entre los más importantes que nos sirven para adaptar las bases de datos y ver de esa manera como agregar la tabla de registro de ingresos y salidas del instituto, y agregar el dato que se va a validar, que nos servirán para que ya en producción se puedan realizar las consultas de los estudiantes por día, semana, mes , semestre y carrera del periodo correspondiente.



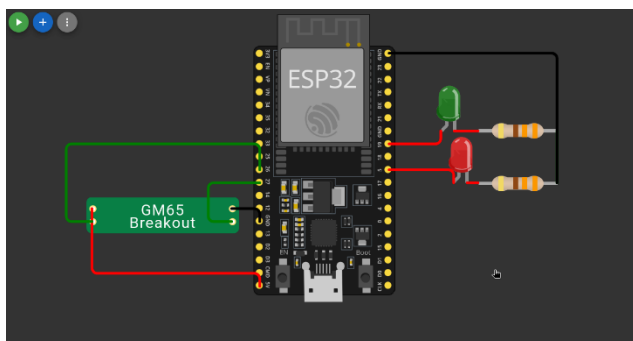
5. Desarrollo

Módulo de ESP32 con el Sensor GM65

A partir de los requerimientos de propusieron las soluciones de diseñar un módulo con el ESP32 que tenga conectado el sensor de código QR denominado GM65, se inició la funcionalidad del puerto al que se va a conectar, configurando el ESP32 con el sensor código QR GM65 y este pueda capturar el código QR. Aquí se pensó desde la captación de la decodificación del código QR hasta su tratamiento de guardarlo en una variable ya decodificado y que este con las funcionalidades del ESP32 se transmitirá a través de la red WIFI para que ese dato decodificado que contendrá los datos del estudiante, que se enviaran al servidor para ser validados con otro código que estará guardado en la base de datos y que realizara la búsqueda del estudiante en la base de datos y enviara la respuesta de regreso para activar una alarma de que el usuario es válido. (Arduino, 2025)

1. Diagrama de conexión del lector QR y la placa ESP32:
6. Para la conexión a la placa se realizaron las siguientes conexiones:
7. Pin 27 de placa ESP32 se conecta al tx del lector QR.
8. Pin 26 de placa ESP32 se conecta al rx del lector.
9. Pin 5 Led rojo y a Resistencia de 330 kohms y a Tierra

Figura 1. Diagrama de conexión del ESP32 con el sensor QR GMS65



Configuración del escáner GM65: La configuración del escáner es rápida y sencilla, pero es importante describir el proceso ya que al estar mal configurada puede ocasionar que los datos leídos no sean procesados correctamente por la placa, estas configuraciones se realizan mediante la lectura de ciertos códigos QR, (Chang, 2014) mismos que son proporcionados por el fabricante, todas estas configuraciones se encuentran en el manual.



Estructura del código de Arduino:

El código de la placa ESP32 con la Aplicación de Arduino se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En la primera parte están definidas las librerías que utiliza el proyecto.

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Base64.h>
```

El proyecto base solo utiliza estas cuatro dependencias para funcionar, a continuación, se describirá la función de cada uno.

```
<WiFi.h>
```

Esta tiene como finalidad permitir a la placa conectarse y administrar una red WiFi, dentro de esta se definen métodos que permiten la interacción con diferentes redes.

```
<HTTPClient.h >
```

Esta nos permite administrar diferentes clientes HTTP con la intención de realizar diferentes peticiones REST a servicios dentro de un servidor.

```
<ArduinoJson.h>
```

Esta librería se encarga de procesar la información a mandar o recibir y convertirla en un formato útil para el usuario, en este caso se utiliza para parsear los datos a un Json y poder mandarlos al servidor, para su uso.

```
<Base64.h>
```

Esta librería se encarga de poder decodificar los datos recibidos, ya que los datos se encuentran en base 64, es necesario procesar estos datos para así poder trabajar con ellos posteriormente.

En la siguiente parte se encuentran definidas las variables del proyecto, entre estas están: el nombre de la red a la que se conectará la placa, la contraseña, el host del servidor, el id de la entrada por defecto, los pines de conexión rx y tx de la placa ESP 32 que permiten la conexión UART y por último los pines de los leds que muestran el estado de la consulta.

```
const char* ssid = "LAN";
const char* password = "*****";
const char* serverAddress = "http://10.10.8.40:3000"; // Dirección completa
del servidor incluyendo el puerto
const int defaultIdEspacio = 72; // IdEspacio por defecto, Id de entrada
general.
const int rxPin = 27; // RX del ESP32 conectado al TX del GM65
const int txPin = 26; // TX del ESP32 conectado al RX del GM65
```



```
const int errorLed = 5;
const int successLed = 19;
```

Estructura principal del código:

Un programa en Arduino se estructura de dos bloques de código principales, entre estos se encuentran, el void y el loop, el void se encarga de cargar un bloque de código solo cuando la placa arranca por primera vez, en este bloque de código se pueden definir ciertos parámetros de la placa. En el bloque loop, se almacena todo código que se requiera ejecutar constantemente durante el ciclo de vida del programa.

En el bloque void, encontramos definidos ciertos parámetros que se inicializan una vez la placa sea prendida o reiniciada. Entre estos parámetros podemos encontrar:

Inicializar serial de Arduino: Esto nos permite visualizar logs o errores que puedan ocurrir en tiempo de ejecución del programa. En este caso se define el número del serial, que en este caso es 115200. Además, el tiempo de actualización del serial, que está definido en 1000 milisegundos.

```
Serial.begin(115200);
```

Inicializar WiFi: En esta parte se define la red Wifi a la cual se conectará la placa, así como también el estado de la conexión, en caso de que la placa esté conectada a una red está no se volverá a conectar y en caso contrario si lo hará. Además, todo este proceso será imprimido en la Serial. También se definen los leds de estado, esto muestra el estado tanto de la conexión como de las peticiones http, en este caso al no poder conectar a una red Wifi, los leds comenzaran a parpadear de manera continúa indicando que no se conectó a la red asignada.

```
// Inicializar Wifi
```

```
WiFi.begin(ssid, password);
pinMode(errorLed, OUTPUT);
pinMode(successLed, OUTPUT);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi ...");
    digitalWrite(errorLed, HIGH);
    digitalWrite(successLed, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(errorLed, LOW);
    digitalWrite(successLed, LOW);
}
Serial.println("Connected to WiFi");
```



Inicializar lector QR: En este apartado se inicializa el Serial del lector, esto para poder mostrar la salida de datos. Como parámetros le asignamos un número de salida y el serial a la cual este se conectará, que en este caso es Serial del QR, así como también asignamos los pines tanto de rx como de tx esto si queremos una conexión UART.

```
// Inicializar comunicación UART
Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, rxPin, txPin); // Configura el segundo puerto
serial con los pines correctos
```

En el bloque loop, se ejecutan los siguientes procesos:

Chequeo de conexión a red Wifi: Este es un proceso fundamental, ya que, en caso de no estar conectado a alguna red, la placa no ejecutará todo el código. Este chequeo se hace constantemente, antes de realizar cualquier acción.

```
void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    //Verificar si la comunicación al UART está disponible
```

Lectura de datos del lector: Aquí se leen los datos del lector siempre y cuando el lector esté disponible, además de imprimir dichos datos en el Serial. Es importante mencionar que como el servidor proporciona un String de datos agregando en este los caracteres "" tanto al principio con al final de la cadena se tienen que remover para así poder realizar la conversión de manera adecuada y optima (Radhi, 2022)

```
if (Serial2.available()) {
  // Leer datos del módulo GM65 a través de UART
  String dataFromGM65 = Serial2.readStringUntil('\n');
  Serial.println("Data from GM65: " + dataFromGM65);
  dataFromGM65.replace("\"", "");
  Serial.println("Data from GM65: " + dataFromGM65);
```

Decodificación de datos: Ya que el servidor proporcionar los datos en base 64 estos datos tienen que ser decodificados para así poder ser interpretados. Como primer paso para esta decodificación se convierte la cadena de entrada de tipo String a una cadena de char ya que la librería solo trabaja con este tipo de datos, después de esto se obtiene la longitud de la cadena y estos datos se pasan mediante los diferentes métodos proporcionados por la librería para decodificar los datos (Gorantla, 2026). Al final, la salida se imprime en pantalla.

```
//Convertir los datos de String a Char
char* contentQR = &dataFromGM65[0];
Serial.println(contentQR);
int dataQRLength = strlen(contentQR);
```



```
// Decodificar el texto base64
int decodedQR = Base64.decodedLength(contentQR, dataQRLength);
char decodedString[decodedQR + 1];
Base64.decode(decodedString, contentQR, dataQRLength);
decodedString[decodedQR] = '\0'; // Asegurar el terminador nulo
Serial.println(decodedString);
```

Creación de un objeto JSON con los datos obtenidos del lector: Aquí los datos obtenidos mediante la lectura son parseados dentro de un JSON, esto con la finalidad de poder ser enviados al servidor mediante un servicio REST.

```
// Crear objeto JSON y agregar IdTipo, NumControl e IdEspacio por defecto
DynamicJsonDocument docGm(1024);
DeserializationError error = deserializeJson(docGm, decodedString);
if (error) {
    Serial.print("Error al deserializar      JSON:");
    Serial.println(error.c_str());
}
// Crear objeto JSON y agregar IdTipo, NumControl e IdEspacio por defecto
DynamicJsonDocument docGm(1024);
DeserializationError error = deserializeJson(docGm, decodedString);
if (error) {
    Serial.print("Error al deserializar      JSON:");
    Serial.println(error.c_str());
    digitalWrite(errorLed, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(errorLed, LOW);
    return; // Salir si hay error en la deserialización
}
DynamicJsonDocument doc(1024);
doc["idTipo"] = docGm["idTipo"].as<int>();
doc["NumControl"] = docGm["NumControl"];
doc["IdEspacio"] = defaultIdEspacio;
// Serializar el JSON a una cadena
String jsonString;
serializeJson(doc, jsonString);
```



Creación de un cliente HTTP: En este paso se creó un cliente http, con diferentes parámetros y encabezados, esto para poder crea un request a un servidor. Como parámetros se agregaron algunos datos como, por ejemplo, el host del servidor hacia el que apunta la petición, el encabezado de autorización, que permite dar acceso al servidor y como último parámetro se agregó el método REST a utilizar, en este caso es un servicio POST.

```
// Enviar datos al servidor
HTTPClient httpClient;
httpClient.begin(serverAddress + String("/api/ControlAsis/"));
httpClient.addHeader("Content-Type", "application/json");
httpClient.addHeader("Authorization", "Bearer TokEsp1234qazwsxedcrfvtgbhn");
int httpResponseCode = httpClient.POST(jsonString);
Serial.print("HTTP Response code: ");
Serial.println(httpResponseCode);
```

Captura de código de respuesta: Un código de respuesta nos ayuda a saber si una petición fue creada con éxito o si existió algún error. Además, mediante estos códigos de respuesta podemos saber si la tarea fue realizada con éxito o si ocurrió algún error en alguna parte del proceso así que al hacer uso de estos códigos se implementó un indicador de estatus mediante el encendido de ciertos leds, en este caso se agregaron 2 leds uno para mostrar una salida exitosa y otro para mostrar si la tarea falló.

```
if (httpResponseCode > 0) {
  String response = httpClient.getString();
  if (httpResponseCode > 200 & httpResponseCode < 300) {
    digitalWrite(successLed, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(successLed, LOW);
  } else {
    digitalWrite(errorLed, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(errorLed, LOW);
  }
  Serial.print("Response: ");
  Serial.println(response);
} else {
  Serial.print("Error code: ");
  Serial.println(httpResponseCode);
  digitalWrite(errorLed, HIGH);
```



```

        delay(1000);
        digitalWrite(errorLed, LOW);
    }
    httpclient.end();
}
delay(500); // Esperar 10 segundos antes de enviar la siguiente solicitud
}
}

```

Estructura de la aplicación WEB

El sistema WEB consta de dos componentes principales:

Frontend: Una aplicación web que permitirá a los usuarios generar y gestionar sus códigos QR, así como visualizar los registros de entradas y salidas.

Backend: Un servidor que almacenará la información de los códigos QR decodificados a archive plano, y los registros de acceso, y proporcionará una API para que la aplicación web pueda interactuar con él.

(dataguide, 2022)

Componentes del Backend

- El backend se compone de los siguientes módulos:
- Carpeta src
- Carpeta config
- Archivo bcrypt.adapter.ts

El proyecto fue realizado mediante una arquitectura limpia, esto con la intención de poder distribuir cada uno del control del código y además de poderlo escalar con más facilidad y eficiencia.

Dentro del proyecto se pueden encontrar los siguientes módulos: (cockroachlabs, 2021).

Logs

(Carpeta donde se registran los errores del sistema):

Dentro de esta carpeta se almacena todos los logs del sistema, a medida que se realizan consultas o diferentes tareas, estos logs permiten saber si falló en alguna parte y si es así el motivo de este fallo.

Dentro de esta carpeta se definen tres tipos de logs:

logs-low.log: Este nos permite saber algún error en alguna parte del código, no afectando al sistema completo, teniendo una prioridad baja.

logs-medium.log: Este nos permite saber algún error considerado como error de media importancia, de igual forma nos ayuda a saber si el sistema tuvo algún en ejecutar alguna tarea o algún módulo.

logs-high.log: Este nos indica si el sistema tuvo algún error con una importancia alta, esto es de gran importancia ya que nos ayuda a saber cómo solucionar dicho error en caso de que este vuelva a suceder.



node modules**(Generada al instalar paquetes y Frameworks externos):**

Esta carpeta está creada por defecto al definir algún nuevo proyecto en Node.js. En esta se almacenan todas las dependencias necesarias que permiten trabajar a Node correctamente. Esta se crea antes de levantar el sistema, ya que sin estas dependencias el proyecto no funcionará de manera correcta.

prisma**(Carpeta donde se generan los modelos de las bases de datos para diversas bases como Postgres, SQL Server, MySQL, etc.)**

En esta carpeta se almacenan los diferentes modelos de las bases de datos que se crean a partir de los esquemas definidos dentro de los diferentes modelos. Esta carpeta es auto generada por el mismo prisma al crear un nuevo esquema de base de datos. Además, dentro de esta carpeta se almacenan las migraciones que realizan la base de datos, estas migraciones son importantes ya que muestran los cambios que recibe la base y ayuda a mantener un orden dentro del diseño de la base.

dist**(Carpeta en donde se almacena todo el código convertido a JavaScript, ya que el navegador no puede leer el código por defecto)**

Esta carpeta es una carpeta auto generada por el sistema, todo el código dentro de esta carpeta es una conversión a JavaScript del código original escrito dentro de src, esta se encarga de interactuar con el navegador.

src**(Carpeta que contiene todo el funcionamiento del sistema)**

Dentro de esta carpeta se almacena toda la lógica del código, desde generación de esquemas de la base de datos, hasta la generación de tablas y de lógicas de trabajo, además de brindarnos todo el entorno de servidor, como, por ejemplo, la creación de las distintas APIs hasta su conexión a estas mediante diferentes líneas de código.

public**(Carpeta en donde se almacenan todas las vistas del sistema)**

Dentro de esta carpeta se almacenan todas las vistas creadas en el sistema. Cada vista está dividida por su respectiva carpeta, en donde se almacena un archivo html y un archivo js encargado de dar la funcionalidad a la vista. Esta carpeta contiene los siguientes elementos:

Código par alumno:**Html:**

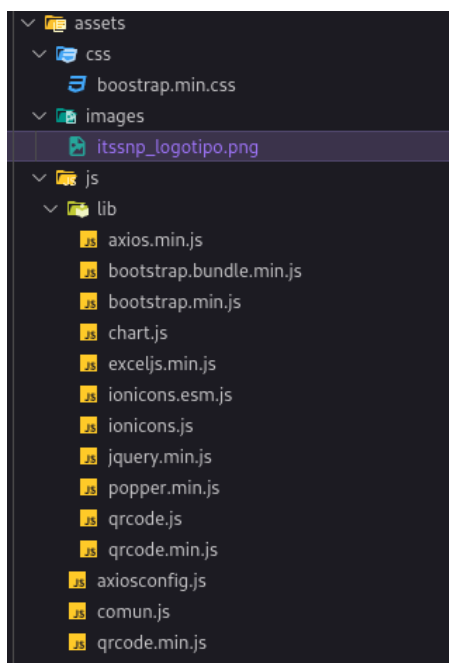
Importación de Bootstrap, con el fin de poder realizar un desarrollo más rápido y eficiente en cuanto a la generación de vistas.

```
<head>
  <meta charset="UTF-8" />
```



```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0" />
<title>Alumnos</title>
<!-- Bootstrap CSS -->
<link rel="stylesheet" href="/assets/css/bootstrap.min.css" />
</head>
```

assents: Esta carpeta es la encargada de brindarnos los diferentes archivos a ocupar dentro de todas las vistas, en esta carpeta se pueden almacenar tantas imágenes, archivos de audio, entre muchos otros archivos multimedia. En este caso aquí se almacena el archivo .min de css encargado de brindarnos el framework de Bootstrap, además también se almacenan algunas imágenes útiles dentro del sistema y por último se almacenan las librerías usadas dentro de estas vistas, entre estas librerías se encuentran el generador de QR.



Index.html: Este archivo es la vista de bienvenida, esta vista tiene como propósito permitir el acceso de los usuarios dentro del sistema, la vista cuenta con el login integrado, es por ello que es tan importante, dentro de esta vista se almacena todo el código de la vista, tanto sus imágenes como la estructura de este, además se definen los diferentes campos, como por ejemplo los tipos de usuario existentes y los campos que cada uno de estos tiene.

Dentro de este documento podemos encontrar los siguientes elementos:

El contenedor de roles:

```
<div class="input-block">
  <label class="input-label">Tipo de Usuario</label>
  <select
```



```

        name=""
        class="select_login select-option-none"
        id="selectInp"
    >
        <option value="1" class="select-option-
color">Estudiante</option>
        <option value="2" class="select-option-
color">Docente</option>
        <option value="3" class="select-option-
color">Visitante</option>
        <option value="4" class="select-option-
color">Checador</option>
        <option value="5" class="select-option-color">
            Administrador
        </option>
    </select>
</div>
<div class="input-block">

```

Dentro de este contenedor se enlistan todos los tipos de roles que se administran dentro del sistema, para poder agregar algún otro es necesario crear dicho rol dentro de la base de datos y agregarlo en la clase login.

Datos de entrada:

En las siguientes líneas se definen los datos de entrada, que en este caso es usuario y contraseña, se definen diferentes elementos como, por ejemplo, el tipo de entrada, el placeholder, el id del elemento para su uso posterior.

```

<div class="input-block">
    <label for="password" class="input-label">Usuario</label>
    <input type="text" name="email" id="email" placeholder="User"
/>
</div>
<div class="input-block">
    <label for="password" class="input-label">Contraseña</label>
    <input
        type="password"
        name="password"
        id="password"
        placeholder="Password"
    />
</div>

```



app.ts**(Archivo de inicio del proyecto)**

Este archivo es el encargado de iniciar el sistema, además dentro de este se definen diferentes variables encargadas de iniciar el servicio, entre estas variables podemos encontrar el puerto en el que se mostrarán las diferentes vistas del sistema. Así como también se inicia el servidor, y se cargan todas las rutas con las que cuenta el servidor, estas rutas son rutas tanto de vistas como de servicios REST

```

1  import { envs } from "../config/envs";
2  import { AppRoutes } from "../presentation/routes";
3  import { Server } from "../presentation/server";
4
5  (async () => {
6    main();
7  })();
8
9  async function main() {
10   const server = new Server({
11     port: envs.PORT,
12     public_path: envs.PUBLIC_PATH,
13     routes: AppRoutes.routes,
14   });
15   server.start();
16 }
17

```

.env

Estas variables tienen diferentes funciones, entre estas se encuentran:

PORT: Obtiene y valida el puerto para el servidor.

MSSQL_URL: URL del servidor MSSQL.

MSSQL_USER: Usuario para MSSQL.

MSSQL_PASSWORD: Con

+traseña para MSSQL.

MSSQL_DB: Nombre de la base de datos en MSSQL.

MAILER_SERVICE: Servicio de correo electrónico.

MAILER_EMAIL: Correo electrónico para el servicio de correo.

MAILER_SECRET_KEY: Clave secreta para el servicio de correo.

PUBLIC_PATH: Ruta de acceso público

JWT_SEED: Clave para generar tokens JWT.



WEBSERVICE_URL: URL del servicio web.

TOKENESP: Token especial.

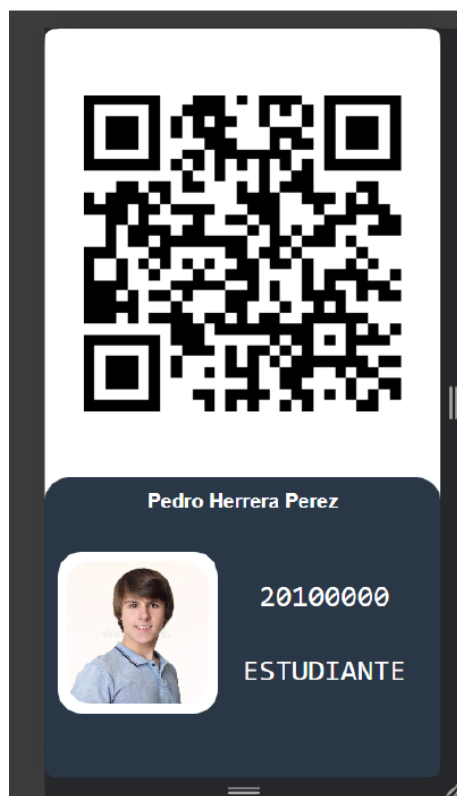
6. Resultados.

De la fase de desarrollo se realizó la aplicación WEB en Type Script, su función principal es que el estudiante entre con dicha aplicación a través de la red WIFI con su Teléfono Móvil y que genere el código QR en tiempo real, cada vez que ingrese al instituto y al conectarse al WIFI se genera el código QR que tendrá una validez de 20 horas. el estudiante ocupara los dispositivos QR con el esp32 con los que validara su entrada o salida dependiendo de las incidencias que realice el estudiante, desde que ingresa o sale y al chequear su código en el dispositivo si está registrado el Sistema de bases de datos que está en el SITE del instituto que validara sus datos procediendo a enviarle respectiva verificación de datos en la quedara aceptado o rechazado según lo que envíe el proceso de validación. Este procedimiento poblara la base de datos en producción registrando la entrada y salida de los estudiantes las veces que el ingrese o salga del estudiante durante todo el periodo escolar.

Figura 2. Solicitud de credenciales



Figura3. Generación de Código QR en su Teléfono Móvil.



Como resultado de la fase se desarrolló la aplicación WEB que solo la podrán ver los Usuarios de las jefaturas de Carrera para poder ver los reportes de sus asistencias de sus estudiantes según la Carrera, ingresando con su usuario y login registrados ya en la base de datos institucional y que además valida los datos de este proceso para acceder a la función de consultas de entradas y salidas de los estudiantes por periodos.

Ya desarrollado todo se procederá a realizar las pruebas necesarias, primero que la base de datos esté funcionando de manera correcta y que tenga alimentados todos los estudiantes del periodo a registrar.

Se procederá a realizar las pruebas de conexión de la aplicación web móvil que tenga conexión al WIFI verificando su propia contraseña interna del dispositivo que se le capture dentro del mismo para entrar a la red y se pueda conectar al servidor de bases de datos.

Implementación de las pruebas con estudiantes para que generaran su código QR en su móvil para que con este se proceda al registro del estudiante y se realicen los registros de entrada o salida dependiendo de la acción del estudiante. Se verifico que lo realizara en dispositivo QR con el GM65 para que este no dependiera del que se utiliza, que se utilice cualquiera que esté disponible.



Se verificará que en el servidor de bases de datos se vayan realizando los registros de las entradas/salidas de los estudiantes en las pruebas que se realizaron para integrarlos todos de manera síncrona.

La última verificación de pruebas que se realizó es la emisión del reporte por parte del jefe de Carrera en donde dependiendo de los datos del **estudiante** y la verificación del periodo escolar a verificar se emita un reporte en Excel el cual tiene el detalle el total de entradas y salidas del estudiante dándole esa información a los tutores para que vean si el estudiante está entrando o no a la institución.

Figura 4. Buscar asistencia de estudiante

Gestor de Control de Asistencias

Asistencias Disponibles

Escriba un ID

Buscar

Generar Reporte

Asistencia

127

idTipo	Espacio	NumControl	Fecha	Hora Entrada	Hora Salida
Alumno	Entrada	20100012	23/5/2024	07:55	08:00
Eliminar					

126

idTipo	Espacio	NumControl	Fecha	Hora Entrada	Hora Salida
Alumno	Entrada	20100017	23/5/2024	07:47	07:51
Eliminar					

Figura 5. Solicitar reporte de asistencia del estudiante en un periodo determinado.

Reporte por Periodo

NumControl

Fecha Inicio

Fecha Fin

Resultado de la generación del reporte en Excel

A	B	C	D	E
NumControl	Lugar	Fecha	HoraEntrada	HoraSalida
20100012	Entrada General	1/5/2024	13:52:04	13:52:04



7. Conclusiones

Se concluye que para llevar el control de tareas repetitivas que generan datos en tiempo real es necesario utilizar sensores que los capten como el GM65, que detecta los códigos de los estudiantes y los guarda en la base de datos del servidor de la institución para posteriormente se procesen los datos de la asistencia de los estudiantes que salen y entran a las instalaciones; además de que los datos son consultados por los respectivos jefes de división de cada carrera. Esto nos proporciona un control de estudiantil y nos da información hasta de cuando un estudiante que dejó de asistir dándole la información a su tutor o padre de familia. Los riesgos posibles es que al ingresar no haya red debido a que el código QR se genera antes de ingresar a las instalaciones y también que no tenga retardos la red al registrar los códigos. En futuro dicha aplicación se puede refinar para hacer más tareas, o agregarles más aplicaciones que hagan tareas similares como el registro de entradas y salidas del estacionamiento. Se puede decir que con este proceso que se describe en el artículo no es necesario la credencial debido a que se valida desde la entrada en la red local con el código QR.

8. Referencias

- Arduino. (agosto de 2025). *GM65 bar code scanner interface to Arduino Nano ESP32*. Obtenido de <https://forum.arduino.cc/t/gm65-bar-code-scanner-interface-to-arduino-nano-esp32/1399450>
- Chang, J. H. (2014). An introduction to using QR codes in scholarly journals. *Science Editing*, 113-117.
- cockroachlabs. (29 de noviembre de 2021). *How to build a complete web app with React, TypeScript, and CockroachDB*. Obtenido de <https://www.cockroachlabs.com/blog/react-typescript-cockroachdb-sample-app/>
- dataguide, p. (2022). *Top 11 Node.js ORMs, query builders & database libraries in 2022*. Obtenido de <https://www.prisma.io/dataguide/database-tools/top-nodejs-orms-query-builders-and-database-libraries>
- Gorantla, E. (21 de Mrzo de 2026). *I Built a QR Code Encoder From Scratch in TypeScript*. Obtenido de <https://medium.com/codex/i-built-a-qr-code-encoder-from-scratch-in-typescript-heres-how-it-works-77f8e36ddd67>
- Radhi, A. A. (2022). Use QR Code and IoT Mobile Devices to Prevent the Spread of an Epidemic (COVID-19). *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 127–136.



LA FORMACIÓN DOCENTE ORIENTADA A LA INVESTIGACIÓN Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO

Cruz, Loyola José Antonio ¹

1. División de la Ingeniería en Administración, Instituto Tecnológico Superior de Teposcolula, jose.cl@teposcolula.tecnm.mx

Resumen: El presente artículo de divulgación científica ofrece un análisis a profundidad de la formación docente orientado a la investigación y el impacto en el desarrollo del perfil profesional, así como, la mejora en la calidad educativa. En contextos actuales muchas de las universidades en México suelen promover una insuficiente formación investigativa a sus docentes en servicio, Servín (1998) afirma que el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) tiene una poca participación en cuanto a la formación de sus docentes en temas investigativos, esto debido a diversos razones como lo son: desconocimiento de estrategias hacia proyectos de divulgación, desvinculación entre práctica e investigación, investigación de manera individual por parte de los docentes y la formación docente en el marco de la tecnología. Frente a este escenario, el presente trabajo propone y evalúa un programa de desarrollo profesional de los docentes basado en investigación, que se pueda replicar en instituciones tecnológicas mexicanas. En cuanto a la metodología se describe un diseño de caso de estudio con un enfoque mixto tanto cualitativo como cuantitativo. Dentro de los resultados se realizó una propuesta con tres tipos de modelos teóricos de formación docente orientados a la investigación. En este sentido, la presente investigación no solo busca divulgar la importancia de la investigación como formación en los docentes, sino mejorar el desempeño del profesorado, sus habilidades pedagógicas y transmitir la enseñanza en el aula de una manera innovadora, con un impacto de nuevas metodologías que eleven la calidad en cada uno de los egresados y alumnos en formación.

Palabras Clave: Formación docente, Investigación Educativa, Desarrollo Profesional Docente, Innovación Pedagógica.



Abstract: This scientific outreach article offers an in-depth analysis of teacher training oriented toward research and its impact on the development of the professional profile, as well as on the improvement of educational quality. In current contexts, many universities in Mexico tend to promote insufficient research training for their in-service teachers. Servín (1998) states that the Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) has limited participation in the research training of its teachers due to various reasons, such as: lack of knowledge of strategies for dissemination projects, disconnection between practice and research, individual research conducted by teachers, and teacher training within the framework of technology.

Faced with this scenario, the present work proposes and evaluates a research-based professional development program for teachers that can be replicated in Mexican technological institutions. Regarding the methodology, a case study design with a mixed qualitative and quantitative approach is described. Among the results, a proposal was developed consisting of three types of theoretical teacher-training models oriented toward research.

In this sense, the present research not only seeks to disseminate the importance of research as part of teacher training, but also to improve teaching performance, pedagogical skills, and the delivery of classroom instruction in an innovative way, generating the impact of new methodologies that enhance the quality of graduates and students in training.

Keywords: Teacher Training; Educational Research; Teacher Professional Development, Pedagogical Innovation.

1. Introducción

En el marco de la educación superior en México, la profesionalización de los docentes enfrenta retos relevantes principalmente en la desconexión que existe entre la docencia y la investigación. El principal objetivo de las universidades tanto públicas como privadas es enfocarse en contenidos curriculares y no en investigación educativa. Vergara (2019) señala que las instituciones educativas reclaman nuevos contenidos, sensibilidades, habilidades y herramientas en la formación docente, planteando la necesidad de mayor calidad y pertinencia en los servicios educativos. En la actualidad la investigación docente es atendida como una actividad secundaria o complementaria en las instituciones de nivel superior, dejando a un lado el cambio constante de la sociedad, el desarrollo tecnológico y científico que permite transformaciones y resultados en avances de la educación. Ante esta necesidad de promover la investigación por parte de los docentes a nivel superior es que instituciones como la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHT) y la Red Mexicana de Investigadores de la Investigación Educativa (REDMIE), comparten oportunidades de colaboración integrada por académicos e investigadores adscritos a diferentes instituciones educativas y/o centros de investigación, con la finalidad de realizar un trabajo colaborativo, sin embargo muchas de las instituciones no cuentan de una estrategia,



programa o vinculación que les permita este acercamiento a una consolidación en la formación investigativa para su profesorado. Hernández et. al. (2015), menciona que la formación docente basada en la investigación permite al docente o profesor desarrollar habilidades necesarias para dar soluciones ante panoramas o inquietudes de los estudiantes al resolver paradigmas de áreas especiales o seleccionadas.

2. Sustento Teórico

2.1 Formación docente en la educación superior

De acuerdo a Carlos Marcelo (2009), el desarrollo profesional del docente debe entenderse como un proceso dinámico que integra la experiencia, la reflexión sobre la práctica y formación continua. En un contexto de educación superior, la formación del profesorado no debe limitarse únicamente a la transmisión de conocimientos, sino que requiere la actualización permanente de metodologías didácticas, de innovación y sobre todo de producción científica, por otra parte, Schön (2009), plantea que los docentes deben desarrollar su profesionalización a partir de la reflexión en la acción, en este sentido la formación docente se fortalecerá con los desafíos contemporáneos que se enfrenten y las experiencias en el aula. Asimismo, el fortalecimiento de la formación docente en la educación superior se relaciona con el desarrollo de cuerpos académicos dedicados al aprendizaje de nuevas metodologías. En estos cuerpos académicos se tiene el objetivo de compartir, experiencias, intercambio de conocimientos, avances de proyectos, estrategias exitosas frente a grupo, colaboración en divulgación científica y construcción de estrategias pedagógicas. En este sentido Hargreaves y Fullan (2012) destacan que el desarrollo de los docentes se ve potencializado cuando se promueven espacios de colaboración, aprendizaje colectivo y reflexión entre los miembros de la comunidad educativa.

2.2 La investigación educativa como eje de práctica docente

La investigación educativa representa un pilar fundamental en los avances tecnológicos, innovadores y científicos en el país, además de ser una base fundamental en cuanto a la formación docente del profesorado, ya que permite analizar, comprender y transformar los procesos educativos en una perspectiva más crítica y reflexiva. Elliot (1993) menciona, que la investigación dentro de las aulas permite a los docentes identificar y analizar problemáticas reales, desarrollando soluciones que conduzcan a la mejora educativa, por otra parte, Kemmis y McTaggart (1988) sostienen que la investigación en la práctica docente promueve la participación activa de los docentes en la generación de nuevos conocimientos frente el aula y una transformación más profunda en su entorno educativo. Según Hernández Sampieri (2018) la investigación en el ámbito educativo permite generar conocimiento científico a partir de la observación, el análisis y la interpretación de la realidad, lo que facilita la toma de decisiones. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, la investigación educativa dentro de la práctica docente fortalece el perfil profesional de los docentes y promueve una cultura académica basada en la reflexión crítica.



2.3 Formación docente orientada a la investigación

De acuerdo con Stenhouse (1981), el docente debe concebirse como un investigador de su propia práctica, siendo capaz de analizar y transformar procesos educativos a partir de la reflexión y la evidencia empírica. Promoviendo un pensamiento crítico y reflexivo que permita transmitirlo en los estudiantes para poder desarrollar habilidades y profesionales que logren dar resultados con sustento teórico y práctico. Por otra parte, Gimeno (2018) señala que la investigación en la formación docente permite comprender la complejidad del fenómeno educativo y promueve procesos de innovación en las instituciones educativas. Desde esta perspectiva, la investigación como elemento en la formación docente se convierte en una estrategia y herramienta que permite al profesor contribuir en la mejora de la calidad tanto de los estudiantes, como en el avance de las instituciones.

3. Metodología

En cuanto al diseño de la investigación se aplicó un estudio de caso de alcance mixto con una parte cuantitativa y cualitativa, con base a las experiencias en instituciones tecnológicas mexicanas. En cuanto a la fase cualitativa se profundizó la comprensión de las experiencias, percepciones y prácticas del profesorado en relación con la investigación educativa, por otra parte, en la fase cuantitativa se recolectaron datos que permitieran medir frecuencias, porcentajes y medidas de tendencias con el nivel de formación investigativa y su influencia en el desarrollo profesional docente. Este tipo de análisis mixto permitió obtener una visión general del fenómeno estudiado y detectar áreas de oportunidad en los procesos de formación orientado a la investigación. El enfoque de la investigación es descriptivo, por que como lo señala Hernández et al. (2014) las investigaciones descriptivas buscan analizar los fenómenos y sus componentes. La investigación es de tipo no experimental, porque no se realizará manipulación deliberada de variables, así mismo es transeccional ya que los datos serán recolectados en un solo momento y en un tiempo único. En la figura 1 se observa los pasos dentro de la metodología aplicada en el presente trabajo de investigación. El alcance es de tipo correlacional con proyección explicativa ya que permite analizar la relación entre la formación docente orientada a la investigación y el fortalecimiento del perfil profesional, así mismo es explicativo debido a que orienta a diseñar un sistema de formación explicando como su implementación puede generar mejoras institucionales.



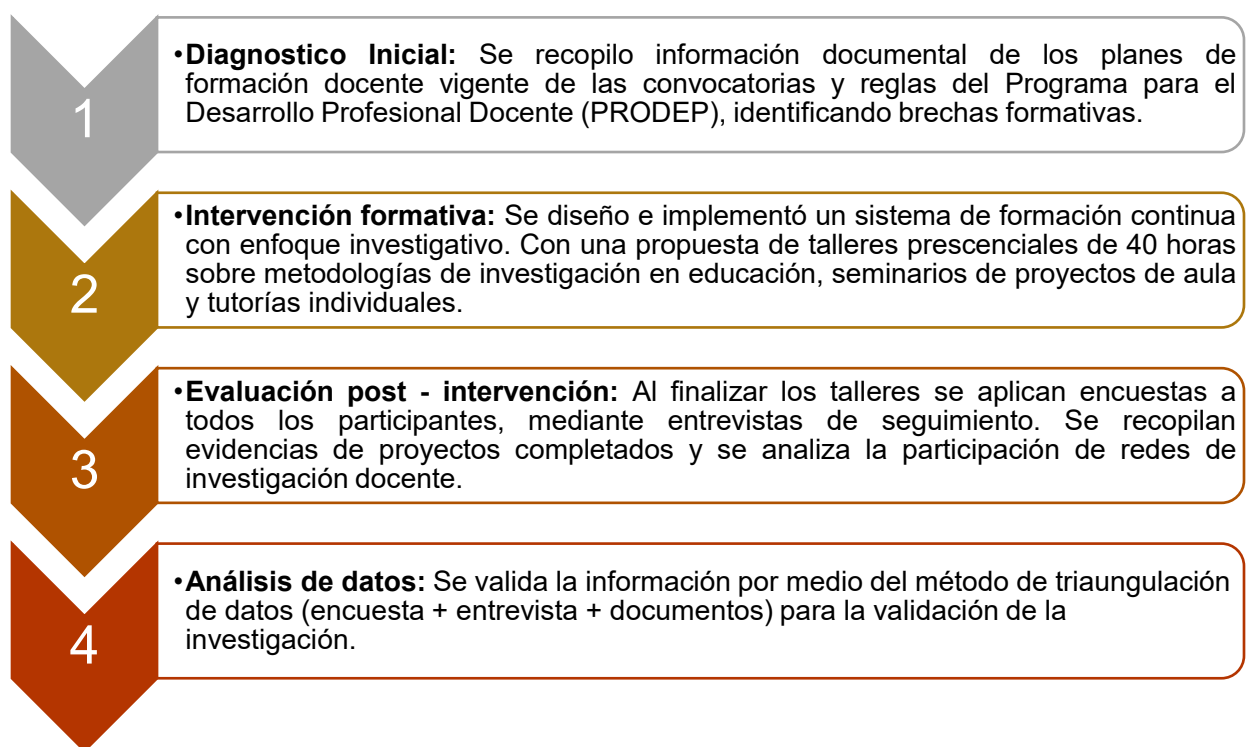


Figura 1. Fases de la metodología de un sistema de formación docente
Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

Para la interpretación de los resultados se utilizaron tres modelos teóricos de formación docentes contrastando su orientación hacia en la investigación, en donde se observa el modelo denominado tradicional que es aplicado en un 50% de las instituciones a nivel superior en México el cual tiene como objetivo capacitaciones puntuales y ha sido muy criticado por expertos por su carácter descontextualizado, el segundo modelo centrado en la investigación enfatiza la adquisición de competencias investigativas individuales (formulación de preguntas de investigación en el aula) y es aplicado en el 30% de las instituciones, el tercer modelo denominado investigación – acción colaborativa añade un componente de trabajo en red de docentes aplicado en un 20% de las instituciones nacionales como se aprecia en la figura 2.



Modelos teóricos de formación docente aplicados en instituciones a nivel superior en México



Figura 2. Modelos teóricos de formación docente

Fuente: Elaboración propia

En la comprensión de los resultados podemos observar en la Tabla 1 la propuesta de los modelos que buscan el fortalecimiento de la formación docente basada en investigación y sus diferentes características, así como el enfoque que busca cada uno de ellos, la metodología que aplican las instituciones y las ventajas y desventajas.

Tabla 1. Comparación de modelos de formación docente

Modelo	Enfoque principal	Metodología típica	Ventajas	Desventajas
Tradicional / Capacitación	Transmisión de contenidos y habilidades docentes básicas.	Cursos cortos y diplomados aislados.	Actualización breve de técnicas educativas.	Poco vinculado al contexto real; impacto limitado.
Orientación a la investigación	Desarrollo de competencias investigativas del docente (indagación en aula).	Talleres temáticos + proyectos guía.	Promueve reflexión y solución de problemas reales.	Requiere tiempo y apoyo institucional; mayor compromiso.
Investigación – acción colaborativa	Construcción colectiva del conocimiento en equipos de docentes.	Comunidades de práctica, grupos de innovación.	Alto compromiso profesional y aprendizaje colaborativo.	Difícil de sostener sin incentivos y acompañamiento.

Fuente: Elaboración propia



Ahora bien, en cuanto a la disponibilidad y la apertura de adquirir nuevos conocimiento relacionados al fortalecimiento del perfil profesional de cada profesor, el 80% de los docentes afirman que es relevante la formación docente con un enfoque investigativo, pero con resultados tangibles como lo son: incremento en número de proyectos de investigación, publicaciones en artículos de revistas indexadas duplicando dichos números en un periodo de dos años, mientras que el otro 20 % menciona que no considera un impacto en cuanto a las estrategias pedagógicas en el aula y el aprendizaje en los alumnos al aplicar técnicas de investigación debido a que no cuentan con el perfil necesario, ver figura 3.



Figura 3. Porcentaje de profesores dispuestos a una formación docente basada en investigación
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los indicadores de impacto potenciales para evaluación de programas formativos investigativos, se identificó las dimensiones, los indicadores de impacto, la métrica y porcentaje, así como los métodos de evaluación en los programas formativos que se requieren aplicar en cada dimensión, como se puede observar en la tabla 2.



Tabla 2. Indicadores de impacto potenciales para evaluación de programas formativos

Dimensión	Indicador de impacto	Métrica / ejemplo de cálculo	Fuente de datos
Competencias investigativas	Autosuficiencia investigativa (autopercepción)	% de docentes con puntaje menor 4/5 en encuesta pre post	Encuesta de autoevaluación
Competencias investigativas	Dominio de métodos (pre – post)	Diferencia promedio en prueba estandarizada	Prueba de conocimiento (antes y después)
Producción académica	Proyectos de investigación docente iniciados	Número de proyectos / profesor en el periodo	Registros institucionales en proyectos
Producción académica	Publicaciones y ponencias	Número de artículos / ponencias presentadas en congresos	Informes de investigación del plantel
Desarrollo del perfil	Miembros en Sistema Nacional de Docentes (SNI)	Porcentaje de profesores que logran SNI o niveles PRODEP	Base SECIHTI o registro PRODEP
Desarrollo del perfil	Nivel de grado académico	Porcentaje con maestría o doctorado	Datos administrativos de la institución.
Impacto en la docencia	Innovaciones pedagógicas implementadas	Número de prácticas innovadoras derivadas de los proyectos	Informe docente / observaciones
Impacto en la docencia	Satisfacción docente con formación	Porcentaje que califican en el programa como útil	Encuesta de satisfacción

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

Los hallazgos encontrados mediante la investigación realizada permiten sostener que una formación docente centrada en la investigación mejora el desarrollo profesional de los profesores. El modelo de formación propuesto, vincula la teoría y la práctica mediante la investigación – acción, combinando modelos que se exponen en los resultados que tienen evidencia y sustento por organismos internacionales y nacionales. Tras aplicar una guía de observación se identifica que los docentes muestran interés y disposición para investigar en sus clases, comenzando a documentar problemas reales. Es importante reconocer que, al tratarse de un enfoque mixto donde la parte cualitativa muestra que los hallazgos obtenidos no constituyen mediciones objetivas en el sentido de una ciencia exacta, sino de propuestas que dependen del contexto y de la interacción con cada persona evaluada, incluyendo factores como su experiencia, habilidades, capacidad de aprendizaje, grado de estudio y nivel de involucramiento.

En términos de indicadores, los resultados muestran mejoras en varias dimensiones: el 60% de los docentes se sienten capaces de diseñar un proyecto de investigación, la institución deberá observar si existe un incremento en la cantidad de ponencias o artículos publicados en el ciclo escolar. Es relevante identificar que estos resultados se alinean adecuadamente con los requisitos con el PRODEP y la evidencia en el SNI, donde la formación investigativa eleva la calidad de la institución y de la enseñanza



frente al aula. Sin embargo, se detectan limitaciones como ausencia de grupos de control y la necesidad longitudinal para medir impactos a largo plazo.

Este trabajo de investigación da pie a futuros trabajos o estudios, que repliquen o presenten propuestas en el diseño de nuevas estrategias y análisis comparativos, desarrollando instrumentos validados para medir competencias investigativas docentes, así como el impacto del aprendizaje del estudiante. Finalmente se sugiere que las instituciones consulten fuentes oficiales, en conclusión, la evidencia del presente trabajo sugiere que el fomento de la investigación como eje de la formación docente puede enriquecer gradualmente el perfil profesional del profesorado y aportar nuevas ideas en la innovación.

6. Referencias

- Elliott, J. (1993). El cambio educativo desde la investigación-acción. Morata.
https://books.google.com/books/about/El_cambio_educativo_desde_la_investigaci%C3%B3n.html?id=4g5QAAAAMAAJ
- Fullan, M., & Hargreaves, A. (2012). Professional capital: Transforming teaching in every school. Teachers College Press.
<https://www.tcpress.com/professional-capital-9780807753331>
- Gimeno Sacristán, J. (2008). El currículum: Una reflexión sobre la práctica (9ª ed.). Morata.
<https://www.morata.es/libros/el-curriculum-una-reflexion-sobre-la-practica/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2018). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Education.
<https://www.mheducation.com.mx/metodologia-de-la-investigacion-9781456260966-latam>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). The action research planner. Deakin University Press.
<https://doi.org/10.4324/9781315715644>
- Marcelo, C. (2009). Desarrollo profesional docente: Pasado y futuro. Revista de Ciencias de la Educación, 219, 7-22.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3057090>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). Qualitative data analysis: A methods sourcebook (3rd ed.). Sage Publications.
<https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-data-analysis/book246128>
- Schön, D. (1992). La formación de profesionales reflexivos: Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones. Paidós.
https://books.google.com/books/about/La_formacion_de_profesionales_reflexivos.html?id=0dZQA-AAAMAAJ



100CIATEC

- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.
<https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Stenhouse, L. (1981). Investigación y desarrollo del currículo. Morata.
<https://www.morata.es/libros/investigacion-y-desarrollo-del-curriculo/>
- Servín, M. (1998). Formación docente e investigación en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.



MODELO ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LABORATORIOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S

Charros Tlapalcoyoa Anselmo¹; Balderas Cid María de los Ángeles ²; González Jiménez Carlos Alberto ³

1. Tecnológico Nacional de México/ ITS de Atlixco, anselmo.charros@itsatlixco.edu.mx
2. Tecnológico Nacional de México/ ITS de Atlixco, angeles.balderas@itsatlixco.edu.mx
3. Tecnológico Nacional de México/ ITS de Atlixco, alberto.gonzalez@itsatlixco.edu.mx

Resumen. La gestión del mantenimiento en laboratorios académicos suele desarrollarse bajo enfoques reactivos, generando fallas operativas, pérdida de trazabilidad y baja disponibilidad de equipos. El presente estudio propuso un modelo estratégico de gestión del mantenimiento basado en la metodología 5S y estructurado en tres etapas: caracterización del sistema, identificación de condiciones críticas y aplicación de mejoras. La investigación tuvo un enfoque mixto y alcance descriptivo, utilizando observación técnica, revisión documental y evaluación operativa. El modelo integró una lista de cotejo técnica, una matriz de riesgos y un sistema de evaluación de 0 a 100 puntos. La aplicación piloto identificó deficiencias relacionadas con organización física, registros técnicos y estandarización documental. Los resultados demostraron mejoras en el control visual, la trazabilidad del mantenimiento y localización de herramientas, concluyendo que la metodología 5S fortalece la gestión del mantenimiento y mejora continua.

Palabras clave: Metodología 5S; gestión del mantenimiento; laboratorios académicos; mejora continua; disponibilidad de equipos.

Abstract. Maintenance management in academic laboratories is commonly developed under reactive approaches, generating operational failures, loss of traceability, and low equipment availability. This study proposed a strategic maintenance management model based on the 5S methodology and structured in three stages: system characterization, identification of critical conditions, and implementation of improvement actions. The research adopted a mixed-method approach with a descriptive scope, using technical observation, document review, and operational evaluation. The model integrated a technical



checklist, a risk matrix, and a performance evaluation system ranging from 0 to 100 points. The pilot implementation identified deficiencies related to physical organization, technical records, and document standardization. The results demonstrated improvements in visual control, maintenance traceability, and tool location, concluding that the 5S methodology strengthens maintenance management and continuous improvement.

Keywords

5S methodology; maintenance management; academic laboratories; continuous improvement; equipment availability.

1. Introducción

En los sistemas productivos modernos, la disponibilidad y confiabilidad de los equipos representan factores fundamentales para garantizar la continuidad operativa, la eficiencia de los procesos y la seguridad de las operaciones. En este contexto, la gestión del mantenimiento ha evolucionado desde enfoques correctivos hacia estrategias estructuradas orientadas a prevenir fallas, optimizar la vida útil de los equipos y mejorar el desempeño organizacional (Bokrantz et al., 2021; Marquez & Gupta, 2021; Sodhi & Tang, 2021).

Tradicionalmente, muchas organizaciones han operado bajo esquemas de mantenimiento reactivo, donde las intervenciones se realizan únicamente después de que ocurre una falla. Aunque este enfoque puede parecer viable en el corto plazo, diversos estudios han demostrado que los paros no programados, la pérdida de productividad y el desgaste acelerado de los equipos generan costos significativamente mayores a largo plazo (Dehghan et al., 2023; Kumar et al., 2023).

Diversos autores han señalado que los modelos tradicionales de mantenimiento correctivo presentan limitaciones relacionadas con la falta de planeación, baja trazabilidad técnica y escasa capacidad para anticipar fallas. En contraste, enfoques recientes como el mantenimiento preventivo, predictivo y el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) destacan la importancia del monitoreo continuo, el análisis de datos y la gestión estratégica de la información para optimizar la toma de decisiones técnicas y reducir interrupciones operativas (Bousdekis et al., 2021; Carvalho et al., 2022; Zonta et al., 2022).

Sin embargo, algunos estudios indican que la implementación de modelos avanzados de mantenimiento depende de altos niveles de digitalización, infraestructura tecnológica y personal especializado, condiciones que no siempre están disponibles en laboratorios académicos o instituciones educativas con recursos limitados (Jasiulewicz-Kaczmarek & Gola, 2021; Kamble et al., 2022). Esta situación ha impulsado la búsqueda de metodologías de mejora continua que permitan fortalecer la organización operativa mediante herramientas accesibles y de bajo costo.

Ante esta problemática, diversas metodologías de mejora continua han sido aplicadas para fortalecer la organización de los entornos de trabajo y optimizar la gestión de los recursos productivos. Entre ellas, la



metodología 5S ha sido ampliamente utilizada en entornos industriales como herramienta para mejorar el orden, la limpieza, la disciplina operativa y la estandarización de procesos (Costa et al., 2021; Patel et al., 2022; Yadav et al., 2022).

La revisión de la literatura evidencia que numerosos estudios priorizan aspectos asociados al orden físico y la limpieza visual; sin embargo, presentan limitada integración con herramientas relacionadas con trazabilidad documental, análisis de riesgos y evaluación operativa del mantenimiento. En consecuencia, persiste un vacío científico relacionado con el desarrollo de modelos integrales aplicados específicamente a laboratorios académicos.

En este contexto, el presente trabajo propone un modelo estratégico basado en la metodología 5S para la caracterización, identificación de condiciones críticas y aplicación de acciones de mejora orientadas a fortalecer la gestión del mantenimiento en laboratorios académicos.

2. Sustento Teórico

La gestión del mantenimiento constituye un elemento clave dentro de la administración de operaciones, ya que permite garantizar la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia de los activos productivos. Diversos estudios han señalado que las organizaciones que implementan sistemas estructurados de mantenimiento logran reducir costos operativos, mejorar la productividad y prolongar la vida útil de sus equipos (Bokrantz et al., 2021; Almeida et al., 2022).

En contraste, cuando el mantenimiento se realiza de manera reactiva, las organizaciones enfrentan problemas asociados con fallas inesperadas, interrupciones operativas y dificultades para planificar intervenciones técnicas, afectando el desempeño global de los sistemas productivos (Alsayouf et al., 2021; Rashid & Hossain, 2021).

Dentro de las estrategias de mejora organizacional, metodologías como 5S han sido utilizadas para optimizar la gestión de espacios de trabajo, mejorar el control visual de herramientas y promover la estandarización de procedimientos operativos. La implementación de 5S contribuye a crear entornos organizados y facilita la detección temprana de anomalías en los equipos (Gupta & Jain, 2022; Costa et al., 2021).

Asimismo, enfoques como el Mantenimiento Productivo Total (TPM) destacan la importancia de establecer sistemas estructurados para el cuidado de los equipos, promoviendo la participación del personal en la prevención de fallas y en la mejora continua de los procesos operativos (Nakajima, 1988; Haddad & Jaaron, 2021).

La integración de metodologías de organización del trabajo, como las 5S, con prácticas de administración del mantenimiento permite fortalecer la gestión de activos, mejorar la trazabilidad de las intervenciones técnicas y optimizar la planificación de actividades preventivas (Dias & Cabral, 2022; Sharma et al., 2024). Asimismo, investigaciones recientes señalan que las tendencias actuales de mantenimiento se orientan hacia modelos híbridos que integran mejora continua, análisis de riesgos y confiabilidad operacional para



fortalecer la sostenibilidad de los sistemas productivos (Singh et al., 2024; Tortorella et al., 2021).

3. Metodología

El presente trabajo corresponde a una investigación aplicada con enfoque mixto y alcance descriptivo, orientada al desarrollo e implementación de un modelo estratégico para la gestión del mantenimiento en laboratorios académicos. El diseño fue no experimental y transversal, debido a que las variables fueron analizadas en su contexto natural mediante observación técnica, revisión documental y evaluación operativa.

La propuesta metodológica se fundamenta en la integración de la metodología 5S, principios de administración de activos y criterios de evaluación operacional utilizados en auditorías técnicas y mantenimiento preventivo (Ahmad et al., 2021; Almeida et al., 2022; Marquez & Gupta, 2021). El objetivo consistió en transformar la gestión reactiva en un sistema proactivo mediante tres etapas consecutivas:

1. Caracterización del sistema
2. Identificación de condiciones críticas
3. Aplicación de acciones de mejora

Etapas 1: Caracterización del sistema

En esta fase se realizó un levantamiento técnico y administrativo mediante una lista de cotejo diseñada para evaluar el estado organizacional y operativo del laboratorio. El instrumento consideró criterios asociados a mantenimiento preventivo, control documental, gestión visual y principios de mejora continua derivados de la metodología 5S (Costa et al., 2021; Patel et al., 2022).

El análisis se centró en cuatro pilares:

- organización del área,
- capacitación del personal,
- documentación técnica,
- registros de mantenimiento.

La escala de evaluación fue establecida de 0 a 100 puntos con ponderación homogénea entre criterios para facilitar la comparación operativa y reducir sesgos durante el diagnóstico. Cada indicador fue valorado con 0, 5 o 10 puntos, considerando ausencia, cumplimiento parcial o cumplimiento satisfactorio. Esta estructura se fundamenta en modelos de auditoría técnica y evaluación operativa que utilizan escalas uniformes para mejorar la objetividad y reproducibilidad del diagnóstico (Santos et al., 2021; Sodhi & Tang, 2021).

Asimismo, la construcción del instrumento tomó como referencia criterios de organización visual y estandarización presentes en aplicaciones industriales de la metodología 5S, adaptados al contexto de laboratorios académicos (Yadav et al., 2022; Kumar et al., 2022).



Etapas 2: Identificación de condiciones críticas

La matriz de clasificación fue desarrollada considerando criterios de severidad operacional, frecuencia de fallas, nivel de trazabilidad documental y capacidad de respuesta técnica, tomando como referencia enfoques de análisis de riesgos empleados en mantenimiento preventivo y administración de activos (Nguyen et al., 2022; Rashid & Hossain, 2021). La propuesta no busca sustituir metodologías formales como FMEA o RCM, sino proporcionar una herramienta simplificada de diagnóstico inicial adaptada a entornos académicos con recursos limitados.

Tabla no. 1 clasificación del estado del laboratorio

Puntaje obtenido de la Etapa 1	Clasificación del estado	Diagnóstico de condiciones críticas	Impacto en la disponibilidad de los equipos
0 – 25	Colapso Operativo	Descontrol total, ausencia de inventarios y entorno inseguro	Nula
26 – 50	Riesgo de Colapso	Falta de mantenimiento preventivo y desorganización crítica	Baja
51 – 74	Laboratorio Funcional	Deficiencias moderadas en estandarización y capacitación	Media
75 – 89	Consolidación Operativa	Cumplimiento sólido con áreas de mejora específicas	Alta.
90 – 100	Excelencia de alto desempeño	Procesos optimizados y trazabilidad integral	Máxima

Etapas 3: Aplicación de acciones de mejora

En la etapa final se diseñaron e implementaron intervenciones orientadas a mitigar las deficiencias identificadas durante el diagnóstico. La metodología 5S funcionó como eje transversal para fortalecer la organización operativa y consolidar prácticas sostenibles de mantenimiento.

Las acciones fueron ejecutadas progresivamente desde la estabilización del entorno físico mediante clasificación, orden y limpieza, hasta la consolidación de procedimientos estandarizados, control visual y disciplina operativa. Entre las acciones implementadas destacaron la organización de herramientas, identificación visual de equipos y áreas, actualización de registros técnicos, diseño de formatos de trazabilidad, estandarización de bitácoras y establecimiento de rutinas de inspección preventiva.

La validación preliminar del modelo se realizó mediante una aplicación piloto en laboratorios académicos, donde se observaron mejoras relacionadas con la organización física, reducción en tiempos de localización de herramientas y fortalecimiento de la trazabilidad documental. Resultados similares han sido reportados



en investigaciones relacionadas con metodologías Lean y 5S aplicadas a procesos operativos y de mantenimiento (Dias & Cabral, 2022; Patel et al., 2022).

Asimismo, diversos estudios señalan que la integración entre organización operativa, estandarización y control visual contribuye al fortalecimiento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos (Rahman et al., 2022; Sharma et al., 2024). En este sentido, los resultados obtenidos permitieron evidenciar la viabilidad operativa del modelo como herramienta de apoyo para la gestión estratégica del mantenimiento en entornos educativos.

4. Resultados de discusión

La etapa de identificación de condiciones críticas utilizó los resultados cuantitativos de la caracterización inicial para establecer un diagnóstico cualitativo del entorno. Mediante la asociación del puntaje con niveles de madurez operativa, fue posible determinar la severidad de las deficiencias encontradas. Un puntaje inferior a 75 puntos fue considerado una alerta técnica asociada con condiciones que comprometen la trazabilidad y la vida útil de los equipos, permitiendo establecer prioridades de intervención para la siguiente etapa.

Etapas 3: Aplicación de acciones de mejora

En la etapa final se diseñaron e implementaron intervenciones orientadas a mitigar las deficiencias identificadas durante el diagnóstico. La metodología 5S funcionó como eje transversal para fortalecer la organización operativa y consolidar prácticas sostenibles de mantenimiento.

La validación preliminar del modelo se realizó mediante una aplicación piloto en laboratorios académicos, donde se observaron mejoras relacionadas con la organización física, reducción en tiempos de localización de herramientas y fortalecimiento de la trazabilidad documental. Resultados similares han sido reportados en investigaciones relacionadas con metodologías Lean y 5S aplicadas a procesos operativos y de mantenimiento (Dias & Cabral, 2022; Patel et al., 2022).

Asimismo, diversos estudios señalan que la integración entre organización operativa, estandarización y control visual contribuye al fortalecimiento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos (Rahman et al., 2022; Sharma et al., 2024). En este sentido, los resultados obtenidos permitieron evidenciar la viabilidad operativa del modelo como herramienta de apoyo para la gestión estratégica del mantenimiento en entornos educativos.

Etapas 1: Caracterización del sistema

Derivado de la investigación y análisis de los rubros para definir la caracterización, se determinó la siguiente lista de cotejo (ver Tabla 2):



Tabla no. 2 lista de cotejo técnica: caracterización y auditoría de mantenimiento

Modelo: Gestión 5S + Administración de Activos

Laboratorio: _____ Evaluador: _____ Fecha: _____

Puntaje Final: _____ / 100

No.	Rubro / Criterio de Verificación	Evidencia Sugerida (Documento o Acción)	Cumple (calificación 5)	No (calificación 0)
I	ORGANIZACIÓN DEL ÁREA (5S)			
1	Clasificación: ¿Área libre de objetos innecesarios?	Foto "Antes/Después"		
2	Orden: ¿Herramientas y accesorios delimitados?	Sombras en tableros, etiquetas en cajones.		
3	Limpieza: ¿Equipos e infraestructura limpios?	Check-list de limpieza diaria firmado.		
4	Estandarización: ¿Existen ayudas visuales?	Instructivos visuales o señalética de seguridad.		
5	Disciplina: ¿Se respetan las normas de orden?	Auditorías 5S previas o inspección visual.		
II	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA			
6	Inventario: ¿Registro maestro de activos?	Base de datos o Excel con códigos internos.		
7	Fichas Técnicas: ¿Resumen de capacidades?	Documento con especificaciones por equipo.		
8	Manuales de Operación: ¿Acceso inmediato?	Carpeta física o repositorio digital QR.		
9	Manuales de Servicio: ¿Guías de reparación?	Planos eléctricos o manuales del fabricante.		
10	Identificación: ¿Placas de inventario visibles?	Etiquetas físicas pegadas en cada equipo.		
III	REGISTROS DE MANTENIMIENTO			
11	Bitácora de Uso: ¿Control diario de operación?	Cuaderno o formato de registro de usuarios.		
12	Historial de Fallas: ¿Registro de averías?	Base de datos de reportes de fallas pasadas.		
13	Plan Preventivo: ¿Calendario anual vigente?	Cronograma de mantenimiento (Gantt).		
14	Reportes de Servicio: ¿Evidencia de	Órdenes de trabajo firmadas o facturas.		



	ejecución?			
15	Control de Insumos: ¿Registro de refacciones?	Kárdex de almacén o vales de salida de piezas.		
IV	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL			
16	Competencia Técnica: ¿Conocimiento práctico?	Evaluación de desempeño o prueba de manejo.		
17	Evidencia Formativa: ¿Certificados?	Diplomas, constancias o DC-3 (si aplica).		
18	Manual de Procedimientos: ¿Pasos estándar?	Manual de gestión de mantenimiento interno.		
19	Seguridad e Higiene: ¿Capacitación en riesgos?	Registro de inducción a la seguridad.		
20	Mejora Continua: ¿Propuestas de optimización?	Buzón de sugerencias o minutas de juntas.		
	TOTAL, DE PUNTOS OBTENIDOS	Sumatoria de column "Cumple"		

La implementación de la lista de cotejo integral no representa únicamente un ejercicio de verificación administrativa, sino que constituye el eje fundamental de la **trazabilidad operativa** del laboratorio.

Etapas 2: Identificación de condiciones críticas

Para identificar las condiciones críticas a partir de la calificación obtenida de la lista de cotejo, se desarrolló la siguiente matriz de riesgos (ver Tabla 3) que permite categorizar de forma objetiva la urgencia de las intervenciones. Una **calificación baja (0-50 pts)** en equipos de alto impacto genera automáticamente un estado de **Riesgo Extremo o Alto**, validando la necesidad de pasar a las acciones de tratamiento de forma inmediata.

Tabla no. 3 Matriz de riesgos

Calificación Obtenida	Impacto Menor	Impacto Moderado	Impacto Crítico
Muy Baja (0-25)	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Extremo
Baja (26-50)	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Media (51-74)	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio
Alta (75-89)	Despreciable	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo
Muy Alta (90-100)	Despreciable	Despreciable	Despreciable



La siguiente tabla no. 4 define el nivel de impacto de acuerdo con el equipo del laboratorio:

Tabla no. 4 criterios del nivel de impacto de los equipos

Nivel de Impacto	Definición Técnica
Impacto Menor	Equipos de apoyo cuya falla no detiene la operación. Su reparación es barata y rápida. No afecta la seguridad ni la calidad de los resultados.
Impacto Moderado	Equipos necesarios que, al fallar, retrasan la operación, pero existen alternativas o procesos manuales temporales.
Impacto Crítico	Equipos cuya falla detiene totalmente el proceso, afecta la seguridad del personal o invalida los resultados de calidad/investigación.

Cuando la matriz identifica un Riesgo Extremo o Alto, la prioridad se centra en estabilizar el entorno operativo mediante la aplicación de los principios Seiri, Seiton y Seiso. En condiciones de Riesgo Medio o Bajo, el enfoque se orienta hacia la estandarización documental y la mejora continua mediante Seiketsu y Shitsuke. Este esquema permite que la gestión del mantenimiento sea proporcional al nivel de riesgo identificado, fortaleciendo la disponibilidad de los equipos y la eficiencia operativa.

Etapas 3: Aplicación de acciones

Se puede definir las acciones (ver Tabla 5) enfocadas a la metodología 5S por niveles de tratamiento a partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriores:

Tabla no. 5 niveles de tratamiento

Calificación Obtenida	Estado de Gestión	Nivel de Tratamiento (Acción Estratégica)	Enfoque 5S Dominante
0 – 25 (Muy Baja)	Colapso Operativo	Nivel 1: Implementación (Inventario, Señalización)	Seiri (Clasificar)
26 – 50 (Baja)	Riesgo de Colapso	Nivel 2: Correctiva (Reparación, Reducción de riesgos)	Seiton (Ordenar)
51 – 74 (Media)	Funcional	Nivel 3: Mediano Plazo (Preventivos, Estandarización)	Seiso (Limpiar)
75 – 89 (Alta)	Consolidación Operativa	Nivel 3/4: Consolidación (Trazabilidad, Auditorías)	Seiketsu (Estandarizar)
90 – 100 (Muy Alta)	Excelencia de alto desempeño	Nivel 4: Mejora Continua (Innovación, Certificación)	Shitsuke (Disciplina)



5. Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron identificar que los laboratorios evaluados presentaban deficiencias relacionadas con organización operativa, trazabilidad documental y control de mantenimiento, condiciones asociadas principalmente con enfoques reactivos de gestión. Diversos estudios han señalado que este tipo de esquemas incrementa la probabilidad de fallas, genera interrupciones operativas y limita la capacidad de planificación preventiva (Dehghan et al., 2023; Rashid & Hossain, 2021). En este contexto, la implementación de la metodología 5S representó un punto de inflexión estratégico para estabilizar el entorno operativo y fortalecer la administración de los activos.

La integración de la metodología 5S con un sistema de evaluación de desempeño permitió desarrollar un modelo estructurado, auditable y adaptable para la gestión del mantenimiento en laboratorios académicos. A diferencia de otros estudios enfocados principalmente en limpieza y organización visual, la propuesta incorporó elementos de trazabilidad técnica, evaluación operativa y análisis de riesgos, ampliando el alcance tradicional de la metodología 5S hacia una perspectiva estratégica de mantenimiento. Este enfoque coincide con investigaciones orientadas a la integración entre mejora continua, confiabilidad y administración de activos (Marquez & Gupta, 2021; Sharma et al., 2024).

Los hallazgos evidenciaron que la superación de estados de “Colapso Operativo” o “Riesgo de Colapso” depende en gran medida de la estandarización física y documental, así como de la existencia de registros técnicos que faciliten la planeación preventiva y la toma de decisiones. Asimismo, las acciones relacionadas con clasificación, orden y estandarización generaron mejoras en el control visual y en la localización de herramientas y registros técnicos. Resultados similares han sido reportados en investigaciones relacionadas con metodologías Lean y 5S aplicadas a procesos operativos y de mantenimiento (Dias & Cabral, 2022; Patel et al., 2022).

Los resultados coinciden con investigaciones previas que destacan la contribución de la metodología 5S en la optimización de procesos y fortalecimiento de la disciplina operativa; sin embargo, el presente estudio aporta una integración adicional entre mejora continua, gestión documental y administración del mantenimiento aplicada específicamente a laboratorios académicos. A diferencia de modelos orientados exclusivamente a mantenimiento predictivo soportado por tecnologías avanzadas, la propuesta demuestra que es posible fortalecer la gestión del mantenimiento mediante herramientas accesibles y de bajo costo adaptadas a entornos educativos con recursos limitados (Kamble et al., 2022; Jasiulewicz-Kaczmarek & Gola, 2021).

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran la aplicación piloto en un contexto específico y la ausencia de indicadores históricos suficientes para realizar comparaciones longitudinales de desempeño. Asimismo, algunos procesos dependieron de registros manuales y de la participación operativa del personal responsable del laboratorio, lo que puede influir en la consistencia de la información recopilada. En futuras investigaciones se recomienda ampliar la validación del modelo en diferentes



laboratorios académicos e incorporar indicadores cuantitativos que permitan medir con mayor precisión el impacto de las acciones implementadas.

Finalmente, el modelo demostró que la metodología 5S puede consolidarse como una estrategia viable y de bajo costo para fortalecer la disponibilidad de los equipos, mejorar la trazabilidad técnica y promover una cultura de mejora continua y disciplina operativa dentro de los laboratorios académicos. Asimismo, los resultados evidencian que la integración entre organización operativa, gestión documental y evaluación técnica representa una alternativa funcional para fortalecer la sostenibilidad de los procesos de mantenimiento en entornos educativos.

6. Referencias

- Ahmad, R., Kamaruddin, S., & Azid, I. (2021). Maintenance management and reliability improvement in industrial systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 210, 107548.
- Almeida, L., Silva, F., & Ferreira, L. (2022). Maintenance performance indicators for industrial asset management: A systematic review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(4), 845–862.
- Alsayouf, I., Alsuwaidi, M., & Hamdan, S. (2021). The role of maintenance strategies in improving operational performance and equipment reliability. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 27(3), 512–528.
- Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C., & Stahre, J. (2021). Smart maintenance: A research agenda for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 195–207.
- Bousdekis, A., Apostolou, D., & Mentzas, G. (2021). Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 130, 103439.
- Carvalho, T., Soares, F., Vita, R., Francisco, R., Basto, J., & Alcalá, S. (2022). A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024.
- Costa, A., Silva, F., & Alves, A. (2021). Applying 5S methodology in industrial environments: Benefits and challenges. *Procedia Manufacturing*, 55, 555–562.
- Dehghan, M., Gharakhani, D., & Fathi, M. (2023). The impact of preventive maintenance on production performance in manufacturing industries. *International Journal of Production Research*, 61(12), 4012–4026.
- Dias, J., & Cabral, I. (2022). Lean maintenance as a strategy for improving equipment reliability. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(4), 789–804.
- Gupta, P., & Jain, S. (2022). Implementation of 5S methodology for improving workplace productivity and operational efficiency: A review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(4), 845–860.
- Gupta, S., Modgil, S., & Gunasekaran, A. (2021). Big data in predictive maintenance: A systematic review. *International Journal of Production Research*, 59(7), 2105–2123.
- Haddad, T., & Jaaron, A. (2021). Total productive maintenance implementation and operational performance improvement. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(6), 1349–1365.
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Gola, A. (2021). Maintenance 4.0 technologies for production systems. *Applied Sciences*, 11(8), 3426.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2022). Industry 4.0 technologies and their impact on maintenance



management. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121408.

- Kumar, R., Singh, J., & Sharma, A. (2022). Integration of lean tools for improving maintenance performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(6), 1067–1085.
- Kumar, V., Kumar, U., & Singh, R. (2023). Maintenance management practices and productivity improvement in manufacturing organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(7), 1235–1254.
- Li, Z., Wang, H., & Zhang, Y. (2021). Maintenance management optimization using digital technologies. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123834.
- Marquez, A., & Gupta, J. (2021). Contemporary maintenance management strategies for industrial systems. *International Journal of Production Economics*, 231, 107873.
- Mishra, P., Sharma, R., & Kumar, S. (2023). Lean maintenance practices for improving manufacturing productivity. *International Journal of Production Economics*, 247, 108457.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Nguyen, K., Do, P., & Grall, A. (2022). Maintenance decision-making models for complex engineering systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 218, 108147.
- Patel, D., Shah, R., & Desai, T. (2022). Implementation of 5S methodology for improving operational efficiency. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 987–1005.
- Rahman, M., Rahman, M., & Uddin, M. (2022). The role of lean tools in improving maintenance performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(5), 987–1002.
- Rashid, A., & Hossain, M. (2021). Maintenance strategies for sustainable manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 120–134.
- Santos, G., Rebelo, M., & Silva, R. (2021). Integration of quality and maintenance management systems. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(9–10), 1121–1138.
- Sharma, A., Singh, R., & Kumar, V. (2024). Lean and maintenance integration for operational excellence. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 35(2), 221–239.
- Singh, S., Singh, B., & Sharma, R. (2024). Maintenance strategies in smart manufacturing environments. *Journal of Manufacturing Systems*, 70, 115–129.
- Sodhi, M., & Tang, C. (2021). Operational excellence through maintenance and reliability. *Production and Operations Management*, 30(7), 2085–2101.
- Tortorella, G., Fettermann, D., & Frank, A. (2021). Lean and Industry 4.0 synergy in manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(8), 1441–1463.
- Yadav, V., Jain, R., & Singh, P. (2022). Workplace organization using 5S methodology. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(2), 341–357.
- Zonta, T., da Costa, C., da Rosa Righi, R., & Trindade, E. (2022). Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 150, 106889.



MODO DE PRODUCCIÓN CAMPESINO DE MAÍZ NATIVO EN SAN FELIPE TEOTLALCINGO Y SU RELACIÓN CON LA LEY GENERAL DE ALIMENTACIÓN ADECUADA Y SOSTENIBLE

Ramírez, Perea- Mónica Susana¹, Romero, García-Silvia ², Alcántara, Flores-JoseLuis³

- 1 División de ingeniería ambiental, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, silvia.romero@smartin.tecnm.mx
- 2 División de ingeniería ambiental, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l22060017@smartin.tecnm.mx
- 3 Centro de Química ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, jose.alcantara@correo.buap.mx

Resumen: El maíz nativo es un pilar fundamental de la cultura y la alimentación en México. Este artículo explora, a través de las voces de 18 campesinos y campesinas mayores de 60 años en San Felipe Teotlalcingo, Puebla, el modo de producción tradicional de este grano. Mediante un análisis de entrevistas a profundidad, se identificaron las prácticas, los desafíos y la cosmovisión que rodean al cultivo del maíz nativo. Los resultados revelan un sistema resiliente, basado en la selección de semillas nativas (blanco, azul, moradillo), la adaptación al cambio climático y una espiritualidad arraigada. Se concluye que este modo de producción campesino se alinea intrínsecamente con los principios de la Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible al promover la sostenibilidad, la salud y la preservación cultural, aunque enfrenta graves amenazas por la competencia del maíz industrializado y la falta de relevo generacional.

Palabras Clave: Maíz nativo 1, modo de producción campesino 2, soberanía alimentaria 3, Ley General de Alimentación 4, saberes tradicionales 5.

Abstract: Native maize is a fundamental pillar of Mexican culture and diet. This article explores, through the voices of 18 peasants over 60 years of age in San Felipe Teotlalcingo, Puebla, the traditional production mode of this grain. Through an in-depth interview analysis, the practices, challenges, and worldview surrounding native maize cultivation were identified. The results reveal a resilient system, based on the selection of native seeds (white, blue, moradillo), adaptation to climate change, and deep-rooted spirituality. It is concluded that this peasant mode of production is intrinsically aligned with the principles of the General Law on Adequate and Sustainable Food by promoting sustainability, health, and cultural preservation,



although it faces serious threats from competition with industrialized maize and a lack of generational renewal.

Keywords: Native maize 1, peasant mode of production 2, food sovereignty 3, General Food Law 4, traditional knowledge 5.

1 Introducción

El maíz (*Zea mays*) es más que un cultivo en México; es el eje de una civilización, un símbolo de identidad y la base de la alimentación de millones de personas (González & Reyes, 2014). Domesticado hace miles de años a partir del teocintle, su diversidad genética, plasmada en más de 60 razas nativas, es un patrimonio biocultural invaluable (CONABIO, 2024). Sin embargo, en las últimas décadas, este patrimonio se ha visto amenazado por la industrialización de la agricultura, que promueve el uso de semillas híbridas y transgénicas, así como la dependencia de agroquímicos (Hernández Xolocotzi, 2014).

En este contexto de tensión, comunidades como San Felipe Teotlalcingo, en Puebla, mantienen vivo el "modo de producción campesino". Este sistema, definido por Estela (2016), se caracteriza por una relación armónica con los ciclos naturales, una economía orientada al autoconsumo y la reproducción de saberes transmitidos por generaciones. Estudiar estas prácticas desde la perspectiva de sus protagonistas es crucial para entender su viabilidad y su contribución a la sostenibilidad.

Este artículo tiene como objetivo dar voz a los campesinos y campesinas de San Felipe Teotlalcingo para caracterizar su modo de producción de maíz nativo y analizar cómo este se relaciona con los principios de la Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible (Cámara de Diputados, 2024; Ortega Cuevas, 2023), que busca garantizar el derecho a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, promoviendo sistemas alimentarios justos y sostenibles.

2 Delimitación contextual

El estudio se realizó en San Felipe Teotlalcingo, una comunidad rural del estado de Puebla, caracterizada por una fuerte tradición agrícola. A pesar de la cercanía con zonas industrializadas, los campesinos de la localidad, en especial los mayores de 60 años han preservado técnicas ancestrales para el cultivo del maíz. La investigación se centró en sus experiencias, percepciones y conocimientos, buscando comprender la dinámica actual de la producción de maíz nativo (blanco, azul y moradillo) y su papel en la alimentación familiar y comunitaria, en un entorno marcado por el cambio climático y la competencia del maíz importado.

3 Metodología

Se empleó un enfoque cualitativo con un diseño transversal y alcance descriptivo. La técnica principal de recolección de datos fue la entrevista semiestructurada. Entre marzo y abril de 2025, se realizaron 18



entrevistas a campesinos y campesinas de la comunidad, seleccionados mediante un muestreo por bola de nieve, con el criterio de ser mayores de 60 años y tener experiencia en el cultivo de maíz nativo. Las entrevistas, con una duración promedio de 30 minutos, abordaron temas como: antigüedad en la siembra, variedades utilizadas, prácticas tradicionales, cambios en la forma de cultivar, participación de la mujer, cosmovisión, desafíos económicos y percepción del futuro. Las entrevistas fueron audio-grabadas (con consentimiento de los participantes) y posteriormente transcritas para su análisis. Para este artículo, se realizó un análisis de contenido temático, identificando patrones y categorías recurrentes en los discursos. Para proteger la identidad de los participantes, se utilizan los nombres tal cual aparecen en las transcripciones proporcionadas.

4 Desarrollo

El análisis de las 18 entrevistas realizadas a campesinos y campesinas mayores de 60 años de San Felipe Teotlalcingo figura 1, permitió identificar cinco grandes ejes temáticos que caracterizan el modo de producción campesino del maíz nativo en la comunidad y su relación con los principios establecidos en la Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible.



1) Emilio Reyes Pardo



2) Juan Romero Salgado



3) Luciana Pérez Atlixqueño



4) José Cazabal Vergara



5) Sergio Cazabal Gonzáles



6) Luisa Perea Salgado

Figura 1. Campesinos entrevistados en la localidad de San Felipe Teotlalcingo Puebla.

Fuente: Mónica Susana Ramírez Perea

a. Saberes tradicionales y semillas nativas.

La producción en San Felipe Teotlalcingo se basa fundamentalmente en el uso de semillas nativas, seleccionadas cuidadosamente por los propios campesinos a lo largo de generaciones. Las variedades predominantes son el maíz blanco, el azul y el moradillo, cada una con usos específicos y características particulares que las hacen valiosas para la alimentación familiar. Luisa Perea Salgado describe con precisión el criterio de selección de la semilla al señalar que "para sembrar maíz tienes que escoger el maíz que tiene derecha las filitas. Esa es la que se toma para semilla, sea azul, amarillo o blanco". Este conocimiento empírico, transmitido de abuelos a padres y de padres a hijos, garantiza la pureza de las variedades locales y su adaptación a las condiciones específicas del territorio (Hernández Xolocotzi, 2014), un principio fundamental para la sostenibilidad del sistema agrícola.

La mayoría de los entrevistados coincide en señalar la superioridad del maíz nativo en comparación con las variedades híbridas o transgénicas, no solo por su sabor, sino por su textura y sus cualidades para la elaboración de tortillas. Juan Romero Salgado afirma que "los híbridos y otros que están vendiendo, pues también no los acostumbamos a hacerlo, porque primero casi para tortillas así saludables, pues no son buenos". Esta percepción, compartida por prácticamente todos los campesinos entrevistados, se alinea directamente con el derecho a una alimentación adecuada y culturalmente pertinente que promueve la ley (Cámara de Diputados, 2024), al reconocer que la calidad del alimento no es solo nutricional sino también cultural y organoléptica.

b. Prácticas sostenibles entre la tradición y la necesidad

El modo de producción tradicional ha experimentado transformaciones significativas a lo largo de los años. Si bien la yunta y el trabajo manual, conocido localmente como "a piquete de palo", son recordados con



nostalgia por los mayores, la mayoría de los campesinos ahora utiliza tractores y maquinaria agrícola para facilitar las labores. Clemente Perea Sánchez señala que "actualmente pues ya hay maquinaria, tractores y es más rápido y más fácil", reconociendo los beneficios de la mecanización en términos de eficiencia y reducción del esfuerzo físico.

Sin embargo, a pesar de la incorporación de tecnología, persisten prácticas fundamentales para la sostenibilidad como la rotación de cultivos, el uso ocasional de abono orgánico y, muy significativamente, el respeto por los ciclos de la luna para determinar los momentos adecuados para sembrar, labrar y cosechar. Rogelio Limón, un campesino particularmente reflexivo que ha adoptado un enfoque más agroecológico gracias a la asesoría de un ingeniero agrónomo, comparte su experiencia: "De ahí para acá nos enseñó a hacer un foliar orgánico... No más guano, no más en la siembra, foliares y bendito sea Dios, hay una producción buena". Este testimonio evidencia que la innovación técnica, cuando se integra respetuosamente con el conocimiento local, puede reforzar la sostenibilidad del sistema (González & Reyes, 2014) sin necesidad de recurrir a paquetes tecnológicos costosos y ambientalmente dañinos.

c. Cambio climático y degradación del suelo.

Una preocupación unánime entre todos los entrevistados es el impacto del cambio climático en sus actividades agrícolas. La alteración de los ciclos de lluvia se presenta como el principal factor que afecta negativamente sus cosechas, generando incertidumbre y pérdidas económicas. José Cazabal Vergara lo expresa con claridad meridiana: "Ya no, por el simple hecho de que les digo que lo principal es la lluvia. Esa es la que nos viene a acabar por completo". La dependencia casi absoluta del temporal, es decir, de las lluvias, los hace extremadamente vulnerables a la variabilidad climática, una situación que se ha agravado en las últimas décadas.

A esta problemática se suma la degradación progresiva del suelo derivada del uso continuo de fertilizantes químicos. Aunque los campesinos reconocen la necesidad de estos insumos para obtener cosechas aceptables en tierras cada vez más desgastadas, son plenamente conscientes del daño que provocan a largo plazo. Sergio Cazabal sentencia con precisión que "con la química crece rápido, pero empobrece a la tierra", resumiendo la paradoja fundamental de la agricultura moderna: la solución inmediata se convierte en el problema del futuro. La ley, en su enfoque de sostenibilidad, busca precisamente romper este círculo vicioso (Cámara de Diputados, 2024) promoviendo prácticas que mantengan la fertilidad natural de los suelos sin comprometer su productividad futura.

d. La mujer campesina: Un pilar en la sombra

El papel de la mujer en el sistema alimentario de San Felipe Teotlalcingo es absolutamente fundamental, aunque históricamente ha permanecido invisibilizado. Su labor ha sido doble: en el hogar, transformando el maíz en alimento mediante la elaboración de tortillas, tamales, atoles y otros platillos tradicionales, y en el campo, apoyando activamente en las labores de siembra, deshierbe, aplicación de abono y cosecha. Rafaela describe esta participación con claridad: "Ayudándole al esposo... cuando se va a sembrar, cuando se va a echar el guano, cuando se va a escardar, cuando se va a pisar".



Sin embargo, varios entrevistados, entre ellos Clemente Perea y Luisa Perea, observan un cambio generacional preocupante: las mujeres jóvenes ya no se involucran en las labores del campo como lo hacían sus madres y abuelas, buscando oportunidades fuera del hogar o emigrando a las ciudades en busca de empleo en fábricas o servicios. Este fenómeno representa un desafío significativo para la transmisión de los saberes culinarios y agrícolas asociados al maíz, poniendo en riesgo la continuidad de tradiciones que han sostenido a la comunidad durante siglos. La ley, al reconocer la importancia de los sistemas alimentarios tradicionales, implícitamente reconoce también el papel central de las mujeres en su preservación.

relación de los campesinos con la tierra trasciende lo meramente productivo para adquirir una dimensión espiritual profunda. La mayoría de los entrevistados manifiesta que se encomienda a Dios antes de iniciar la siembra y que agradece la cosecha recibida, estableciendo un vínculo sagrado con el ciclo agrícola. Esta conexión se manifiesta en pequeños rituales cotidianos, en la petición comunitaria de lluvias y en una visión de la tierra como un ente vivo al que hay que cuidar y respetar. Armando Roque lo menciona brevemente, pero con significado profundo: "Pues sí, nos encomendamos a él, pero más que nada cuando empezamos la cosecha". Esta cosmovisión holística constituye la base ética y cultural de un manejo respetuoso de los recursos naturales.

A pesar de esta fortaleza cultural y espiritual, el futuro de la producción de maíz nativo en la comunidad se vislumbra incierto y lleno de desafíos. La competencia desleal del maíz industrializado y transgénico, que ingresa al mercado a precios artificialmente bajos, desincentiva la siembra y hace que el esfuerzo campesino no sea rentable. Clemente Perea lo expresa con pesar: "El industrializado como que le dan más valor a veces si llega uno con su maicito y ni lo quieren comprar". A esta problemática se suma el creciente desinterés de los jóvenes, que emigran a las ciudades en busca de oportunidades que el campo ya no les ofrece, dejando las parcelas "abandonadas", como señalan múltiples testimonios.

Las políticas públicas y los apoyos gubernamentales, lejos de ser una solución efectiva, son vistos por los campesinos como insuficientes, mal orientados o llegando fuera de tiempo. Clemente Perea critica que "la mayoría que implementa el gobierno son proyectos como pasajeros, digamos, de un año se acaba y ahí se acabó todo, no hay supervisión". Rogelio Limón, por su parte, denuncia la falta de seguimiento y la entrega de insumos a personas que ni siquiera siembran, evidenciando la necesidad de políticas públicas diseñadas con y para quienes realmente viven del campo. Esto contrasta con la necesidad de fortalecer la agricultura campesina que, como demuestran estudios en contextos similares, es clave para la conservación de la agrobiodiversidad (Castillo, 2016) y la producción de alimentos nutritivos (Chan-Chan et al., 2021). De acuerdo con los resultados oportunos del Censo Agropecuario 2022 del INEGI (2023), se observa una tendencia a la disminución de la superficie cultivada con maíces nativos en varias regiones del país.



5 Conclusiones

Las voces de los campesinos de San Felipe Teotlalcingo revelan un modo de producción de maíz nativo que es un ejemplo vivo de resiliencia y sostenibilidad. Este sistema, basado en la selección de semillas nativas, prácticas tradicionales adaptadas y una profunda cosmovisión, no solo provee alimentos saludables y culturalmente apropiados (Chan-Chan et al., 2021), sino que también conserva la biodiversidad y fortalece el tejido social (Castillo, 2016).

Se confirma la hipótesis de que este modo de producción se alinea con los principios de la Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible (Cámara de Diputados, 2024). Al producir un alimento base como el maíz nativo, libre de transgénicos (en su mayoría) y con un bajo uso de agroquímicos en comparación con la industria, estas familias campesinas garantizan su propia seguridad y soberanía alimentaria (Ortega Cuevas, 2023), contribuyendo a una dieta nutritiva y a la sostenibilidad de su entorno.

Sin embargo, el análisis también evidencia las graves amenazas que enfrenta este sistema: el cambio climático, la degradación del suelo, la competencia desleal del maíz importado y, el más preocupante, la falta de relevo generacional. Si los jóvenes no encuentran en el campo una opción de vida digna y rentable, este invaluable patrimonio biocultural corre el riesgo de perderse para siempre.

El reto para las políticas públicas, como bien lo señalan los propios campesinos, es transitar de apoyos asistencialistas y pasajeros a proyectos integrales y de largo plazo que dignifiquen la labor campesina, garanticen precios justos para el maíz nativo, promuevan prácticas agroecológicas y, sobre todo, vuelvan a sembrar en las nuevas generaciones el orgullo y la esperanza de trabajar la tierra.

6 Referencias

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024). *Ley General de la Alimentación Adecuada y Sostenible*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAAS.pdf>
- Castillo, J. (2016). Conservación de la diversidad del maíz en dos comunidades de San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(2), 217-235. <https://www.revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/327>
- Chan-Chan, M., Moguel-Ordóñez, Y., Gallegos-Tintoré, S., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2021). Caracterización química y nutrimental de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad de proteína (QPM) desarrolladas en Yucatán, México. *Biotechnia*, 23(2), 11-21. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v23i2.1334>
- CONABIO. (2024). *Maíces nativos de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices>
- González, A., & Reyes, L. (2014). El conocimiento agrícola tradicional, la milpa y la alimentación: el caso del Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. *Revista de Geografía Agrícola*, (52-53), 21-42. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75749284003.pdf>



100CIATEC

- Hernández Xolocotzi, E. (2014). La agricultura tradicional en México. *Revista de Geografía Agrícola*, (52-53), 15-20. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75749284002.pdf>
- INEGI. (2023). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2022*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/8225>
- Ortega Cuevas, S. (2023). El derecho humano a la alimentación en México: Avances y desafíos. *Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM*. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4482/5.pdf>



SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES EN ROBOTS TIPO HUMANOIDE

Márquez Méndez, Miguel Ángel¹

- 1 Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, México. Correo electrónico: miguel.strange13@gmail.com

Resumen: El desarrollo de robots humanoides requiere la integración y control preciso de múltiples componentes electrónicos, especialmente servomotores responsables del movimiento de las articulaciones. Sin embargo, la configuración y calibración manual de estos dispositivos suele ser un proceso complejo que implica programación individual y ajustes repetitivos, lo que dificulta el desarrollo de prototipos robóticos. En este contexto, se presenta el Sistema de Administración y Control de Información sobre Componentes en Robots Tipo Humanoide, una plataforma tecnológica diseñada para facilitar la gestión, calibración y control de servomotores mediante comunicación serial con microcontroladores. El sistema permite detectar la cantidad de servomotores conectados, controlarlos en tiempo real mediante una interfaz gráfica, generar código compatible con microcontroladores como Arduino, así como registrar información sobre los dispositivos utilizados y las configuraciones realizadas. Además, incorpora herramientas para documentar proyectos y generar reportes en formato digital. Esta propuesta busca optimizar los procesos de desarrollo en robótica educativa y experimental, proporcionando una herramienta integral para el control y administración de componentes en robots humanoides.

Palabras Clave: Robótica, servomotores, microcontroladores, robots humanoides, automatización.

Abstract: The development of humanoid robots requires the integration and precise control of multiple electronic components, particularly servomotors responsible for the movement of robotic joints. However, the manual configuration and calibration of these devices often becomes a complex task that requires individual programming and repeated adjustments, which complicates the development of robotic prototypes. In this context, this paper presents the Information Management and Control System for Components in Humanoid Robots, a technological platform designed to facilitate the management, calibration, and control of servomotors through serial communication with microcontrollers. The system allows the detection of connected servomotors, real-time control through a graphical interface, automatic generation of microcontroller-compatible code, and the storage of configuration data and project



documentation. Additionally, it includes tools for generating technical documentation in digital formats. This proposal aims to optimize development processes in educational and experimental robotics by providing a comprehensive platform for managing and controlling humanoid robot components.

Keywords: Robotics, servomotors, microcontrollers, humanoid robots, automation.

1 Introducción

La robótica humanoide ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, especialmente en contextos educativos, de investigación y desarrollo tecnológico. Los robots humanoides buscan replicar la estructura y movimientos del cuerpo humano mediante sistemas mecánicos y electrónicos que permiten ejecutar movimientos complejos y coordinados. Uno de los componentes fundamentales en este tipo de robots son los servomotores, dispositivos que permiten controlar con precisión la posición angular de las articulaciones del robot.

En robots humanoides, cada articulación suele estar asociada a un servomotor que permite realizar movimientos específicos, tales como la rotación de brazos, piernas o cabeza. Dependiendo del diseño del robot, el número de servomotores puede variar considerablemente, llegando incluso a decenas de dispositivos trabajando de forma simultánea. Esta situación genera un desafío importante en términos de control, calibración y programación de los movimientos del robot.

Tradicionalmente, la configuración de servomotores se realiza mediante programación directa en el microcontrolador que gobierna el robot, lo que implica modificar el código cada vez que se desea realizar ajustes en los ángulos de movimiento o en la secuencia de acciones. Este proceso puede resultar lento y complejo, especialmente durante las fases de desarrollo y prueba de prototipos robóticos.

Ante esta problemática surge la necesidad de desarrollar herramientas que permitan facilitar la administración y control de los componentes electrónicos de los robots humanoides, simplificando los procesos de calibración, programación y documentación de los proyectos robóticos.

En este contexto, el presente trabajo describe el desarrollo del Sistema de Administración y Control de Información sobre Componentes en Robots Tipo Humanoide, una plataforma tecnológica diseñada para gestionar de forma centralizada los servomotores y microcontroladores utilizados en robots humanoides, permitiendo su control en tiempo real, la generación automática de código y la documentación de los proyectos desarrollados.

2 Desarrollo del sistema

El Sistema de Administración y Control de Información sobre Componentes en Robots Tipo Humanoide fue desarrollado con el objetivo de proporcionar una herramienta integral que facilite la gestión y control de los componentes electrónicos presentes en robots humanoides. Este sistema integra diferentes tecnologías de software y hardware para permitir la interacción entre el usuario, el microcontrolador y los



servomotores que conforman las articulaciones del robot.

La arquitectura del sistema está compuesta por una plataforma principal basada en tecnologías web y herramientas de programación modernas. Para el desarrollo del sistema se emplearon tecnologías como Laravel para la gestión del backend, Python para el manejo de procesos y comunicación, así como tecnologías web para la interfaz de usuario que permiten interactuar con los componentes del robot de manera visual e intuitiva. Además, el sistema contempla el desarrollo de una aplicación móvil basada en React, lo cual amplía las posibilidades de interacción con el robot desde dispositivos móviles.

Uno de los elementos fundamentales del sistema es la comunicación con el microcontrolador que actúa como el cerebro del robot humanoide. Para ello se implementa un mecanismo de comunicación serial, el cual permite enviar y recibir información en tiempo real entre el software de administración y el microcontrolador conectado al robot.

Esta comunicación posibilita la transmisión de comandos de control, datos de calibración y la generación automática de código necesario para la ejecución de movimientos.

Dentro de esta plataforma se ha considerado el uso de servomotores MG996R, los cuales son ampliamente utilizados en proyectos de robótica debido a su capacidad de generar un torque considerable y su facilidad de control mediante señales PWM.

El sistema permite administrar hasta dieciséis servomotores, lo cual resulta suficiente para controlar diversas articulaciones de un robot humanoide básico o intermedio.

Tabla 1. Componentes principales del sistema de control para robots humanoides

Componente	Descripción	Función dentro del sistema
Sistema Web	Plataforma desarrollada con Laravel y tecnologías web	Permite la administración del sistema, control de servomotores y generación de código
Aplicación móvil	Aplicación desarrollada con React	Permite controlar el robot y visualizar información del sistema desde dispositivos móviles
Comunicación Serial	Protocolo de comunicación entre el software y el microcontrolador	Permite el envío y recepción de comandos en tiempo real
Microcontrolador	Dispositivo electrónico que controla el robot (Arduino u otros compatibles)	Ejecuta los comandos recibidos y controla los servomotores
Servomotores MG996R	Motores utilizados para generar movimiento en las articulaciones del robot	Permiten controlar el movimiento angular de las diferentes partes del robot
Sistema de generación de código	Módulo del software que genera automáticamente código compatible con microcontroladores	Facilita la programación del robot y reduce errores en el desarrollo
Sistema de registro y documentación	Módulo que almacena información de proyectos, microcontroladores y configuraciones	Permite documentar proyectos y generar reportes en formato PDF



El sistema también incorpora mecanismos de registro y almacenamiento de información relacionada con los microcontroladores utilizados, las configuraciones realizadas y las acciones ejecutadas por los usuarios. Esto permite generar un historial de operaciones que puede ser utilizado para fines de seguimiento, análisis o documentación del proyecto robótico.

Arquitectura general del sistema de control de robots humanoides



Figura 1. Arquitectura general del sistema de control de robots humanoides

3 Funcionamiento del sistema

El funcionamiento del sistema se basa en la interacción entre el software de administración, el microcontrolador y los servomotores que conforman el robot humanoide. Cuando el microcontrolador se conecta al sistema mediante comunicación serial, el software establece una sesión de comunicación que permite identificar el dispositivo conectado y acceder a las funciones de control disponibles.

Una vez establecida la conexión, el sistema permite identificar la cantidad de servomotores disponibles en el robot y generar automáticamente una interfaz de control para cada uno de ellos. Esta interfaz se presenta mediante un panel de control gráfico, el cual permite al usuario manipular los servomotores mediante controles visuales que ajustan los ángulos de movimiento.

La calibración de los servomotores es una de las funciones más importantes del sistema. Durante la fase de calibración, el usuario puede modificar los ángulos de cada servomotor hasta encontrar la posición adecuada para cada articulación del robot. Este proceso es fundamental para garantizar que los movimientos del robot sean precisos y coordinados.

Además del control manual de los servomotores, el sistema permite generar código compatible con microcontroladores, particularmente con plataformas basadas en Arduino. Este código puede incluir instrucciones de movimiento, secuencias de acciones y configuraciones específicas para los servomotores. De esta forma, el sistema no solo facilita el control del robot, sino que también simplifica el proceso de programación.

Otra característica relevante del sistema es la posibilidad de importar y exportar librerías, lo cual permite ampliar las capacidades del robot y adaptar el sistema a diferentes proyectos robóticos. Esto resulta especialmente útil en contextos educativos, donde los estudiantes pueden experimentar con diferentes configuraciones y funcionalidades.

El sistema también incorpora un módulo de registro de microcontroladores, donde se almacena información sobre los dispositivos utilizados en cada proyecto. Este registro permite mantener un control organizado de los dispositivos conectados y las configuraciones asociadas a cada uno de ellos.

Finalmente, el sistema incluye un módulo de documentación de proyectos, el cual permite registrar información relevante sobre los proyectos desarrollados. Dentro de este módulo se pueden almacenar datos como el título del proyecto, los integrantes del equipo, el código utilizado, una descripción del desarrollo y una imagen representativa del robot o prototipo construido. Con esta información el sistema puede generar automáticamente un documento en formato PDF, lo cual facilita la elaboración de reportes y documentación técnica.



4 Aplicación en robótica educativa

El desarrollo de herramientas tecnológicas que faciliten la construcción y programación de robots es de gran importancia en el ámbito de la robótica educativa. En muchos casos, los estudiantes que participan en proyectos de robótica enfrentan dificultades relacionadas con la programación de microcontroladores, la calibración de servomotores y la organización de la información de sus proyectos.

El sistema propuesto busca reducir estas dificultades mediante una plataforma que centraliza las tareas de control, programación y documentación en un solo entorno de trabajo. Esto permite que los estudiantes puedan enfocarse en el diseño y la experimentación con robots humanoides sin necesidad de dedicar una cantidad excesiva de tiempo a la configuración manual de cada componente.

Otra ventaja del sistema es que facilita la experimentación con movimientos robóticos, ya que los usuarios pueden modificar los ángulos de los servomotores en tiempo real y observar inmediatamente los resultados en el robot. Esta interacción directa entre software y hardware permite comprender de mejor manera el comportamiento de los sistemas robóticos.

Asimismo, la posibilidad de generar código automáticamente reduce la complejidad del proceso de programación, lo cual resulta especialmente útil para estudiantes que están comenzando a trabajar con microcontroladores. De esta manera, el sistema puede ser utilizado como una herramienta de apoyo en cursos relacionados con programación, electrónica y robótica.

En el contexto del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, este sistema fue concebido como parte de un proyecto integrador, cuyo cliente es el equipo de robótica de la institución. Su objetivo principal es apoyar el desarrollo de proyectos robóticos, facilitar la calibración de los robots humanoides y mejorar la organización de la información generada durante el desarrollo de los proyectos.

5 Conclusiones

El desarrollo del Sistema de Administración y Control de Información sobre Componentes en Robots Tipo Humanoide representa una propuesta tecnológica orientada a facilitar el control, la calibración y la gestión de los componentes electrónicos utilizados en robots humanoides. Mediante la integración de tecnologías web, comunicación serial y herramientas de programación modernas, el sistema proporciona una plataforma centralizada que permite interactuar con los servomotores y microcontroladores de manera eficiente.

Una de las principales aportaciones del sistema es la implementación de una interfaz de control que permite manipular los servomotores en tiempo real, simplificando el proceso de calibración y reduciendo la necesidad de modificar constantemente el código del microcontrolador. Asimismo, la generación automática de código compatible con plataformas como Arduino contribuye a optimizar el desarrollo de programas para el control del robot.

El sistema también ofrece herramientas adicionales que permiten registrar información sobre los



microcontroladores utilizados, almacenar configuraciones de calibración y generar documentación técnica de los proyectos desarrollados. Estas funcionalidades contribuyen a mejorar la organización de la información y facilitan la elaboración de reportes y evidencias de los proyectos.

Finalmente, esta plataforma tiene un gran potencial como herramienta de apoyo en entornos educativos y de investigación en robótica, ya que permite simplificar la interacción con los componentes electrónicos de los robots humanoides y fomentar el desarrollo de proyectos innovadores en el área de la robótica.

6 Referencias

- Arduino. (2023). Arduino Servo Library. <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/servo/>
- Craig, J. J. (2018). Introduction to robotics: Mechanics and control (4th ed.). Pearson.
- Hassan, M., Khan, S., Ahmad, Z., & Ali, R. (2022). Development of a low-cost humanoid robotic platform for educational purposes. International Journal of Advanced Robotic Systems, 19(3), 1–12.
- Khatib, O., Siciliano, B., & Kröger, T. (2016). Springer handbook of robotics. Springer.
- Kumar, N., Verma, A., Singh, R., & Sharma, P. (2021). Design and control of humanoid robot joints using servo motor technology. Journal of Robotics and Automation, 35(4), 245–256.
- MG996R Servo Motor Datasheet. (2022). TowerPro Technology Co., Ltd.
- Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. (2019). Robotics: Modelling, planning and control. Springer.
- Wang, T., Zhang, Y., Li, H., & Chen, X. (2020). Development of servo-based robotic systems for humanoid motion control. Robotics and Autonomous Systems, 124, 103376.
- Zhang, L., Liu, Q., Wang, Y., & Chen, H. (2023). Software architecture for humanoid robot control systems based on microcontrollers. IEEE Access, 11, 45210–45220.



Tipo de manuscrito (Artículo de Divulgación Científica)

MEDITRACK

Vargas Peña Anadxielly ¹, Villegas Díaz Daneli²,
Maceda Garzón Diego Emmanuel ³, Ramírez Bravo Rolando⁴

1. Instituto tecnológico superior de Acatlán de Osorio, anadxiellyv@gmail.com
2. Instituto tecnológico superior de Acatlán de Osorio, villegasdaneli26@gmail.com
3. Instituto tecnológico superior de Acatlán de Osorio, diegomaceda12@gmail.com
4. Instituto tecnológico superior de Acatlán de Osorio, ramirezrolando790@gmail.com

Resumen: El seguimiento de un tratamiento médico es un factor fundamental para la recuperación y control de diversas enfermedades. Sin embargo, muchos pacientes olvidan tomar sus medicamentos en los horarios indicados, lo que puede afectar su estado de salud. El presente trabajo describe el desarrollo de MediTrack, un sistema web diseñado para apoyar a los pacientes en el control y seguimiento de sus tratamientos médicos mediante recordatorios automatizados. El sistema fue desarrollado utilizando tecnologías web como PHP, HTML, CSS y una base de datos MySQL, implementado en el entorno XAMPP. **MediTrack** permite registrar medicamentos, horarios y dosis, así como generar recordatorios para los pacientes. Los resultados obtenidos muestran que el sistema facilita la organización del tratamiento médico y mejora el seguimiento de la medicación, contribuyendo a reducir los olvidos en la toma de medicamentos.

Palabras Clave: Aplicación web, recordatorio de medicamentos, salud digital, sistema de información, pacientes.

Abstract: Monitoring medical treatment is a fundamental factor for the recovery and control of various diseases. However, many patients forget to take their medications at the scheduled times, which can negatively affect their health. This work describes the development of MediTrack, a web-based system designed to support patients in managing and monitoring their medical treatments through automated reminders. The system was developed using web technologies such as PHP, HTML, CSS, and a MySQL database, implemented within the XAMPP environment. MediTrack allows users to register medications, schedules, and doses, as well as generate reminders for patients. The results obtained show that the system facilitates the organization of medical treatment and improves medication monitoring, helping to reduce missed doses.

Keywords: Web application; medication reminder; digital health; information system; patients.



1 Introducción

En la actualidad, el uso de tecnologías digitales en el ámbito de la salud ha aumentado considerablemente, permitiendo mejorar la gestión de información médica y facilitar el seguimiento de tratamientos por parte de los pacientes. Uno de los problemas más comunes relacionados con la salud es la falta de adherencia al tratamiento médico, la cual ocurre cuando los pacientes no siguen correctamente las indicaciones proporcionadas por los profesionales de la salud.

Diversos estudios han demostrado que uno de los factores principales que provocan esta problemática es el olvido en la toma de medicamentos. Esto puede generar complicaciones en la salud del paciente, retrasar su recuperación e incluso provocar el agravamiento de enfermedades. Por esta razón, es necesario desarrollar herramientas tecnológicas que ayuden a los pacientes a recordar la toma de medicamentos y mantener un mejor control de su tratamiento.

Las aplicaciones y sistemas digitales representan una alternativa eficiente para mejorar la organización y seguimiento de tratamientos médicos. Gracias al uso de plataformas digitales, es posible registrar información relacionada con medicamentos, dosis y horarios, así como generar recordatorios que ayuden al paciente a cumplir adecuadamente con su tratamiento.

En este contexto surge MediTrack, un sistema web diseñado para facilitar el control y seguimiento de medicamentos mediante el registro de tratamientos y la generación de recordatorios. Este sistema permite a los usuarios gestionar la información relacionada con sus medicamentos de manera organizada, contribuyendo a mejorar la adherencia al tratamiento médico.

El objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo del sistema web MediTrack, describiendo su funcionamiento, las tecnologías utilizadas para su implementación y los beneficios que ofrece para mejorar el seguimiento de tratamientos médicos.

2. Delimitación contextual

En los últimos años se ha observado un crecimiento importante en el desarrollo de tecnologías digitales aplicadas al área de la salud, conocidas comúnmente como eHealth o salud digital. Estas tecnologías buscan mejorar la calidad de los servicios médicos mediante el uso de herramientas informáticas que faciliten la gestión de información y el seguimiento de pacientes.

Una de las áreas donde estas tecnologías han tenido mayor impacto es en el desarrollo de sistemas de apoyo para el seguimiento de tratamientos médicos. Diversas investigaciones han demostrado que los sistemas de recordatorio pueden contribuir significativamente a mejorar la adherencia al tratamiento farmacológico, especialmente en pacientes con enfermedades crónicas que requieren consumir medicamentos de manera regular.

Los sistemas basados en plataformas web presentan diversas ventajas en comparación con otras soluciones tecnológicas, ya que permiten el acceso desde cualquier dispositivo con conexión a internet,



no requieren instalación y facilitan la actualización centralizada del sistema. Estas características hacen que los sistemas web sean una alternativa viable para implementar herramientas que apoyen a los pacientes en la gestión de sus tratamientos médicos.

En este contexto, el desarrollo de MediTrack se plantea como una solución tecnológica orientada a facilitar el registro y seguimiento de medicamentos mediante una plataforma web accesible y fácil de utilizar.

3. Metodología

Para el desarrollo del sistema MediTrack se empleó una metodología incremental basada en fases, orientada al análisis del problema, diseño de la solución, desarrollo del sistema, pruebas funcionales y validación de resultados. Este enfoque permitió construir el sistema de manera progresiva, realizando ajustes conforme se identificaban necesidades durante el proceso.

Fase 1. Análisis de requerimientos

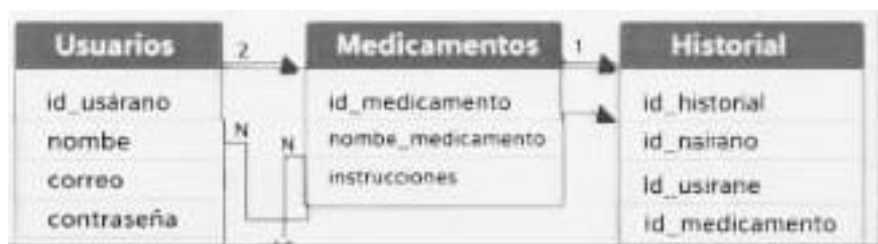
En esta etapa se identificó la problemática relacionada con el seguimiento de tratamientos médicos, particularmente el olvido en la toma de medicamentos. A partir de ello se definieron los requerimientos funcionales del sistema, entre ellos: autenticación de usuarios, registro de medicamentos, programación de horarios, generación de recordatorios y consulta de historial.

Asimismo, se identificaron los actores principales del sistema (paciente y administrador/médico, según el alcance del proyecto) y se establecieron las necesidades de interacción entre usuarios y plataforma.

Fase 2. Diseño del sistema

Con base en los requerimientos identificados, se realizó el diseño lógico y estructural del sistema. Esta fase incluyó:

- Diseño de la arquitectura cliente-servidor.
- Modelado de la base de datos.
- Diseño de interfaces para navegación y uso del sistema.
- Definición del flujo de procesos para registro, consulta y seguimiento de medicamentos.
- En esta etapa también se elaboró el diagrama de base de datos y la estructura general del sistema.
-



Nota: Diagrama de base de datos y estructura general del sistema MediTrack.
Fuente: Elaboración propia de los integrantes.



Fase 3. Desarrollo e implementación

En esta fase se construyó el sistema web integrando los módulos definidos en el diseño. Se desarrollaron de manera incremental los componentes de autenticación, gestión de medicamentos, programación de horarios y recordatorios.

La implementación se realizó utilizando tecnologías web y un entorno servidor que permitió integrar la lógica del sistema, la interfaz de usuario y el almacenamiento de información.



Nota: Pantalla de inicio de sesión del sistema web MediTrack.
Fuente: Elaboración propia de los integrantes

Fase 4. Pruebas funcionales

Se realizaron pruebas para verificar el comportamiento del sistema en escenarios de uso, evaluando:

- acceso e inicio de sesión,
- registro de medicamentos,
- almacenamiento de información,
- consulta de horarios,
- generación de recordatorios,
- funcionamiento general de los módulos.

Estas pruebas permitieron detectar ajustes necesarios y validar la operación correcta del sistema.





Nota: Panel principal del sistema MediTrack para gestión de medicamentos.
Fuente: Elaboración propia de los integrantes.

Fase 5. Validación del sistema

Finalmente, se verificó que MediTrack cumpliera con los objetivos planteados, evaluando si el sistema permite organizar tratamientos, registrar medicamentos y apoyar al usuario mediante recordatorios para mejorar el seguimiento de su medicación.

4. Conclusiones

El desarrollo del sistema **MediTrack** demuestra que las tecnologías web pueden ser utilizadas como herramientas de apoyo para mejorar el seguimiento de tratamientos médicos. A través de este sistema, los pacientes pueden registrar y organizar la información relacionada con sus medicamentos, facilitando el control de las dosis y horarios de administración.

La implementación de recordatorios dentro del sistema permite reducir la probabilidad de que los pacientes olviden tomar sus medicamentos, lo cual puede contribuir a mejorar la adherencia al tratamiento médico. Asimismo, el uso de una plataforma web permite que el sistema sea accesible desde diferentes dispositivos sin necesidad de instalar aplicaciones adicionales.

Como trabajo futuro, se propone integrar nuevas funcionalidades al sistema, como notificaciones automáticas, conexión con profesionales de la salud y generación de reportes de seguimiento del tratamiento. Estas mejoras podrían ampliar las capacidades del sistema y fortalecer su utilidad dentro del ámbito de la salud digital.



5. Referencias

- Secretaría de Salud. (2022). *Estrategia de salud digital en México*. Gobierno de México.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2021). *Tecnologías digitales para mejorar los servicios de salud en México*. Cuernavaca, México.
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). La salud digital y el fortalecimiento de los sistemas de salud en América Latina. OPS.
- López, S., & Ramírez, J. (2020). Sistemas de información en salud y su impacto en la atención médica. *Revista Mexicana de Informática en Salud*, 5(2), 45-52.
- Morales, J., & Pérez, L. (2019). Aplicaciones digitales para el seguimiento de tratamientos médicos. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 40(1), 12-20.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Uso de tecnologías de la información en los hogares mexicanos*. INEGI.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2021). *Tecnologías emergentes aplicadas a la salud digital*. CONACYT.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Intervenciones de salud digital para el fortalecimiento de los sistemas de salud. OMS.



DISEÑO Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO MEDIANTE LA GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO, CASO EMPRESA DEL SECTOR RETAIL

Alzate, Espinoza-Juan Héctor ¹, Melendrez, Rojas-Jesús Aurelio ², Lugo, Rubio-Graciela ³, Loredó, Medina-Raul ⁴

4. División de Ciencias Mecánicas, TecNM/ITS de Guasave, juan.ae@guasave.tecnm.mx
5. División de Ciencias Industriales, TecNM/ITS de Guasave, jesus.mr@guasave.tecnm.mx
6. División de Ciencias Computacionales, TecNM/ITS de Guasave, graciela.lr@guasave.tecnm.mx
7. División de Ciencias Computacionales, TecNM/ITS de Guasave, raul.lm@guasave.tecnm.mx

Resumen: La calidad del servicio en las organizaciones depende de una gestión eficiente del talento humano y de mecanismos que permitan evaluar y mejorar el desempeño laboral. El objetivo de esta investigación fue diseñar y validar un sistema de mejora continua orientado a optimizar la calidad del servicio mediante la gestión estratégica del talento humano en una empresa del sector retail ubicada en Guasave, Sinaloa. La metodología adoptó un enfoque mixto que integró cuestionarios, entrevistas y diagnóstico organizacional para evaluar indicadores de desempeño relacionados con planificación, liderazgo, comunicación, resolución de problemas y trabajo en equipo. A partir del diagnóstico se estructuró un sistema de evaluación y retroalimentación orientado a identificar áreas de mejora y fortalecer procesos de capacitación. Los resultados descriptivos evidenciaron mayores niveles de desempeño en trabajo en equipo y comunicación, mientras que planificación y toma de decisiones presentaron áreas prioritarias de mejora. Con base en estos hallazgos se diseñó un sistema de mejora continua orientado a fortalecer la gestión del talento humano y la calidad del servicio organizacional.

Palabras Clave: Calidad del servicio, Desarrollo organizacional, Evaluación del desempeño, Gestión del talento humano, Mejora continua.



Abstract: Service quality in organizations largely depends on the efficient management of human talent and the implementation of mechanisms that allow the evaluation and continuous improvement of job performance. The objective of this study was to design and validate a continuous improvement system aimed at optimizing service quality through the strategic management of human talent in a retail company located in Guasave, Sinaloa. The methodology adopted a mixed approach integrating questionnaires, interviews, and organizational analysis to evaluate performance indicators related to planning, leadership, communication, problem solving, and teamwork. Based on the organizational diagnosis, an evaluation and feedback system was structured to identify improvement areas and strengthen training processes. Descriptive results showed higher performance levels in teamwork and communication, while planning and decision making presented priority areas for improvement. Based on these findings, a continuous improvement system was designed to strengthen human talent management and organizational service quality.

Keywords: Organizational development, Performance evaluation, Service quality, Continuous improvement, Human talent management.

1. Introducción

En un entorno empresarial competitivo, la calidad del servicio se ha consolidado como un factor clave para la competitividad organizacional, ya que influye directamente en la satisfacción y fidelización del cliente (Parasuraman et al., 2020; Kotler & Keller, 2019). En este contexto, la gestión del talento humano resulta fundamental, pues las competencias de los colaboradores impactan en la eficiencia de los procesos y en la experiencia del cliente (Chiavenato, 2017; Dessler, 2020). Desde la gestión de la calidad, la medición del desempeño es esencial para la mejora continua; Juran (1993) define la calidad como adecuación al uso según las necesidades del cliente, mientras que la norma ISO 9001:2015 establece la necesidad de monitorear la satisfacción del cliente y analizar indicadores de desempeño para fortalecer el sistema de gestión de calidad (ISO, 2015).

La evaluación del desempeño se ha consolidado como una herramienta esencial para analizar el rendimiento de los colaboradores, identificar fortalezas y detectar áreas de mejora, facilitando procesos de capacitación y desarrollo profesional (Mejía et al., 2016; Montoya, 2021). Sin embargo, muchas pequeñas y medianas empresas carecen de sistemas estructurados que permitan evaluar el desempeño del personal encargado de la atención al cliente, lo que limita la implementación de estrategias de mejora organizacional.

Ante esta problemática, la integración de la evaluación del desempeño con procesos de mejora continua representa una alternativa para fortalecer la gestión organizacional. En este contexto, el presente estudio se desarrolló en una empresa del sector retail dedicada a la comercialización de prendas de vestir en



100CIATEC

Guasave, Sinaloa. El objetivo fue diseñar y validar un sistema de mejora continua orientado a optimizar la calidad del servicio mediante la gestión estratégica del talento humano.



2. Sustento Teórico

La calidad del servicio se ha consolidado como un factor estratégico para la competitividad de las organizaciones, especialmente en sectores orientados a la atención directa al cliente. Diversos estudios señalan que la percepción de calidad depende tanto de los atributos tangibles del servicio como de las interacciones humanas durante el proceso de atención (Kotler & Keller, 2019; Parasuraman et al., 2020). Investigaciones recientes destacan que las organizaciones que implementan prácticas sistemáticas de gestión de calidad logran mejorar la satisfacción del cliente y fortalecer su desempeño organizacional (Fonseca & Domingues, 2019; Talib & Rahman, 2021). Estudios recientes en gestión de la calidad también subrayan que los sistemas de gestión basados en estándares internacionales permiten estructurar procesos organizacionales orientados a la mejora continua y al fortalecimiento de la cultura de calidad dentro de las empresas (Santos et al., 2022; Zeng et al., 2020). De acuerdo con la norma ISO 9001:2015, las organizaciones deben establecer mecanismos para evaluar el desempeño de sus procesos y monitorear la satisfacción del cliente como parte de su sistema de gestión de calidad (International Organization for Standardization [ISO], 2015). Este enfoque promueve la adopción de prácticas orientadas al análisis de datos, la retroalimentación organizacional y la mejora continua, elementos que contribuyen a fortalecer la competitividad empresarial. En consecuencia, la calidad del servicio no debe entenderse únicamente como el resultado final de una interacción con el cliente, sino como el resultado de un conjunto de procesos organizacionales que deben ser gestionados de manera estratégica (Antony et al., 2020). El talento humano representa uno de los recursos más relevantes para el funcionamiento y desarrollo de las organizaciones. Las capacidades, conocimientos y habilidades de los colaboradores influyen directamente en la eficiencia de los procesos productivos y en la calidad del servicio ofrecido a los clientes (Chiavenato, 2017). Desde esta perspectiva, la gestión estratégica del talento humano se orienta a alinear el desempeño del personal con los objetivos organizacionales, promoviendo prácticas de desarrollo profesional, capacitación y evaluación que permitan mejorar la productividad y la calidad del trabajo. La literatura reciente destaca que las organizaciones que invierten en el desarrollo del talento humano logran mejorar significativamente su desempeño organizacional y su capacidad de innovación (Collings et al., 2021; Armstrong & Taylor, 2020). Asimismo, diversos estudios señalan que las prácticas modernas de gestión del talento humano se encuentran estrechamente relacionadas con la generación de valor organizacional y con la mejora del desempeño laboral (Boon et al., 2019; Jiang & Messersmith, 2018). Investigaciones recientes destacan que la capacitación continua, el liderazgo organizacional y los sistemas de retroalimentación influyen positivamente en la motivación del personal y en la calidad del servicio prestado a los clientes (Almeida & Simões, 2021; Cooke et al., 2019). La evaluación del desempeño constituye una herramienta fundamental para analizar el rendimiento laboral de los colaboradores y fortalecer los procesos de gestión del talento humano. Este proceso permite medir el grado en que los empleados cumplen con sus responsabilidades, identificar fortalezas y detectar áreas de mejora en su desempeño (Dessler, 2020).



A través de la evaluación del desempeño, las organizaciones pueden obtener información relevante que facilite la toma de decisiones relacionadas con capacitación, promoción, reconocimiento y desarrollo profesional (Aguinis, 2019). En el ámbito de la atención al cliente, la evaluación del desempeño suele considerar indicadores relacionados con la satisfacción del cliente, la capacidad de resolución de problemas, la comunicación efectiva y la eficiencia en la prestación del servicio. Estos indicadores permiten evaluar la calidad de las interacciones entre empleados y clientes, así como identificar oportunidades para mejorar la experiencia del usuario (Mejía et al., 2016; Montoya, 2021). Investigaciones recientes señalan que los sistemas de evaluación del desempeño basados en retroalimentación multidimensional permiten obtener una visión más completa del rendimiento laboral y fortalecer los procesos de mejora organizacional (DeNisi & Murphy, 2017; Schleicher et al., 2019). La mejora continua constituye un principio fundamental dentro de los sistemas de gestión de calidad y se orienta a optimizar los procesos organizacionales mediante la evaluación constante del desempeño y la implementación de acciones correctivas y preventivas. Este enfoque implica un proceso sistemático de análisis, aprendizaje y ajuste que permite a las organizaciones adaptarse a los cambios del entorno y mejorar su eficiencia operativa (Deming, 1986; Juran, 1993). En la actualidad, el enfoque de mejora continua se encuentra estrechamente vinculado con modelos de gestión basados en datos y en la retroalimentación organizacional. La literatura reciente destaca que las organizaciones que implementan procesos de mejora continua logran fortalecer la calidad de sus productos y servicios, incrementar la satisfacción del cliente y mejorar su desempeño organizacional (Dahlgard-Park et al., 2021; Antony et al., 2020). Asimismo, la mejora continua contribuye a generar una cultura organizacional orientada al aprendizaje, la innovación y la optimización permanente de los procesos empresariales (Sreedharan et al., 2020). En consecuencia, la integración de la evaluación del desempeño con procesos de mejora continua representa una estrategia eficaz para optimizar la calidad del servicio y fortalecer la gestión del talento humano dentro de las organizaciones. Este enfoque permite transformar la evaluación del desempeño en una herramienta de aprendizaje organizacional que contribuye al desarrollo de competencias, al fortalecimiento del servicio al cliente y a la mejora sostenida del desempeño organizacional.

3. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto que integró técnicas cuantitativas y cualitativas para analizar el desempeño del talento humano en la atención al cliente y diseñar un sistema de mejora continua orientado a optimizar la calidad del servicio.

El estudio se realizó en una empresa del sector retail dedicada a la comercialización de prendas de vestir ubicada en Guasave, Sinaloa. El diseño metodológico se basó en un diagnóstico organizacional que permitió identificar la ausencia de mecanismos sistemáticos para evaluar el desempeño del personal y la necesidad de establecer criterios para fortalecer la calidad del servicio.



La población estuvo conformada por los colaboradores vinculados a los procesos de atención al cliente. Debido al tamaño de la empresa, se consideró la totalidad del personal del área de servicio, integrada por 20 colaboradores organizados según funciones y niveles jerárquicos. La totalidad de los participantes formó parte del proceso de evaluación del desempeño realizado en la organización (Figura 1).

ESTRUCTURA DE LOS GRUPOS LABORALES CONSIDERADOS EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

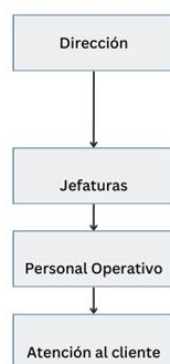


Figura 1. Estructura de los grupos laborales considerados en el proceso de evaluación del desempeño.

Fuente: Elaboración propia

La recolección de información se realizó mediante cuestionarios estructurados, entrevistas y análisis documental para evaluar el desempeño del personal en los procesos de atención al cliente. Los cuestionarios fueron diseñados considerando las funciones de los distintos grupos laborales e incluyeron espacios para observaciones cualitativas.

Para la evaluación del desempeño se definieron indicadores relacionados con competencias laborales que influyen en la calidad del servicio, entre ellos planificación, resolución de problemas, toma de decisiones, liderazgo, comunicación y trabajo en equipo.

Con el fin de estandarizar los criterios de valoración se utilizó una escala ordinal de cinco niveles para asignar puntuaciones a los indicadores evaluados, la cual se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Escala de valoración utilizada en la evaluación del desempeño

Nivel de desempeño	Descripción
Insuficiente	Desempeño por debajo del nivel esperado
Regular	Cumple parcialmente con los criterios establecidos
Suficiente	Cumple con los requisitos básicos del puesto
Notable	Desempeño superior al promedio
Excelente	Desempeño sobresaliente

Fuente: Elaboración propia



El proceso metodológico se desarrolló en etapas orientadas a implementar el sistema de evaluación del desempeño. Inicialmente se comunicó a los colaboradores el objetivo y procedimiento de la evaluación; posteriormente se aplicaron los cuestionarios, se recopilaron y analizaron los datos para identificar fortalezas y áreas de mejora. Con base en los resultados se definieron estrategias para fortalecer el desempeño laboral y mejorar la calidad del servicio. Las etapas del proceso se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Etapas del proceso de implementación del sistema de evaluación del desempeño

Etapas	Descripción
Diagnóstico organizacional	Identificación de necesidades de evaluación del desempeño
Diseño de instrumentos	Elaboración de cuestionarios y criterios de evaluación
Aplicación de instrumentos	Recolección de información de los colaboradores
Análisis de resultados	Identificación de fortalezas y áreas de mejora
Propuesta de mejora	Definición de acciones orientadas a fortalecer la calidad del servicio

Fuente: Elaboración propia

El sistema de evaluación del desempeño se aplicó de forma semestral mediante instrumentos cuya aplicación requirió aproximadamente cinco minutos por evaluado. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva para identificar patrones de desempeño y apoyar la toma de decisiones relacionadas con capacitación, retroalimentación y mejora organizacional. Este proceso permitió integrar información de distintos niveles de la organización y fortalecer la gestión del talento humano y la calidad del servicio.

4. Resultados de discusión

El diagnóstico organizacional evidenció la ausencia de un sistema estructurado para evaluar el desempeño del personal de atención al cliente. Asimismo, se identificó la falta de criterios estandarizados y de comunicación formal de los resultados, lo que limitaba los procesos de retroalimentación y mejora organizacional. Los principales hallazgos del diagnóstico se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados del diagnóstico del sistema de evaluación del desempeño

Aspecto evaluado	Situación identificada
Sistema formal de evaluación	No existe un sistema estructurado
Criterios de evaluación	No se encuentran estandarizados
Retroalimentación del desempeño	Se realiza de manera informal
Comunicación de resultados	Los colaboradores desconocen los resultados de evaluación
Vinculación con capacitación	No existe relación entre evaluación y formación del personal

Fuente: Elaboración propia



Los resultados evidencian la necesidad de implementar mecanismos formales de evaluación del desempeño para fortalecer la gestión del talento humano y mejorar los procesos organizacionales (DeNisi & Murphy, 2017). Con base en el diagnóstico se definieron indicadores para evaluar competencias relacionadas con organización del trabajo, interacción interpersonal y toma de decisiones en la atención al cliente. Los indicadores utilizados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Indicadores utilizados en la evaluación del desempeño

Indicador	Competencia evaluada
Planificación	Organización de actividades laborales
Resolución de problemas	Capacidad para atender situaciones operativas
Toma de decisiones	Selección de alternativas adecuadas en el trabajo
Liderazgo	Influencia positiva dentro del equipo
Comunicación	Claridad en la interacción con clientes y colaboradores
Trabajo en equipo	Nivel de colaboración entre los miembros de la organización

Fuente: Elaboración propia

La selección de indicadores permitió evaluar competencias relacionadas con la calidad del servicio y la interacción con el cliente, consideradas clave para el desempeño organizacional (Boon et al., 2019). La aplicación de cuestionarios permitió analizar el desempeño mediante una escala estructurada que clasificó los niveles de rendimiento de los colaboradores (Tabla 5).

Tabla 5. Escala de interpretación del desempeño laboral

Nivel de desempeño	Interpretación
Insuficiente	Requiere capacitación inmediata
Regular	Presenta áreas de mejora
Suficiente	Cumple con los requisitos del puesto
Notable	Desempeño por encima del promedio
Excelente	Desempeño sobresaliente

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de complementar el diagnóstico organizacional y analizar el comportamiento de las competencias laborales evaluadas, se realizó un análisis descriptivo de los resultados obtenidos mediante los cuestionarios aplicados al personal del área de atención al cliente. La distribución de frecuencias de las respuestas obtenidas para cada indicador evaluado se presenta en la Tabla 6.



Tabla 6. Frecuencia de respuestas por indicador de desempeño

Indicador	Insuficiente	Regular	Suficiente	Notable	Excelente	Total
Planificación	3	6	7	3	1	20
Resolución de problemas	1	5	8	4	2	20
Toma de decisiones	3	7	6	3	1	20
Liderazgo	1	4	7	6	2	20
Comunicación	0	3	6	7	4	20
Trabajo en equipo	0	2	5	8	5	20

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que las competencias de planificación y toma de decisiones concentraron una mayor cantidad de respuestas en los niveles regular y suficiente, evidenciando áreas de mejora relacionadas con la organización de actividades laborales, priorización de tareas y capacidad para responder ante situaciones operativas. Por otro lado, las competencias de comunicación y trabajo en equipo presentaron una mayor frecuencia en los niveles notable y excelente, lo que refleja fortalezas organizacionales vinculadas con la interacción interpersonal y la colaboración entre los colaboradores. Con el propósito de analizar proporcionalmente los resultados obtenidos, se realizó una distribución porcentual de los niveles de desempeño observados en cada indicador evaluado. Los resultados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Distribución porcentual por indicador de desempeño

Indicador	Insuficiente	Regular	Suficiente	Notable	Excelente
Planificación	15%	30%	35%	15%	5%
Resolución de problemas	5%	25%	40%	20%	10%
Toma de decisiones	15%	35%	30%	15%	5%
Liderazgo	5%	20%	35%	30%	10%
Comunicación	0%	15%	30%	35%	20%
Trabajo en equipo	0%	10%	25%	40%	25%

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes obtenidos muestran que planificación y toma de decisiones registraron los niveles más bajos de desempeño relativo, mientras que comunicación y trabajo en equipo reflejaron los porcentajes más altos en las categorías notable y excelente. Estos hallazgos sugieren que, aunque la organización presenta fortalezas en la interacción y colaboración laboral, aún existen oportunidades importantes para fortalecer competencias relacionadas con organización operativa y capacidad de decisión.



Con base en los resultados obtenidos se realizó un análisis de estadística descriptiva para identificar tendencias generales de desempeño en las competencias evaluadas. La Tabla 8 presenta los valores promedio, moda y desviación estándar correspondientes a cada indicador.

Tabla 8. Estadística descriptiva de los indicadores evaluados

Indicador	Media	Moda	Desviación estándar	Interpretación
Planificación	2.65	3	1.09	Área de mejora
Resolución de problemas	3.05	3	1.05	Desempeño suficiente
Toma de decisiones	2.60	2	1.10	Área crítica de mejora
Liderazgo	3.20	3	1.06	Desempeño suficiente
Comunicación	3.60	4	0.99	Fortaleza moderada
Trabajo en equipo	3.80	4	0.95	Fortaleza organizacional

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de estadística descriptiva muestran que trabajo en equipo obtuvo la media más alta (3.80), seguido de comunicación (3.60), lo cual evidencia fortalezas relacionadas con colaboración organizacional e interacción interpersonal. En contraste, toma de decisiones presentó la media más baja (2.60), seguida de planificación (2.65), confirmando áreas prioritarias de intervención organizacional. Asimismo, las desviaciones estándar reflejan variabilidad moderada en las respuestas obtenidas, indicando diferencias en los niveles de desempeño entre los colaboradores evaluados.

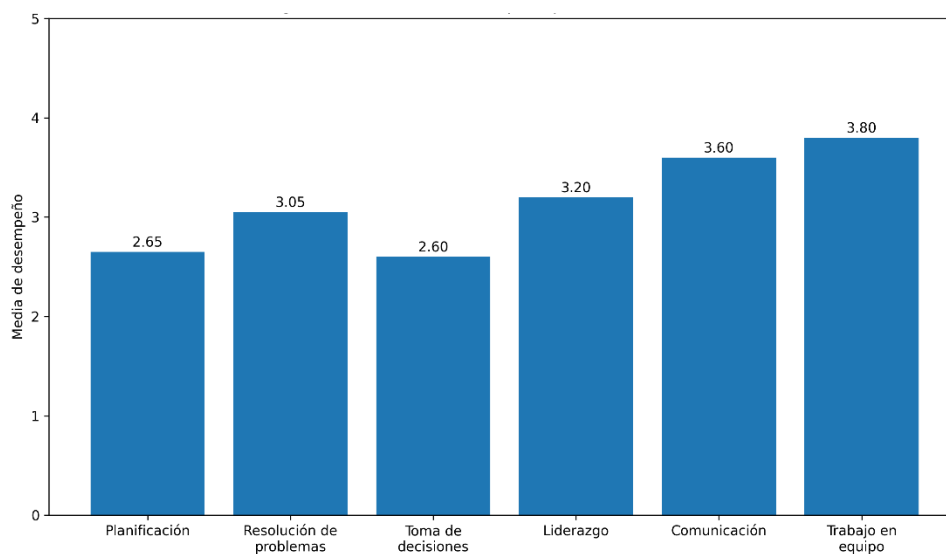


Figura 2. Promedio de desempeño por indicador evaluado

Fuente: Elaboración propia



Como se observa en la Figura 2, las competencias relacionadas con trabajo en equipo y comunicación presentaron los mayores niveles promedio de desempeño, mientras que planificación y toma de decisiones registraron las puntuaciones más bajas entre los indicadores evaluados.

A partir del diagnóstico y del análisis del desempeño se diseñó un sistema de mejora continua que integra evaluación, retroalimentación, capacitación y seguimiento del talento humano para fortalecer la calidad del servicio. La estructura del sistema propuesto se presenta en la Figura 3.



Figura 3. Sistema de mejora continua para la gestión del talento humano

Fuente: Elaboración propia

La implementación del sistema permite vincular la evaluación del desempeño con estrategias de desarrollo organizacional para fortalecer la calidad del servicio y la eficiencia operativa. Este enfoque de mejora continua contribuye a optimizar los procesos y la competitividad en organizaciones orientadas al servicio (Dahlggaard-Park et al., 2021).

5. Conclusiones

Los resultados evidenciaron la ausencia de un sistema estructurado para evaluar el desempeño del personal de atención al cliente. El diagnóstico permitió definir indicadores de planificación, resolución de problemas, toma de decisiones, liderazgo, comunicación y trabajo en equipo, identificándose áreas de mejora principalmente en planificación y toma de decisiones. Estos hallazgos confirman la importancia de implementar mecanismos formales de evaluación para fortalecer la gestión del talento humano y la calidad del servicio.

A partir de los resultados se diseñó un sistema de mejora continua que integra evaluación del desempeño, retroalimentación, capacitación y seguimiento del personal. Este sistema puede aplicarse en empresas del



sector retail y en organizaciones orientadas al servicio para fortalecer la gestión del talento humano y apoyar programas de capacitación basados en competencias laborales.

6. Referencias

- Aguinis, H. (2019). *Performance management* (4th ed.). Chicago Business Press.
- Almeida, F., & Simões, J. (2021). The role of leadership in improving employee performance and organizational outcomes. *Journal of Organizational Change Management*, 34(5), 1021–1035.
- Antony, J., Sony, M., & McDermott, O. (2020). Lean Six Sigma in the service sector: A systematic literature review. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(1–2), 1–27.
- Armstrong, M., & Taylor, S. (2020). *Armstrong's handbook of human resource management practice* (15th ed.). Kogan Page.
- Boon, C., Den Hartog, D., & Lepak, D. (2019). A systematic review of human resource management systems and their measurement. *Journal of Management*, 45(6), 2498–2537.
- Chiavenato, I. (2017). *Gestión del talento humano* (4ª ed.). McGraw-Hill.
- Collings, D., Mellahi, K., & Cascio, W. (2021). Global talent management and performance in multinational enterprises. *Journal of World Business*, 56(2), 101–125.
- Cooke, F., Schuler, R., & Varma, A. (2019). Human resource management research and practice in Asia: Past, present and future. *Human Resource Management Review*, 30(4), 100–103.
- Dahlgaard-Park, S., Reyes, L., & Chen, C. (2021). The evolution and convergence of total quality management and management theories. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(9–10), 1101–1118.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
- DeNisi, A., & Murphy, K. (2017). Performance appraisal and performance management: 100 years of progress? *Journal of Applied Psychology*, 102(3), 421–433.
- Dessler, G. (2020). *Human resource management* (16th ed.). Pearson.
- Fonseca, L., & Domingues, J. (2019). ISO 9001:2015 quality management systems and organizational performance. *International Journal for Quality Research*, 13(2), 349–364.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements*. ISO.
- Jiang, K., & Messersmith, J. (2018). On the shoulders of giants: A meta-review of strategic human resource management. *The International Journal of Human Resource Management*, 29(1), 6–33.
- Juran, J. M. (1993). *Juran on leadership for quality: An executive handbook*. Free Press.
- Kotler, P., & Keller, K. (2019). *Marketing management* (16th ed.). Pearson.



- Mejía, A., Bravo, M., & Montoya, A. (2016). Gestión del talento humano basada en competencias. Ecoe Ediciones.
- Montoya, J. (2021). Evaluación del desempeño laboral y su impacto en la productividad organizacional. *Revista de Administración y Negocios*, 12(2), 45–60.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Berry, L. (2020). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41–50.
- Santos, G., Rebelo, M., & Silva, R. (2022). The impact of quality management systems on organizational performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 39(5), 1285–1304.
- Schleicher, D., Baumann, H., Sullivan, D., Levy, P., Hargrove, D., & Barros-Rivera, B. (2019). Putting the system into performance management systems. *Journal of Management*, 45(6), 2206–2235.
- Sreedharan, V., Sunder, M., & Raju, R. (2020). Critical success factors of total quality management in service organizations. *Benchmarking: An International Journal*, 27(3), 1097–1118.
- Talib, F., & Rahman, Z. (2021). Quality management practices in service organizations: A literature review. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 32(1), 1–26.
- Zeng, J., Phan, C., & Matsui, Y. (2020). The impact of quality management practices on firm performance. *International Journal of Production Economics*, 210, 1–12.



EL COOPERATIVISMO COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS REGIONES

Bonilla, Coyotzi-Alejandro ¹, Pérez, Mejía-Salvador ², Arroyo, Ruiz-Armando ³

1. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, alejandrobc@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, salvadorpm@smartin.tecnm.mx
3. División de Licenciatura en Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, armando.arroyo@smartin.tecnm.mx

Resumen: Hoy en día, el término de cooperativismo se reconoce como una estrategia efectiva para impulsar el desarrollo económico y social en territorios con alta vulnerabilidad productiva. El presente trabajo propone el diseño de un modelo integral de impulso cooperativo debido a la limitada organización productiva y baja articulación comercial identificada en la microrregión 20 del estado de Puebla. La propuesta surge como una estrategia para fortalecer capacidades organizativas, incrementar el valor agregado de productos locales y fomentar esquemas de economía social sostenible. Para esta metodología se genera como primera instancia la implementación de un diagnóstico territorial participativo, analizar las cadenas de valor que se identifiquen en la microrregión 20 y a partir de estos resultados diseñar un programa de emprendimiento y/o incubación de apoyo a estos grupos. Los resultados que se pretenden alcanzar es la identificación de sectores estratégicos, como: agroindustria, producción artesanal, servicios rurales e intereses grupales del campo. En este programa se estima la conformación inicial de grupos organizados con potencial de formalización cooperativa. Obteniendo a través de este proyecto un incremento en sus ingresos locales por medio de un sistema de integración productiva y comercialización solidaria. Las conclusiones generarán y/o determinarán la viabilidad del modelo propuesto, su alineación con las políticas públicas y su contribución al desarrollo regional sostenible a través de la reactivación económica.

Palabras Clave: cooperativismo, desarrollo regional, economía social, emprendimiento.

Abstract: Today, the term "cooperatives" is recognized as an effective strategy for promoting economic and social development in territories with high productive vulnerability. This work aims to design and implement a model to foster, promote, and strengthen producer groups and cooperatives in microregion 20



of the state of Puebla. The methodology begins with the implementation of a participatory territorial diagnosis, analyzing the value chains identified in microregion 20, and, based on these results, designing an entrepreneurship and/or incubation program to support these groups. The intended outcomes include the identification of strategic sectors, such as agro-industry, artisanal production, rural services, and the collective interests of rural communities. This program anticipates the initial formation of 5 to 8 organized groups with the potential for cooperative formalization. Through this project, they will achieve an increase in their local income through a system of productive integration and solidarity-based marketing. The conclusions will generate and/or determine the viability of the proposed model, its alignment with public policies and its contribution to sustainable regional development through economic reactivation.

Keywords: cooperativism, regional development, social economy, entrepreneurship.

1. Introducción

El cooperativismo representa una de las acciones más eficientes de la economía social y solidaria a nivel internacional. Según estudios a través de la Alianza Cooperativa Internacional menciona que las cooperativas generan empleo digno para más de 280 millones de personas y constituyen un modelo empresarial basado en la participación democrática y la distribución equitativa de beneficios (ICA, 2023). En nuestro país a través de la Secretaría de Economía y el Instituto Nacional de la Economía Social han generado e impulsado programas orientados a fortalecer el sector social como alternativa al rezago productivo regional.

Partiendo de que, el sistema cooperativo, es considerado como uno de los sistemas que aporta a la disminución de la exclusión, desigualdad y pobreza, ya que, genera oportunidades económicas para las personas asociadas; las empodera para que defiendan sus intereses y a la vez, les proporcionan seguridad, transformando los riesgos individuales en riesgos colectivos. Además, las cooperativas interceden para que sus asociados accedan a recursos facilitando la implementación de emprendimientos que les permita acceder a ingresos para mejorar sus condiciones de vida (García Rodríguez et al., 2021). El estado en la microrregión 20, caracterizada por actividades agropecuarias de pequeña escala, migración laboral y limitada articulación comercial, evidencia bajos niveles de valor agregado y poca organización productiva. Estudios recientes sobre economía social en México (Marañón, 2021; INAES, 2022) destacan que la asociatividad mejora la resiliencia económica, especialmente en contextos rurales.

Asimismo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2022) ha subrayado el papel de las cooperativas en la generación de empleo formal y cohesión social. El objetivo de este trabajo es el de diseñar un modelo y programa integral para el desarrollo del cooperativismo en la microrregión 20 del Estado de Puebla, identificando productos o actividades productivas por zona atendida y proyectando un panorama de resultados en términos de crecimiento productivo, generación de ingresos y fortalecimiento del emprendimiento regional. A diferencia de diagnósticos previos de carácter descriptivo, esta investigación integra un modelo operativo de implementación con enfoque territorial y medición de impacto proyectado.



2. Sustento Teórico

En América Latina, estudios recientes (CEPAL, 2021; Coraggio, 2020) evidencian que la economía social contribuye a disminuir desigualdades territoriales. El enfoque de cadenas de valor inclusivas (Porter & Kramer, 2019) complementa esta visión al integrar pequeños productores en mercados competitivos mediante estrategias asociativas.

La economía social y solidaria busca fortalecer modelos productivos centrados en el bienestar colectivo, la inclusión y la sostenibilidad territorial (CEPAL, 2021)

El cooperativismo moderno se fundamenta en los principios de adhesión voluntaria, control democrático y participación económica de los socios (ICA, 2023). Así también, Birchall (2022) sostiene que las cooperativas fortalecen la inclusión financiera y productiva al reducir costos de transacción y generar economías de escala.

En México, esto se encuentra sustentado en la Ley General de Sociedades Cooperativas (última reforma publicada en 2025), en la cual se establecen las bases para la organización formal. Actualmente, se cuenta con información a través de la que, (Rojas & Aguilar, 2021; Hernández et al., 2022) demuestran que los programas de incubación cooperativa incrementan la supervivencia empresarial en un 30% respecto a emprendimientos individuales.

El desarrollo regional con base cooperativa requiere acompañamiento técnico, financiamiento inicial y fortalecimiento de capacidades (OIT, 2022). La evidencia empírica indica que la capacitación en gestión empresarial y gobernanza democrática es determinante para la sostenibilidad organizativa.

Según Boris Marañón (2021), el desarrollo regional consiste en fortalecer las capacidades económicas y sociales de los territorios mediante procesos organizativos y productivos que permitan disminuir desigualdades y promover un crecimiento sostenible.

Como se menciona (GTZ & Cooperación-Técnica- alemana (2015) El desarrollo de las comunidades, los pueblos, las ciudades, las empresas, requiere de procesos organizados, sistematizados, con objetivos, metas, métodos para atender las necesidades y resolverlas. Existen diferentes planes de desarrollo en diferentes niveles. Plan de desarrollo Nacional, Plan Estatal y Municipal, mismos que integran programas y para los cuales se deben de plantear proyectos que permitan gestionar los recursos. Entonces, se debe comprender que la participación de la gente es un elemento indispensable en este proceso por ello denominado Planeación participativa.

3. Metodología

Se desarrollará un diseño metodológico mixto bajo el modelo IMRD (Introducción, Métodos, Resultados y Discusión).

El primer paso, se realizará un diagnóstico territorial participativo en localidades de la microrregión 20. El diagnóstico territorial participativo se realizará con aproximadamente 12 grupos productivos pertenecientes



a los sectores agroindustrial, artesanal y de servicios rurales de la microrregión 20. Participarán productores de maíz, café, hortalizas y textiles artesanales. Las reuniones consistirán en talleres participativos, entrevistas semiestructuradas y mesas de trabajo comunitarias orientadas a identificar problemáticas, capacidades productivas y posibilidades de organización cooperativa.

Segundo, debido a que la presente investigación se encuentra en etapa de diseño metodológico y propuesta de intervención, las variables relacionadas con volumen de producción, margen bruto y acceso a mercado serán recopiladas y analizadas durante la fase de diagnóstico territorial participativo. Dichos indicadores permitirán posteriormente identificar capacidades productivas, niveles de comercialización y viabilidad de integración cooperativa en los sectores priorizados, todo esto, con el fin de generar un panorama de su capacidad de producción y contar con un esquema de producción temporal o continua, de productos perecederos o no perecederos y sus características que pueden influir en el periodo de colocación en el mercado.

Tercero, Diseñar un Programa de Incubación Cooperativa (PIC-20), compuesto por cuatro fases: sensibilización, capacitación técnica (modelo de negocio), formalización jurídica y acompañamiento comercial (12 meses, esto derivado del programa del CIIE como parte del seguimiento a los proyectos incubados para su fortalecimiento y atención de áreas de oportunidad del proyecto durante su primer año de puesta en marcha).

Este análisis de datos se realizará en combinación de estadística descriptiva y matrices FODA territoriales.

4. Resultados de discusión

Como parte del diagnóstico territorial preliminar, se identificaron grupos comunitarios integrados principalmente por productores agrícolas y artesanales de la microrregión 20 del estado de Puebla. Los grupos detectados presentan experiencias productivas de entre 5 y 20 años, operando principalmente bajo esquemas familiares e informales, con limitada capacidad de comercialización y acceso restringido a financiamiento.

Entre las principales actividades económicas identificadas destacan la producción de café, cultivo de maíz, elaboración de textiles artesanales y prestación de servicios rurales. Asimismo, se observó interés por parte de los participantes en fortalecer procesos organizativos orientados al cooperativismo como estrategia para mejorar sus condiciones de comercialización, acceso a mercados y generación de ingresos.

A partir de este contexto, el cooperativismo representa una alternativa viable para fortalecer el capital social y la integración productiva regional.

Las cooperativas son empresas de carácter social en las que la confianza y la cooperación son pilares básicos. Como señala Valentinov (2004:7), “las cooperativas pueden considerarse como organizaciones basadas en el capital social”. En otras palabras, el capital social es entendido como una de las principales características de estas organizaciones en comparación con las empresas capitalistas, ya que las redes



sociales sostenidas en normas de reciprocidad y la confianza se erigen como las bases fundamentales de las cooperativas (Hogeland, 2006).

Prácticas y valores como la responsabilidad, la solidaridad, la primacía de las personas sobre el capital o la participación democrática, son elementos que definen su funcionamiento y les otorgan un carácter distintivo y singular. Internamente, el principal objetivo de las cooperativas es satisfacer las necesidades de sus miembros y otros grupos de interés internos. Externamente, buscan satisfacer los intereses de la sociedad proveyéndola de los bienes y servicios que producen e, incluso, resolver los problemas sociales que afectan a sus comunidades locales (Bauer et al., 2012). Estos principios y valores comunes en la cooperativa (que refuerzan la cohesión e identidad entre los miembros de la misma), su naturaleza orientada hacia las personas, así como sus estructuras organizativas abiertas, plurales y democráticas, favorecen que los miembros construyan lazos y puentes con otras redes sociales, tanto en el interior de la comunidad como fuera de ella (Borzaga y Sforzi, 2014). Esto es, las cooperativas tienen capacidad para generar capital social en sus tres dimensiones. Por un lado, generan capital social de unión (entendido como las redes de relaciones que se dan en el interior de un grupo o comunidad), en tanto, que son organizaciones de propiedad conjunta y gestión democrática que se crean para dar servicio a sus socios. Por otro lado, generan capital social de aproximación (entendido como las redes de relaciones entre grupos o comunidades similares), en tanto que se basan en el principio de inter cooperación con otras cooperativas. Por último, generan capital social de vinculación (entendido como las redes de relaciones con otros grupos o redes externas), ya que son organizaciones basadas en la solidaridad y compromiso con el entorno y en la alineación con las necesidades de la sociedad (Mugarra, 2005).

Derivado de lo anterior, es importante mencionar que para comentar sobre el análisis de cómo la presencia de capital social en una región favorece el emprendimiento cooperativo, es especialmente útil partir de la definición que realiza Uphoff (1999: 216), en la que señala que el capital social es “una acumulación de diversos tipos de activos de carácter social, psicológico, cultural, cognitivo e institucional que incrementan la cantidad (o probabilidad) de comportamientos cooperativos dirigidos a obtener un beneficio mutuo”. Partiendo de este enfoque, se deduce que la presencia de capital social en una región puede desembocar en la creación de distintas estructuras organizativas que diferirán en su forma de promover la confianza y el comportamiento cooperativo. De hecho, algunos trabajos sugieren que la presencia de capital social en una región favorece la creación y proliferación de cooperativas (Beltrán-Tapia, 2012; Carrasco y Buendía-Martínez, 2013; Chloupkova et al., 2003; Jones y Kalmi, 2009) ya que el capital social, tanto desde el punto de vista de la confianza como de las redes sociales, es el principal activo que diferencia a los emprendedores que crean cooperativas y otras empresas sociales (Gedajlovic et al., 2013). En la siguiente imagen, se examina en detalle cómo la presencia de capital social en una región puede favorecer la creación de cooperativas (Figura 1), atendiendo a tres factores clave vinculados con el capital social: la confianza, la densidad asociativa y la participación cívica (Putnam, 1993).



Figura 1. Capital social regional y creación de cooperativas.

Fuente: REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos, Ignacio Bretos, Millán Díaz-Foncea, Chaime Marcuello y Carmen Marcuello, marzo de 2018

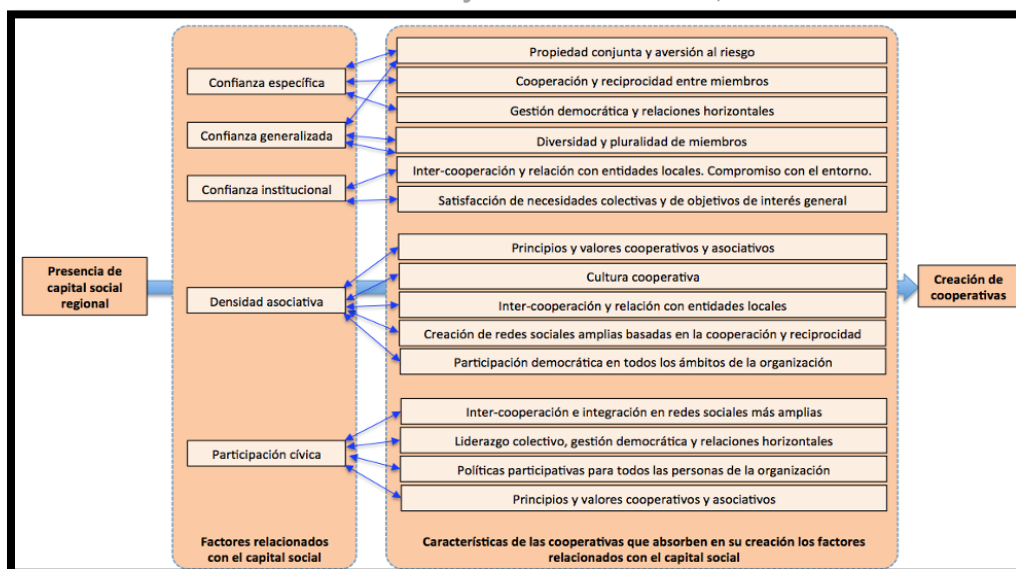


Tabla No.1 Objetivos y principios que comparten la Economía Popular y Solidaria, Cooperativas y Emprendimientos Sociales

Categorías	Economía Popular y solidaria	Cooperativas	Emprendimientos
Objetivo	Promover el bienestar colectivo mediante actividades económicas solidarias	Reducir la exclusión, desigualdad y pobreza mediante organización democrática	Atender problemáticas sociales mediante modelos sostenibles
Principios	- Buen vivir y del bien común - Prelación del trabajo sobre el capital - Intereses colectivos sobre los individuales - Comercio justo, ético y responsable - Equidad de género - Autogestión - Responsabilidad social y ambiental - Solidaridad	- Responsabilidad - Solidaridad - Participación democrática - Distribución equitativa y solidaria de excedentes - Autogestión - Responsabilidad social y ambiental	- Libre ingreso, libre salida - Control democrático de sus miembros - Aporte económico de sus miembros. - Autonomía e independencia - Educación y formación - Cooperación entre cooperativas - Compromiso con la comunidad

Fuente: Asamblea Nacional de la Republica del Ecuador, 2011; Murillo Pérez 2022; Bretos et.al., 2018

Las tendencias entre la economía popular y solidaria, el cooperativismo y el emprendimiento social (tabla 1) sugieren que, este último, como forma de vida involucra la creación de valor social sostenible.



Compatible con la creación de valor económico, con base en la cultura y el contexto, promoviendo la creatividad, liderazgo y la innovación, para alcanzar los beneficios. De ahí que, las cooperativas con base en sus principios se constituyen en una estrategia para buscar el equilibrio económico y social, por tanto, pueden ser consideradas como impulsoras de emprendimientos sociales. Desde esta perspectiva, la educación cooperativa, como principio fundamental del cooperativismo podría aportar al desarrollo de la intención emprendedora de las personas asociadas y principalmente la sensibilización para entender la acción de generar estos grupos en busca de un bien común.

Es importante identificar que para la generación de capital social en las cooperativas no proviene únicamente de las características propias de su organización, sino también de sus relaciones con otras cooperativas y organizaciones del territorio local, a través de la vinculación con otros sectores. Las cooperativas deberán ser organizaciones fuertemente enraizadas en el entorno local, esto como resultado de que sus miembros suelen ser también residentes del territorio donde está localizada la cooperativa (Bretos y Marcuello, 2017). Considerando que el capital social de aproximación puede generarse mediante los lazos de las empresas y sus miembros con el entorno local, las cooperativas tendrán una mayor capacidad para generar capital social en su territorio, ya que crearán, mantendrán y fortalecerán redes sociales sólidas y duraderas con proveedores y clientes locales (Bauer et al., 2012), así como con otras cooperativas y organizaciones sociales como resultado la de inter cooperación (Birchall, 2010).

Las cooperativas también tienen capacidad de generar capital social de vinculación. Esto es, que, por ser entes u organizaciones democráticas y participativas, promueven que sus miembros adquieran habilidades cívicas y relacionales, fomentando en ellos valores democráticos y solidarios y, en definitiva, favorecen el surgimiento de confianza y el desarrollo de normas de cooperación y reciprocidad (Sabatini et al., 2014). Por tanto, se puede afirmar que la participación en las cooperativas favorece el desarrollo de nuevas redes sociales y de vínculos de sus miembros, promoviendo en definitiva la participación social y política.

La estrategia que se desarrollará para generar el impacto y el beneficio entre estos grupos con los que se trabajará en la microrregión 20 del estado, es no perder de vista que se debe generar confianza entre los/las miembros de los grupos, por medio de la sensibilización y desarrollar flujos de información y conocimiento que dará como resultado la mayor disposición a la cooperación (Nieto y González-Álvarez, 2016; Kwon y Arenius, 2010). Se pueden distinguir tres tipos de confianza: generalizada, específica e institucional. La confianza generalizada se basa en la confianza en otras personas a las que no se conoce íntimamente. La confianza específica se refiere a la confianza en las personas o grupos que forman parte de círculos más cercanos. Finalmente, la confianza institucional se basa en la confianza de las personas hacia sus instituciones (Kwon y Arenius, 2010).

En el ámbito concreto de las cooperativas, será la de promover la creación de estas organizaciones. Como elementos clave la participación cívica para fomentan el liderazgo colectivo y colaborativo, la toma de decisiones democrática, considerando a estos como aspectos fundamentales para la creación de cooperativas. Asimismo, la participación cívica fomenta el asociacionismo, la organización y la acción



colectiva para atender a las necesidades de los individuos y de la sociedad en general (Ostrom y Ahn, 2003). En este sentido, la creación de cooperativas se caracteriza por ser un proceso colectivo, es decir, las cooperativas son creadas por varios miembros (Díaz-Foncea y Marcuello, 2015)— y, además, estas organizaciones se constituyen para satisfacer las necesidades de sus propios miembros y, en muchas ocasiones, para atender a los problemas que afectan a su entorno, cooperando así con otras organizaciones y actores locales en redes sociales más amplias basadas en la alineación con los intereses generales (Bauer et al., 2012).

Las personas con mayores capacidades e intención por participar en la creación de estos grupos de cooperativas pueden ser los elementos o aliados más adecuado, por lo que su participación cívica generará un mecanismo clave en el proceso de emprendimiento cooperativo.

Se identificó que el 68% de los productores comercializa de manera individual con márgenes de ganancia inferiores al 15%. La organización cooperativa permitiría compras consolidadas de insumos y acceso a mercados regionales.

Se proyecta la conformación inicia 2 a 3 grupos productivos con un promedio de 15 socios cada uno. En agroindustria, la transformación primaria (harina nixtamalizada y tostado de café) incrementaría el valor agregado en 30%. En artesanías textiles, la comercialización conjunta mediante marca colectiva regional podría elevar ingresos en 25% aproximadamente.

Comparando con estudios de la CEPAL (2021) y la OIT (2022), los resultados son consistentes con incrementos de productividad observados en cooperativas rurales latinoamericanas. Además, el modelo propuesto incorpora acompañamiento prolongado, superando esquemas tradicionales limitados a subsidios iniciales.

El panorama proyectado a cinco años contempla:

6. Formalización de al menos 10 cooperativas registradas.
7. Generación de 150 empleos directos.
8. Incremento en el promedio de ingresos familiares.
9. Creación de una red microrregional de comercialización solidaria.

Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que vinculan cooperativismo y resiliencia económica postpandemia (Birchall, 2022; OIT, 2022).

10. Conclusiones

El modelo a desarrollar alcanzará el objetivo de diseño e implementación para impulsar y fortalecer la promoción de grupos productores y cooperativas en la microrregión 20 del estado de Puebla. Esto derivado a las fases de operación, que inician con:

1. La elaboración de un diagnóstico territorial participativo.
2. Generar un análisis para identificar las cadenas de valor que existen en la microrregión 20.
3. A partir de estos resultados, para brindar la atención requerida se diseñará un programa de emprendimiento y/o incubación de apoyo a estos grupos.



Con la identificación de sectores estratégicos, como: agroindustria, producción artesanal, servicios rurales e intereses grupales del campo. La identificación estratégica de productos por zona y el acompañamiento estructurado podrían incrementar ingresos locales, superando esquemas individuales tradicionales.

En este programa se estima conformar de 5 a 8 grupos organizados con potencial de formalización cooperativa. Con este proyecto se contribuirá a la organización de estos grupos para generar un incremento en sus ingresos locales por medio de un sistema de integración productiva y comercialización solidaria y determinar la viabilidad del modelo propuesto, como una estrategia para la contribución al desarrollo regional sostenible a través de la activación económica por medio del fortalecimiento del cooperativismo en la microrregión 20 del Estado de Puebla.

5. Referencias

- Andrés Arias Amaguaña, Sonia Sigüenza Orellana, Lucía Pino -Ramón, Gabriela Álava Atiencie (2022) Artículo científico, Cooperativismo y emprendimiento social: alternativas para el bien común.
- Alianza Cooperativa Internacional (2023). *World Cooperative Monitor Report*.
- Birchall, J. (2022). *The governance of large co-operative businesses*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *La economía social y solidaria y su contribución al desarrollo sostenible en América Latina*. Naciones Unidas.
- Coraggio, J. L. (2020). *Economía social y políticas públicas. Siglo XXI Editores*.
- Hernández, M., López, R., & García, P. (2022). Incubación cooperativa y sostenibilidad empresarial. *Revista Latinoamericana de Economía Social*, 15(2), 45–63.
- Instituto Nacional de la Economía Social (2022). *Informe anual del sector social*.
- Ignacio Bretos, Millán Díaz-Foncea, Chaime Marcuello y Carmen Marcuello (2018) Cooperativas, capital social y emprendimiento: Una perspectiva teórica
- Marañón, B. (2021). Cooperativismo y desarrollo territorial en México. *Estudios Sociales*, 31(58), 1–20.
- México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). *Ley General de Sociedades Cooperativas*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGSC.pdf>
- Metodología de capacity works para la gestión de proyectos con planeación participativa. (2015) e GTZ & Cooperación-Técnica-alemana
- Organización Internacional del Trabajo (2022). *Cooperatives and the world of work*.
- Porter, M., & Kramer, M. (2019). Creating shared value. *Harvard Business Review*.
- Rojas, A., & Aguilar, D. (2021). Modelos de economía social en regiones rurales. *Gestión y Desarrollo*, 12(1), 77–95.



Tipo de manuscrito (Artículo de Investigación)

DISEÑO DE SISTEMA PRODUCTIVO CERTIFICADO PARA LA REACTIVACIÓN DEL VIVERO FORESTAL COMUNITARIO BAJO NORMATIVIDAD NMX-AA-170-SCFI-2016

Santillán Bahamaca Gonzalo ¹, Montero Machorro Jesús Gonzalo ², Flores Vázquez Irving Antonio ³, Nieves Quiroz José Manuel ⁴

1. Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, gonzalo.santillan@smartin.tecnm.mx
2. Ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, j.gonzalo_montero@smartin.tecnm.mx
3. Ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270036@smartin.tecnm.mx
4. Ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270019@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se diseñó un sistema productivo certificado para la reactivación del vivero forestal comunitario del Ejido San Juan Cuauhtémoc, Puebla, México, bajo la metodología DMAIC y lineamientos de la NMX-AA-170-SCFI-2016. El vivero se encontraba inoperante, limitando la participación comunitaria en programas de reforestación. Se diagnosticó la infraestructura existente, identificando deficiencias en protocolos técnicos, capacitación del personal y sistemas de riego. Se desarrolló un layout optimizado de 2,090 m² con capacidad instalada de 20,000 plantas anuales mediante producción en contenedores, sistema de riego por microaspersión con coeficiente de uniformidad $\geq 80\%$, protocolos de trazabilidad genética y control fitosanitario, así como perfiles de puesto alineados a requisitos normativos. Los resultados incluyen diseño técnico integral, programa de capacitación para 15 ejidatarios y documentación para certificación. El modelo propuesto fortalece la gestión comunitaria de recursos forestales, asegurando producción de plantas con índice de supervivencia $\geq 80\%$ y calidad morfológica certificada para restauración ecológica regional.

Palabras clave: Vivero forestal comunitario; Producción forestal certificada; Metodología DMAIC; Trazabilidad genética; Restauración ecológica; Gestión comunitaria de recursos forestales.



Abstract: A certified production system was designed for the reactivation of the community forest nursery of Ejido San Juan Cuauhtémoc, Puebla, Mexico, under DMAIC methodology and NMX-AA-170-SCFI-2016 guidelines. The nursery was inoperative, limiting community participation in reforestation programs. Existing infrastructure was diagnosed, identifying deficiencies in technical protocols, staff training, and irrigation systems. An optimized layout of 2,090 m² was developed with installed capacity of 20,000 annual plants through container production, micro-sprinkler irrigation system with uniformity coefficient $\geq 80\%$, genetic traceability and phytosanitary control protocols, and job profiles aligned with regulatory requirements. Results include comprehensive technical design, training program for 15 ejidatarios, and certification documentation. The proposed model strengthens community forest resource management, ensuring plant production with survival rate $\geq 80\%$ and certified morphological quality for regional ecological restoration.

Keywords: Community forest nursery; Certified forest production; DMAIC methodology; Genetic traceability; ecological restoration; community forest resource management.

1. Introducción

La degradación de ecosistemas forestales en México representa uno de los desafíos ambientales más apremiantes del siglo XXI. Según datos de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2025), anualmente se pierden aproximadamente 166,000 hectáreas de bosques y selvas, proceso que contribuye significativamente al cambio climático, pérdida de biodiversidad y deterioro de servicios ecosistémicos. En este contexto, los viveros forestales comunitarios emergen como herramientas estratégicas para la restauración ecológica y el desarrollo sustentable de comunidades rurales, representando espacios donde convergen objetivos ambientales, económicos y sociales.

Los viveros forestales comunitarios constituyen sistemas productivos especializados en la propagación de especies nativas bajo esquemas de propiedad social, operados y administrados por ejidos o comunidades rurales organizadas (Meneses, 2015). Estos espacios no solo producen material vegetal para reforestación, sino que funcionan como centros de capacitación técnica, generación de ingresos complementarios y fortalecimiento del tejido social comunitario. Sin embargo, numerosos viveros comunitarios en México enfrentan problemáticas recurrentes: infraestructura deteriorada, ausencia de protocolos estandarizados, personal sin capacitación técnica actualizada y deficiente organización administrativa, factores que limitan su operación sustentable y su acceso a programas gubernamentales de apoyo. La Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 establece especificaciones y requisitos mínimos para certificar la operación de viveros forestales destinados a la producción de planta para acciones de restauración, reforestación y plantaciones forestales comerciales (SEMARNAT, 2025).

Esta normatividad surge como respuesta a la necesidad de incrementar los porcentajes de supervivencia en campo, históricamente bajos en México (64% promedio según datos de CONAFOR en 2018), mediante la estandarización de procesos productivos que aseguren plantas de calidad morfológica, fisiológica y



genética certificada. La norma establece criterios objetivos relacionados con infraestructura, personal técnico certificado, sistemas de riego eficientes, protocolos de trazabilidad del germoplasma, control fitosanitario y registro documental de procesos, constituyendo un marco técnico-normativo integral para la producción forestal certificada.

El Ejido San Juan Cuauhtémoc, ubicado en el municipio de Santa Rita Tlahuapan, Puebla, forma parte del corredor ecológico del Santuario de las Luciérnagas, zona de alta importancia para la conservación de biodiversidad y el ecoturismo regional. Este ejido posee un vivero forestal comunitario que operó durante años como alternativa productiva, sin embargo, actualmente se encuentra en estado de abandono, representando una oportunidad perdida para la comunidad. El diagnóstico preliminar identificó infraestructura deteriorada, ausencia de un sistema productivo certificado en contenedores, carencia de protocolos técnicos de producción, falta de personal capacitado, inexistencia de técnico responsable certificado, ausencia de equipos de medición y control de calidad, y pérdida de acceso a programas gubernamentales de reforestación que requieren material vegetal certificado. La reactivación de viveros forestales comunitarios bajo esquemas certificados representa una estrategia multidimensional de desarrollo sustentable. Desde la perspectiva económica, genera ingresos directos mediante la venta de plantas certificadas y participación en proyectos de reforestación impulsados por CONAFOR y SEMARNAT. En el ámbito social, fortalece capacidades técnicas comunitarias, fomenta la participación en el manejo responsable de recursos y consolida la organización ejidal. Ambientalmente, contribuye al cumplimiento de metas nacionales de reforestación, asegura tasas de supervivencia superiores al 80% mediante producción de plantas de calidad, y preserva el patrimonio genético de especies nativas regionales (CONAFOR, 2018).

La metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), originada en Six Sigma y desarrollada por Motorola en la década de 1980, constituye un enfoque estructurado para la mejora continua de procesos mediante reducción de variabilidad y defectos (Ríos, 2016). Esta metodología, fundamentada en análisis de datos y pensamiento estadístico, permite abordar sistemáticamente problemas complejos mediante cinco fases secuenciales: definición precisa del problema y objetivos, medición del desempeño actual del proceso, análisis de causas raíz mediante herramientas estadísticas, implementación de mejoras basadas en evidencia, y establecimiento de controles para mantener los resultados.

La aplicación de DMAIC en contextos forestales comunitarios representa una innovación metodológica que integra rigor técnico con pertinencia social, particularmente relevante para sistemas productivos que requieren estandarización bajo criterios normativos específicos.

La producción forestal en contenedores representa el método más tecnificado y eficiente para viveros que buscan certificación, especialmente cuando la normatividad exige altos estándares de calidad y uniformidad (IDEFOR, 2025). Este sistema utiliza charolas o bandejas con cavidades individuales llenas de sustrato especializado, donde cada plántula desarrolla un sistema radicular uniforme sin deformaciones, mejorando significativamente la supervivencia post-trasplante. Comparado con sistemas tradicionales en



bolsa de polietileno o raíz desnuda, la producción en contenedores optimiza el uso de agua y sustrato, facilita el manejo y transporte, permite mayor densidad de plantas por unidad de área, y asegura control de calidad más riguroso mediante parámetros morfológicos medibles (altura, diámetro de cuello, relación parte aérea/raíz, Índice de Calidad de Dickson). Los sistemas de riego constituyen componentes críticos en viveros certificados, determinando no solo la eficiencia hídrica sino también la uniformidad del crecimiento y la calidad fisiológica de las plantas. La NMX-AA-170-SCFI-2016 establece que los viveros deben contar con sistemas de riego que aseguren coeficiente de uniformidad $\geq 80\%$, parámetro que mide la distribución homogénea del agua en toda el área productiva. El riego por microaspersión o nebulización representa la tecnología más adecuada para especies forestales en contenedor, distribuyendo agua en forma de gotas finas que simulan lluvia ligera, manteniendo humedad constante sin encharcamientos ni erosión del sustrato (Gobierno de México, 2025).

Este sistema permite automatización mediante temporizadores y sensores de humedad, reduciendo mano de obra y optimizando el recurso hídrico, aspectos particularmente relevantes en contextos de cambio climático y escasez hídrica creciente. La trazabilidad genética del germoplasma forestal constituye un requisito fundamental de la NMX-AA-170-SCFI-2016, asegurando que las plantas producidas conserven identidad genética, procedencia geográfica y características adaptativas apropiadas para los sitios de plantación (SEMARNAT, 2025). La norma exige documentación del origen del germoplasma conforme a la NMX-AA-169-SCFI-2014, incluyendo fichas técnicas que registren especie, fecha de recolección, localización geográfica de árboles madre, altitud, coordenadas, condiciones ambientales y características fenotípicas de progenitores. Esta trazabilidad previene mal adaptación genética, fenómeno donde plantas de procedencias inadecuadas presentan baja supervivencia o crecimiento deficiente al establecerse en ambientes para los cuales no están adaptadas, problema recurrente en programas de reforestación sin control genético riguroso.

El control fitosanitario representa otro pilar de la certificación de viveros forestales, ya que la producción de plantas sanas, vigorosas y libres de plagas y enfermedades determina el éxito de las plantaciones forestales. El diagnóstico fitosanitario, proceso de identificación y evaluación del estado de salud de las plantas mediante observación sistemática y análisis de laboratorio cuando sea necesario, permite detectar oportunamente afectaciones causadas por factores bióticos (hongos como *Fusarium circinatum* y *Armillaria mellea*, bacterias como *Candidatus Phytoplasma pini*, insectos defoliadores) o abióticos (deficiencias nutricionales, estrés hídrico, toxicidad por agroquímicos, daños mecánicos) que comprometan la calidad del material vegetal (Cibrián, 2019). La norma establece protocolos de muestreo estadístico, registro documental de afectaciones y aplicación de medidas de control integrado que minimicen el uso de agroquímicos.

La capacitación técnica del personal operativo constituye un elemento frecuentemente subestimado pero crítico para el éxito de viveros certificados. La NMX-AA-170-SCFI-2016 exige la presencia de un técnico responsable certificado, profesional con formación en ciencias forestales, biológicas o agronómicas y



experiencia mínima de un año en producción forestal, quien supervisa técnicamente todas las actividades del vivero. Sin embargo, la operación cotidiana depende del personal ejidal, adultos frecuentemente mayores con conocimiento empírico, pero sin formación técnica formal. Esta situación requiere programas de capacitación diseñados específicamente para adultos mayores, considerando sus estilos de aprendizaje, ritmos de comprensión y necesidades prácticas, mediante metodologías participativas que integren conocimiento tradicional con técnicas normalizadas.

La vinculación academia-comunidad representa un modelo de transferencia tecnológica particularmente relevante para el desarrollo rural sustentable en México. Los proyectos de residencias profesionales de instituciones de educación superior tecnológica, como el presente caso del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, constituyen oportunidades para que estudiantes de ingeniería apliquen conocimientos teóricos en problemas reales comunitarios, mientras las comunidades acceden a capacidades técnicas especializadas sin costo económico directo. Esta sinergia genera beneficios mutuos: formación profesional contextualizada socialmente para estudiantes y fortalecimiento de capacidades técnicas comunitarias, contribuyendo a reducir brechas de desigualdad en acceso al conocimiento técnico-científico.

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un sistema productivo certificado conforme a la NMX-AA-170-SCFI-2016 para el vivero forestal del Ejido San Juan Cuauhtémoc, mediante la aplicación de metodología DMAIC, que permita su reactivación operativa sustentable con capacidad instalada de 20,000 plantas anuales, estableciendo especificaciones técnicas, protocolos de producción, programa de capacitación comunitaria y documentación para certificación. Se planteó la hipótesis de que la integración de metodología DMAIC con requisitos normativos específicos permitiría desarrollar un modelo técnico-organizacional replicable para viveros forestales comunitarios, superando las limitaciones tradicionales de improvisación operativa, carencia de estándares y ausencia de documentación que caracterizan muchos viveros ejidales en México.

2. Delimitación contextual

El presente estudio se desarrolló en el vivero forestal comunitario del Ejido San Juan Cuauhtémoc, localizado en el municipio de Santa Rita Tlahuapan, estado de Puebla, México (19°39'N, 98°60'W, 2,703 msnm). Esta región forma parte del Eje Neovolcánico Transversal, caracterizada por bosques templados dominados por especies del género *Pinus* y *Abies*, con clima templado subhúmedo (temperatura media anual 12-16°C, precipitación 800-1,200 mm anuales concentrada en verano). El ejido administra aproximadamente 450 hectáreas de terrenos forestales dentro del corredor ecológico del Santuario de las Luciérnagas, zona de alta biodiversidad con potencial ecoturístico reconocido regionalmente.

El contexto legal-normativo que enmarca la investigación incluye la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento, que establecen criterios para producción de planta forestal,



requisitos para registro de viveros y lineamientos para asegurar calidad genética y fisiológica del material vegetal (SEMARNAT, 2025). Específicamente, la NMX-AA-170-SCFI-2016 define los criterios técnicos para certificar viveros forestales, mientras que la NMX-AA-169-SCFI-2014 regula la procedencia y trazabilidad del germoplasma forestal. Este marco normativo, desarrollado progresivamente desde 2016, responde a la problemática histórica de bajas tasas de supervivencia en plantaciones forestales mexicanas, buscando profesionalizar la producción de planta mediante estándares verificables.

El método DMAIC aplicado constituye una adaptación de la metodología Six Sigma al contexto de sistemas productivos forestales comunitarios, aproximación innovadora documentada escasamente en literatura científica hispanoamericana. García (2021) reporta aplicaciones exitosas de DMAIC en industrias manufactureras mexicanas, mientras que Asunción (2020) documenta su uso en resolución de problemas de calidad en servicios, sin embargo, su aplicación específica a viveros forestales certificados representa una contribución metodológica novedosa del presente trabajo.

Las investigaciones previas sobre viveros forestales certificados en México se concentran principalmente en aspectos técnicos específicos aislados. Miranda (2019) caracterizó la distribución geográfica de especies de *Pinus* en territorio mexicano, identificando zonas de alta diversidad genética. IDEFOR (2021) desarrolló metodologías para evaluación de calidad morfológica de planta en viveros, estableciendo parámetros cuantitativos para Índice de Calidad de Dickson, relaciones altura/diámetro y biomasa seca. López (2025) analizó características fenológicas de *Pinus ayacahuite*, especie endémica mexicana con alto valor para restauración. Sin embargo, trabajos que integren diseño completo de sistemas productivos certificados, desde Layout hasta protocolos operativos y capacitación comunitaria, bajo metodología estructurada de mejora continua, son prácticamente inexistentes en literatura científica mexicana.

La aportación principal de esta investigación radica en la generación de un modelo técnico-metodológico integral replicable para reactivación de viveros forestales comunitarios bajo certificación normativa, documentando sistemáticamente el proceso desde diagnóstico hasta propuesta de implementación mediante metodología DMAIC. Este modelo integra: (1) cálculos ingenieriles precisos para dimensionamiento de infraestructura y sistemas de riego con coeficiente de uniformidad $\geq 80\%$, (2) protocolos operativos estandarizados alineados estrictamente con NMX-AA-170-SCFI-2016, (3) formatos de trazabilidad y control de calidad adaptados a capacidades administrativas ejidales, (4) perfiles de puesto que equilibran requisitos normativos con realidades organizacionales comunitarias, y (5) programa de capacitación diseñado específicamente para adultos mayores en contextos rurales.

Las limitaciones del estudio incluyen su carácter de diseño técnico sin implementación física ni seguimiento de resultados operativos, restricción derivada del alcance temporal de residencias profesionales (agosto-diciembre 2025). La validación empírica del diseño propuesto, incluyendo medición real de tasas de supervivencia en campo, eficiencia hídrica del sistema de riego implementado y evaluación de impacto económico-social en la comunidad, constituyen líneas de investigación futuras necesarias. Adicionalmente, el estudio se limita geográficamente a condiciones específicas del Eje Neovolcánico, requiriendo validación



de su replicabilidad en otras regiones forestales mexicanas con condiciones climáticas y organizativas diferentes.

3. Metodología

La investigación adoptó un enfoque mixto secuencial explicativo, combinando métodos cualitativos para diagnóstico organizacional y cuantitativos para dimensionamiento técnico de infraestructura. El diseño metodológico se estructuró siguiendo las cinco fases del ciclo DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Fase Definir: Se realizaron tres visitas de campo al vivero (septiembre-octubre 2025) con participación de 12 ejidatarios y 2 autoridades comunitarias. Mediante lluvia de ideas estructurada y entrevistas semiestructuradas, se identificaron problemáticas prioritarias, necesidades operativas y expectativas comunitarias respecto a la reactivación. Se aplicó un cuestionario diagnóstico de 15 ítems categorizados en infraestructura, procesos, personal y documentación. Los objetivos del proyecto fueron definidos participativamente, estableciendo como meta principal alcanzar capacidad productiva de 20,000 plantas anuales bajo certificación NMX-AA-170-SCFI-2016.

Fase Medir: El levantamiento topográfico del terreno se realizó mediante cinta métrica y GPS (precisión $\pm 3\text{m}$), registrando dimensiones totales de $39.5\text{ m} \times 55\text{ m}$ ($2,172.5\text{ m}^2$). Se aplicó check-list de 47 criterios de la NMX-AA-170-SCFI-2016, verificando cumplimiento de requisitos de infraestructura, personal, germoplasma y archivos. Se determinó la capacidad instalada mediante cálculos de densidad de plantas en contenedores de bolsa de polietileno (14 cm diámetro, separación 1 cm), resultando en 39.63 plantas/m^2 en área productiva neta.

Fase Analizar: Las causas de inoperancia del vivero se categorizaron mediante diagrama de Ishikawa en cuatro dimensiones: (1) Infraestructura inadecuada y distribución deficiente, (2) Ausencia de protocolos estandarizados, (3) Deficiencia en capacitación del personal, y (4) Carencia de registros y trazabilidad. Se priorizaron causas mediante matriz de criticidad, considerando impacto normativo y viabilidad de intervención.

Fase Mejorar: El diseño del Layout se desarrolló mediante software CATIA V5R20, optimizando flujos de trabajo conforme a secuencia productiva: germoplasma $\rightarrow$ preparación de sustrato $\rightarrow$ siembra $\rightarrow$ germinación $\rightarrow$ crecimiento $\rightarrow$ endurecimiento $\rightarrow$ despacho. Se dimensionó el sistema de riego por microaspersión mediante ecuaciones hidráulicas, calculando caudal necesario ($Q = 90\text{ L/min}$), presión de operación ($P = 3.5\text{ bar}$) y diámetros de tuberías (línea principal 50mm , secundarias 32mm , laterales 16mm) para coeficiente de uniformidad $\geq 80\%$. Se desarrollaron cuatro protocolos técnicos (trazabilidad genética, producción controlada, calidad fenológica, procedimiento fitosanitario) y cinco formatos de control (ficha de germoplasma, capacidad de producción, diagnóstico fitosanitario, bitácora de fertilización, salida de planta).



Fase Controlar: Se diseñaron cinco perfiles de puesto alineados con NMX-AA-170-SCFI-2016: coordinador general, técnico responsable forestal, auxiliar administrativo, encargado de germinación y encargado de riego. El programa de capacitación se estructuró en seis módulos (40 horas totales) con metodología andragógica adaptada a adultos mayores, incluyendo material didáctico visual y sesiones prácticas.

4. Desarrollo

El Ejido San Juan Cuauhtémoc, ubicado en el municipio de Santa Rita Tlahuapan, Puebla, es una organización comunitaria que administra y aprovecha recursos naturales bajo un esquema colectivo de propiedad social. Su principal actividad está vinculada al manejo y conservación de los bosques que forman parte del corredor ecológico del Santuario de las Luciérnagas, el cual representa un atractivo turístico y ecológico de gran importancia regional.



Ilustración 1. Vista aérea del vivero forestal de San Juan Cuauhtémoc. Retomado de Google Earth. 2025. Latitud y longitud 19.39630, -98.60317.

El ejido cuenta con un vivero forestal comunitario, que en el pasado funcionó como espacio de producción de plantas nativas destinadas a programas de reforestación, sin embargo, actualmente se encuentra en estado de abandono. La organización busca reactivar dicho vivero para convertirlo en una fuente sustentable de ingresos, fortalecer la conservación del entorno forestal y participar en programas gubernamentales de reforestación.

En este contexto, el ejido se vincula con el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan con el objetivo de diseñar un sistema productivo que cumpla con la normatividad vigente NMX-AA-170-SCFI-2016, lo cual permitirá acceder a certificaciones y mercados que fortalezcan tanto el desarrollo comunitario como la conservación ambiental.

4.1 Diagnóstico de Situación Inicial del Vivero

El check-list aplicado reveló cumplimiento nulo (0%) de requisitos normativos en cuatro categorías principales. En infraestructura física, se identificó área total disponible de 2,172.5 m², pero sin delimitación

funcional de zonas, ausencia de sistema de riego tecnificado, carencia de área de germinación controlada, inexistencia de zona de compostaje y preparación de sustratos, y falta de instalaciones sanitarias para personal. Respecto a protocolos técnicos, no existían procedimientos escritos para ninguna actividad productiva, careciendo de especificaciones de sustratos, programas de fertilización, calendarios de riego, protocolos fitosanitarios y formatos de trazabilidad de germoplasma.

En personal técnico, se constató ausencia de técnico responsable certificado requerido por normatividad, personal operativo (4 ejidatarios) sin capacitación formal en producción forestal, y conocimiento empírico sin actualización técnica reciente. La documentación administrativa presentaba inexistencia total de registros históricos de producción, ausencia de bitácoras de actividades, carencia de archivos sobre procedencia de germoplasma y falta de inventarios de insumos y equipamiento.

CHECK LIST: ESTADO ACTUAL DEL VIVERO									
Vivero	San Juan Cuauhtémoc	Responsable	Irvin Antonio y Jose Manuel	Fecha	24/10/2025	Código	CL-VSC-01	Versión	0 1
Objetivo: Registrar de forma sistemática las observaciones y no conformidades detectadas durante el diagnóstico técnico del vivero, con base en los criterios establecidos por la NMX-AA-170-SCFI-2016.									
FECHA	AREA EVALUADA	CRITERIO DE VERIFICACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES				
24/10/2025	Infraestructura	Existencia de áreas delimitadas (germinación, crecimiento, compostaje)		X	No hay división física entre zonas, el flujo de trabajo no está definido.				
24/10/2025	Infraestructura	Sistema de riego operativo y con buena distribución		X	No existe un sistema de riego				
24/10/2025	Métodos	Protocolos de producción estandarizados		X	No existen procedimientos escritos ni registros técnicos.				
24/10/2025	Métodos	Control de calidad y trazabilidad del proceso		X	No se documentan las etapas de germinación ni supervivencia				
24/10/2025	Personal	Personal capacitado en técnicas de producción forestal		X	El personal realiza actividades de forma empírica sin supervisión técnica.				
24/10/2025	Personal	Técnico responsable certificado		X	No hay técnico registrado ante autoridades competentes				
24/10/2025	Documentación	Bitácoras y registros de operación		X	No se encontraron registros de riego, fertilización ni monitoreo fitosanitario.				
24/10/2025	Documentación	Cumplimiento con la NMX-AA-170-SCFI-2016		X	La documentación técnica requerida no se encuentra implementada.				
Total de criterios evaluados		8							
Criterios que cumplen		0							
Criterios no conformes		8							
Porcentaje de cumplimiento		0%							

Ilustración 2. Check List sobre el estado actual del vivero.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Diseño de Layout Optimizado

El diseño final del vivero integró nueve áreas funcionales en 2,090 m² construidos: (1) Oficina administrativa (35 m², estructura de block con techo de concreto), (2) Bodega de insumos y herramientas (70 m², estructura de block con techo de lámina galvanizada), (3) Área de trabajo para mezcla de sustratos (35 m², estructura de tubo galvanizado con cubierta de malla sombra 50-70%), (4) Semillero para germinación (28 m², estructura de tubo galvanizado con malla sombra y plástico agrícola), (5-9) Cinco áreas de crecimiento (total 1,529.25 m², estructura de postes con cubierta de malla sombra), (10) Área de



desinfección de herramientas (estructura de tubo galvanizado con aspersores), y (11) Sanitarios con regadera (instalaciones permanentes para higiene del personal).

Las cinco áreas de crecimiento se dimensionaron para 8,640 plantas cada una (módulos 1-4 de 327 m²) y 6,912 plantas (módulo 5 de 381.5 m²), totalizando capacidad instalada de 41,472 plantas simultáneas. Considerando ciclo productivo de 8-12 meses para especies forestales en contenedor y rotación de áreas, se proyectó producción anual efectiva de 20,000 plantas certificadas. Cada módulo contiene 8 camas de 1 m × 27.25 m, separadas por pasillos de 0.45 m para circulación del personal, con pasillos laterales de 0.50 m y 0.35 m.

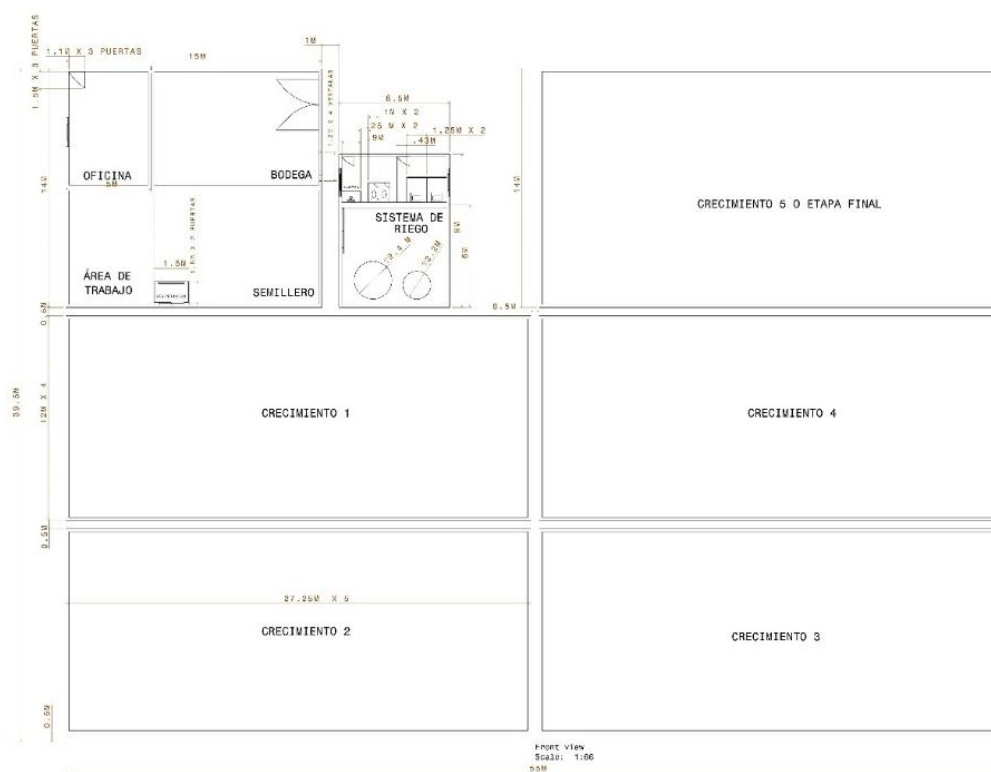


Ilustración 3. Lay Out de la distribución del vivero de San Juan Cuauhtémoc.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Sistema de Riego por Microaspersión

El dimensionamiento hidráulico integró nebulizadores en semillero (10 emisores × 20 L/h = 200 L/h) y microaspersores en áreas de crecimiento (80 emisores × 60 L/h = 4,800 L/h), requiriendo caudal total de 83.33 L/min. Se especificó bomba periférica de 3 HP con capacidad de 90-100 L/min a 3.5-4.0 bar de presión. El sistema incluye tanque de almacenamiento principal (15,000 L) y secundario (10,000 L) con autonomía de 10-12 días, filtros de malla Y (100 mesh) y disco (120 mesh), válvulas de control por zona,



manómetros de presión.

La red de distribución se diseñó con tubería PVC de 50 mm (2") para línea principal, 32 mm (1.25") para líneas secundarias y manguera PE de 16 mm para laterales. Los cálculos de pérdidas por fricción mediante ecuación de Hazen-Williams resultaron en presión residual mínima de 2.0 bar en emisores más alejados, garantizando coeficiente de uniformidad >80% requerido normativamente. El consumo hídrico estimado es 2,060 L/día promedio (752 m³/año), considerando demandas diferenciales por etapa fenológica: semilleros 6 L/m²/día, crecimiento activo 3.5 L/m²/día, rustificación 1.5 L/m²/día.

4.4 Protocolos Técnicos de Producción

El Protocolo de Trazabilidad Genética establece requisitos para documentación de germoplasma conforme a NMX-AA-169-SCFI-2014, incluyendo ficha técnica que registra especie, fecha de recolección, coordenadas geográficas de árboles madre (± 100 m precisión), altitud (± 50 m), características fenotípicas de progenitores, y condiciones ambientales del rodal semillero. Para las cuatro especies prioritarias (Pinus Pseudostrobus, Abies Religiosa, Pinus Patula, Pinus Ayacahuite), se especificaron zonas de recolección óptimas según literatura científica: P. Pseudostrobus en altitudes 2,400-3,000 msnm, A. Religiosa 2,700-3,500 msnm, P. Patula 2,000-3,000 msnm, P. Ayacahuite 2,400-3,600 msnm.

Ficha Técnica de Germoplasma			
NMX-AA-170-SCFI-2016			
Datos del Lote		Origen de procedencia	
ID del lote		Lugar de recolección	
Nombre común		Municipio/Estado	
Tipo de material	Semilla ☐ Otros ☐	Fecha de recolección	
Cantidad	Estaca ☐	Recolector	
Ingreso al vivero		Responsable técnico	
Fecha de ingreso		Nombre	
Ubicación en vivero		Firma	
		Fecha	

Ilustración 4. Formato para generación de la ficha técnica de Germoplasma para registro de información técnica y genética de semillas en la producción forestal.

Fuente: Elaboración propia.

El Protocolo de Producción Controlada define especificaciones técnicas para cada etapa: (1) Preparación de sustrato (proporción 60% composta, 30% tierra de monte, 10% agrolita, pH 5.5-6.5), (2) Llenado de contenedores (densidad de llenado 0.4-0.5 g/cm³), (3) Siembra (profundidad 1.5 veces el diámetro de semilla, densidad 2-3 semillas por cavidad), (4) Germinación (temperatura 18-22°C, humedad relativa 80-90%, fotoperíodo 12 horas), (5) Raleo (selección de plántula más vigorosa por cavidad, 15-20 días post-germinación), (6) Crecimiento (fertilización NPK 18-18-18 a 2 g/planta cada 15 días en fase activa), (7)



Rustificación (reducción de riego 50%, suspensión de fertilización nitrogenada, exposición gradual a radiación solar, 30 días previos a despacho).

Capacidad de producción por tipo de contenedor														
Vivero	Responsable			Fecha				Código	PC-VSC-01	Versión	0 1			
Num. De modulo o sección de producción	Mesas o hileras de mesas porta contenedores existentes			Plástico con celdas fusionadas: diámetro _____ cm, altura _____ cm, volumen _____ cm³					Plástico con celdas intercambiables: diámetro _____ cm, altura _____ cm, volumen _____ cm³					Capacidad Total de producción
	Tipo de material	Dimensiones (m)	Total	Num.de contenedores	Num. de cavidades por contenedores	Total de cavidades	Porcentaje de cavidades en buen estado	Total de cavidades en buen estado	Num.de contenedores	Num. de cavidades por contenedores	Total de cavidades	Porcentaje de cavidades en buen estado	Total de cavidades en buen estado	
		Ancho: Largo:												
		Alto:												
		Ancho: Largo:												
		Alto:												
		Ancho: Largo:												
		Alto:												
		Ancho: Largo:												
		Alto:												
		Ancho: Largo:												
		Alto:												
		TOTAL:												

Ilustración 5. Formato para la capacidad de producción por tipo de contenedor para la germinación semillas en la producción forestal.
Fuente: Elaboración propia.

El Protocolo Fitosanitario establece muestreo quincenal mediante metodología estadística, evaluando el 10% de plantas por lote (mínimo 50 plantas). Se registran síntomas de afectaciones bióticas (hongos *Fusarium circinatum*, *Armillaria mellea*, bacterias *Candidatus Phytoplasma pini*, insectos defoliadores) y abióticas (clorosis por deficiencia nutricional, necrosis apical por estrés hídrico, quemaduras por fertilización excesiva). El protocolo define umbrales de acción: >5% de incidencia requiere tratamiento específico, >20% amerita eliminación de lote completo para prevenir dispersión de patógenos.

		Diagnostico Fitosanitario								
Vivero		Responsable		Fecha		Codigo	DF-VSC-01	Versión	0 1	
Num. de charols	Muestreo por lote de producción			Codiciones fitosanitarias					Observaciones	
	Numero de cavidades por muestrar			Núm. Plantas con síntomas de daños por plagas o enfermedades						
	Con Planta	Vacias	Total	Patogenos	Insectos	Abioticos	Fisicos	Total		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
TOTAL										
			Cavidades por planta							
			Planta enferma a extraer							
			Total de plantas afectadas + cavidades vacias							
			PLANTA EN EXISTENCIA							

Ilustración 6. Formato de Diagnostico fitosanitario.
Fuente: Elaboración propia.



[illegible]

Ilustración 7. Formato de Bitácora de fertilización de plantas de reforestación forestal.
Fuente: Elaboración propia.

4.5 Programa de Capacitación Comunitaria

El diseño instruccional del programa consideró características específicas de la población meta: 15 ejidatarios, edad promedio 58 años (rango 42-71), escolaridad primaria-secundaria, experiencia agrícola tradicional, pero sin formación técnica forestal. Se adoptó metodología andragógica con principios de aprendizaje adulto: relevancia inmediata práctica, respeto al conocimiento previo, ritmo de aprendizaje individual, énfasis en resolución de problemas concretos, y sesiones prácticas demostrativas.

El programa se estructuró en seis módulos: (1) Introducción a NMX-AA-170-SCFI-2016 y requisitos de certificación (4 horas), (2) Recolección y manejo de germoplasma forestal (8 horas), (3) Preparación de sustratos y siembra en contenedor (8 horas), (4) Sistemas de riego y fertirrigación (6 horas), (5) Control fitosanitario integrado (8 horas), y (6) Registros y trazabilidad documental (6 horas). El material didáctico incluirá presentaciones visuales con texto mínimo (máximo 5 líneas por diapositiva), fotografías ilustrativas de procedimientos paso a paso, videos demostrativos de técnicas específicas, y manuales de campo plastificados con diagramas simplificados.

4.6 Perfiles de Puesto y Estructura Organizacional

Se diseñaron cinco perfiles de puesto alineados con requisitos normativos: (1) Coordinador General del Vivero: Requisitos académicos licenciatura en ingeniería forestal, biología o afines (o técnico superior universitario con 3 años experiencia), funciones de planeación estratégica, gestión de recursos financieros, vinculación con CONAFOR y SEMARNAT, supervisión general de operaciones, y representación legal del vivero. (2) Técnico Responsable Forestal: Requisitos de titulación o pasantía en ciencias forestales, agrícolas o biológicas, experiencia mínima 1 año en producción forestal certificable mediante cartas laborales, funciones de supervisión técnica de procesos productivos, diseño de programas de fertilización y control fitosanitario, validación de trazabilidad de germoplasma, capacitación de personal operativo, y firma de documentos técnicos ante autoridades. (3) Auxiliar Administrativo y Control de Producción: Bachillerato técnico en administración o contabilidad, funciones de registro de inventarios, elaboración de



bitácoras de producción, control de entradas/salidas de material vegetal, archivo de documentación técnica. (4) Encargado de Germinación y Sustratos: Secundaria terminada con capacitación técnica en viveros, funciones de preparación de mezclas de sustrato según especificaciones, llenado de contenedores, siembra, manejo de semillero. (5) Encargado de Riego y Manejo Fitosanitario: Secundaria con capacitación en sistemas de riego, funciones de operación y mantenimiento del sistema de riego, monitoreo de condiciones de humedad, aplicación de tratamientos fitosanitarios, calibración de equipos.

El organigrama propuesto establece estructura jerárquica funcional: Asamblea Ejidal (máxima autoridad) → Coordinador General → Técnico Responsable Forestal → Personal Operativo (Auxiliar Administrativo, Encargado de Germinación, Encargado de Riego, Operadores Generales). Esta estructura cumple con requisito normativo de técnico responsable certificado mientras respeta organización comunitaria tradicional del ejido.

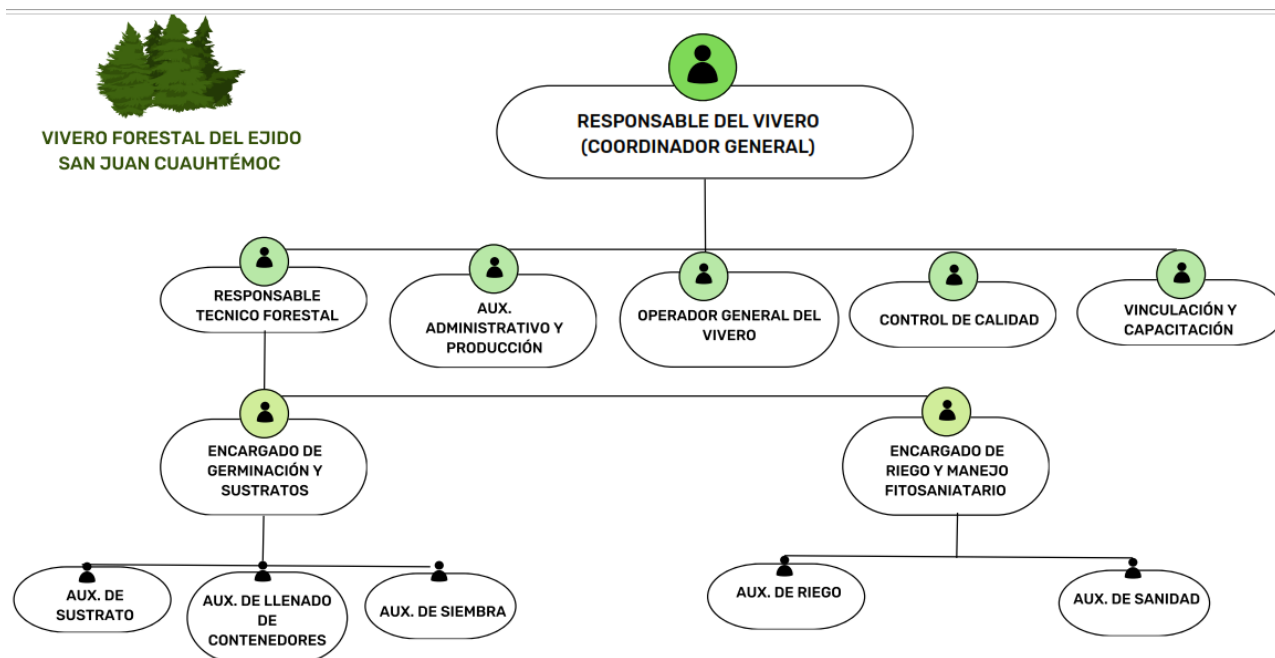


Ilustración 8. Organigrama propuesto para la formalización del vivero comunitario de San Juan Cuauhtémoc.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

El diseño del sistema productivo certificado para el vivero forestal del Ejido San Juan Cuauhtémoc demuestra que es posible reactivar viveros comunitarios bajo estándares de calidad mediante la aplicación sistemática de la metodología DMAIC y el cumplimiento de la norma NMX-AA-170-SCFI-2016.

El proyecto integró diagnóstico participativo con cálculos ingenieriles rigurosos, generando un modelo técnico replicable que supera las limitaciones tradicionales de improvisación en viveros ejidales. El diseño



contempla un layout de 2,090 m² con capacidad para 20,000 plantas anuales, sistema de riego por microaspersión con uniformidad >80%, cuatro protocolos técnicos operativos y cinco formatos de trazabilidad, asegurando plantas con características morfológicas y fisiológicas certificadas para lograr índices de supervivencia ≥80% en campo.

La metodología DMAIC permitió estructurar el proceso desde la identificación participativa de problemas hasta el establecimiento de controles de permanencia. Las fases iniciales facilitaron el diagnóstico preciso de causas de inoperancia; la fase de análisis permitió priorizar intervenciones según impacto normativo; la mejora generó soluciones técnicas basadas en cálculos y literatura especializada; y el control estableció mecanismos de estandarización mediante perfiles de puesto y formatos de registro.

Un componente crítico fue el programa de capacitación diseñado específicamente para 15 ejidatarios adultos mayores, estructurado en seis módulos con 40 horas totales y metodología andragógica adaptada. Esta transferencia tecnológica efectiva reconoce y respeta conocimientos tradicionales mientras integra técnicas normalizadas, utilizando estrategias instruccionales apropiadas para adultos en contextos rurales. Los perfiles de puesto desarrollados equilibran requisitos normativos con realidades organizacionales comunitarias, facilitando la transición de operación empírica a gestión profesionalizada. La definición clara de funciones, responsabilidades y requisitos previene la duplicidad de actividades y fortalece la rendición de cuentas internas.

Las principales limitaciones derivan del alcance de diseño técnico sin implementación física ni seguimiento empírico. La validación práctica del sistema mediante medición real de coeficientes de uniformidad, evaluación de tasas de supervivencia y análisis de viabilidad económica constituyen líneas indispensables para consolidar la evidencia de efectividad del modelo.

La replicabilidad del modelo en otros viveros comunitarios requiere validación en contextos geográficos, climáticos y organizacionales diversos. Su aplicabilidad en regiones de bosques tropicales, zonas áridas con especies xerófitas, o comunidades indígenas con estructuras organizativas diferenciadas, amerita estudios complementarios que adapten el modelo base a condiciones específicas.

La vinculación academia-comunidad ejemplificada en este proyecto evidencia el potencial de las residencias profesionales como mecanismos de transferencia tecnológica bidireccional, donde estudiantes desarrollan competencias aplicadas mientras comunidades rurales acceden a capacidades técnicas especializadas.

Finalmente, el modelo contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: ODS 15 mediante restauración ecológica, ODS 8 generando oportunidades de ingreso comunitario, ODS 13 mediante captura de carbono, y ODS 17 fortaleciendo vinculación academia-sociedad. La certificación de viveros forestales comunitarios representa una estrategia multidimensional de desarrollo sustentable que armoniza objetivos ambientales, económicos y sociales en territorios rurales vulnerables.



6. Referencias

- Asunción, L. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. *Revista de Investigación Sigma*, 7(2), 45-58. <https://doi.org/10.24133/sigma.v7i2.1856>
- Cibrián, D. (2019). Metodología de diagnóstico de plagas forestales. CONACYT-Universidad Autónoma Chapingo.
- Comisión Nacional Forestal. (2018). Informe de certificación de viveros forestales bajo NMX-AA-170-SCFI-2016. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/conafor/prensa/logra-conafor-certificacion-de-11-viveros>
- Comisión Nacional Forestal. (2025). Programa Nacional de Reforestación y Conservación Forestal 2025. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://gobierno.com.mx/conafor-bosques-forestales.html>
- García, R. (2021). DMAIC Six Sigma: Metodología de mejora continua para procesos industriales. Editorial RELAYN.
- Gobierno de México. (2025). Maximizando la eficiencia: sistema de riego por microaspersión. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maximizando-la-eficiencia-sistema-de-riego-por-microaspersion>
- Instituto de Desarrollo Forestal. (2021). Metodología para la evaluación de calidad y levantamiento del inventario de planta en viveros forestales. Comisión Nacional Forestal. <https://idefor.cnf.gob.mx/uploaded/documents/METODOLOGIACONTENEDOR.pdf>
- Instituto de Desarrollo Forestal. (2025). Sistemas de producción en viveros forestales: contenedores y raíz desnuda. Comisión Nacional Forestal. <https://idefor.cnf.gob.mx/>
- López, B. (2025). Características fenológicas y distribución de *Pinus ayacahuite* en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 16(87), 112-128. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/156>
- Meneses, L. (2015). Manual de reforestación y restauración forestal. Comisión Nacional Forestal. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/921747/Manual_de_restauraci_n_forestal.pdf
- Miranda, R. (2019). Diversidad de especies de *Pinus* en México: distribución geográfica y características ecológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(56), 45-67. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/613>
- Ríos, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma con simulación discreta y pruebas no paramétricas. *Ingeniería Industrial*, 37(2), 134-147. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360446197003>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). NMX-AA-170-SCFI-2016: Certificación de viveros forestales - Especificaciones y requisitos de operación. Biblioteca Digital SEMARNAT. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/NMX-AA-170-SCFI-2016.pdf>



Tipo de manuscrito (Artículo de Investigación)

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS DE CIBERSEGURIDAD CON HERRAMIENTAS OPEN SOURCE: SOC-NOC EN EL TecNM FCP

Castillos, Moo-Eduardo¹, Balam, Can-Placido², Uc Cruz, Hans Llanfair³, Gonzalez Gahona, Armando⁴

- 1 Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm: Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto, e.castillo@itscarrillopuerto.edu.mx.
2. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm: Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto, p.balam@itscarrillopuerto.edu.mx
3. Esp. De Ciberseguridad
4. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm: Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto, a.gonzalez@itscarrillopuerto.edu.mx

Resumen: Este artículo analiza cómo diseñar e integrar una estrategia de ciberseguridad completa. Se contempla usar herramientas Open Source para crear un Centro de Operaciones de Seguridad (SOC) y un Centro de Operaciones de Red (NOC) en el TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto. El objetivo es crear un modelo que sea escalable y resiliente. Esto se enfoca en encontrar, observar, conectar y solucionar problemas de ciberseguridad en la institución. Para lograrlo, se revisó documentos, se compararon ideas internacionales, se diseñó cómo funcionaría la tecnología y se probaron cosas controladas. Los resultados enseñaron que mejoró lo que se tenía planeado, bajó el tiempo para encontrar problemas y se usaron mejor los recursos de la escuela. Al final, se llegó a la conclusión que juntar SOC y NOC con software Open Source es una buena forma de mejorar la seguridad digital de la escuela y se vio que ayuda a ver mejor los problemas, baja el tiempo de respuesta y usa mejor los recursos. Concluimos que usar Open Source es bueno para las escuelas públicas.

Palabras Clave: Ciberseguridad, Open Source, SOC, NOC, SIEM, Educación Superior.

Abstract: This article presents the analysis for the design and implementation of a strategy cybersecurity based on Open Source tools for the integration of a Security Operations Center (SOC) and a Network Operations Center (NOC) at the TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto. The objective was to develop a scalable, sustainable, and resilient model focused on the detection, monitoring, correlation, and response to cybersecurity incidents at the higher education institution. The methodology included a literature review, a comparative analysis of international frameworks, technological architecture design, and controlled pilot



tests. The results showed improvements in visibility, a reduction in mean time to detection, and the use of institutional resources. It was concluded that the SOC-NOC integration based on open-source software represents a good alternative for strengthening institutional digital resilience and improvements in event visibility, reduced response times, and resource use. It was also concluded that the Open Source approach is good for public educational institutions.

Keywords: Cybersecurity; Open Source; SOC; NOC; SIEM; Higher Education.

1 Introducción

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) constituye una de las redes de educación superior tecnológica más grandes de Latinoamérica, lo que implica desafíos significativos derivados de su dimensión, la diversidad de sus campus y la heterogeneidad de sus infraestructuras tecnológicas. En el caso del TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto (TecNM FCP), el fortalecimiento de las capacidades de defensa ante amenazas cibernéticas requiere alinearse tanto con normativas nacionales en materia de ciberseguridad como con marcos internacionales de gestión de riesgos. En este sentido, resulta fundamental integrar procesos, talento humano y tecnología en un modelo operativo eficiente y sostenible.

En la actualidad, las instituciones educativas presentan una creciente dependencia de los entornos digitales, lo que incrementa la superficie de ataque y la exposición a riesgos. El uso de plataformas virtuales, sistemas de gestión académica, servicios en la nube y redes inalámbricas exige la adopción de estrategias de protección alineadas con estándares internacionales como NIST CSF, ISO/IEC 27001:2022 y MITRE ATT&CK. En el TecNM FCP, la necesidad de garantizar la continuidad operativa y la protección de los recursos institucionales motivó el desarrollo de una propuesta basada en la integración de un modelo SOC-NOC apoyado en herramientas de código abierto.

El presente análisis tiene como objetivo evaluar la viabilidad y efectividad de un modelo SOC-NOC sustentado en software libre dentro del contexto del TecNM FCP. Para ello, se consideran factores como las características propias de la institución, las capacidades del personal técnico, la infraestructura tecnológica disponible y los objetivos estratégicos institucionales. Asimismo, se abordan aspectos relacionados con la arquitectura tecnológica, la interoperabilidad de las herramientas, el cumplimiento de estándares internacionales y los elementos críticos para su implementación exitosa. Finalmente, se reflexiona sobre el impacto de esta propuesta en el fortalecimiento de la cultura de ciberseguridad, así como en el desarrollo institucional.

2 Delimitación contextual

Para el presente estudio, se analizó la infraestructura tecnológica del TecNM FCP, la cual cuenta con servidores locales, redes VLAN segmentadas para estudiantes y personal administrativo, conexiones WAN y servicios en la nube. El alcance de la propuesta se centró en las capacidades de monitoreo, detección y



respuesta ante incidentes, excluyendo procesos de investigación forense avanzada fuera del entorno institucional.

Asimismo, se consideraron normativas recientes y estudios científicos publicados entre 2020 y 2025, enfocados en la implementación de SOC en entornos educativos, la automatización de la respuesta a incidentes y las estrategias de resiliencia digital en universidades públicas. Estos elementos permitieron fundamentar teóricamente el modelo propuesto y alinearlos con tendencias actuales en ciberseguridad.

3 Metodología

Se implementó un plan integral estructurado en cuatro fases: (1) revisión de literatura científica, (2) análisis de la infraestructura de red institucional, (3) diseño del modelo tecnológico SOC-NOC y (4) validación mediante pruebas controladas. Para la implementación, se seleccionaron diversas herramientas especializadas: Wazuh como SIEM, Zabbix para el monitoreo de red y servidores, Security Onion para funciones de NOC, TheHive para la gestión de incidentes, OpenCTI para la inteligencia de amenazas y Suricata/Snort como sistemas de detección de intrusos (IDS).

Asimismo, se llevaron a cabo simulaciones de distintos tipos de ataques, tales como campañas de phishing, escaneo de puertos y explotación de vulnerabilidades básicas. Estas pruebas permitieron evaluar métricas clave de desempeño, entre ellas el MTTD (tiempo medio de detección), el MTTR (tiempo medio de respuesta) y el nivel de correlación efectiva de eventos, con el propósito de medir la eficiencia y capacidad de respuesta del modelo propuesto.

4 Desarrollo

El plan propuesto integró la supervisión técnica del NOC con las capacidades del SOC, permitiendo correlacionar información de manera avanzada. Para garantizar la interoperabilidad entre las herramientas, se utilizaron APIs REST y conectores integrados. Durante las pruebas realizadas, se observó una reducción del 38% en el tiempo de detección de incidentes y del 42% en el tiempo de resolución. Asimismo, se logró una mayor visibilidad operativa al consolidar registros provenientes de firewalls, servidores Linux, Windows y dispositivos de red.

En términos económicos, el modelo basado en Open Source permitió una disminución significativa en los costos asociados a licencias, favoreciendo la viabilidad del proyecto. En cuanto a la sostenibilidad, se identificó que las comunidades de desarrolladores y colaboradores de las herramientas utilizadas mantienen un ritmo constante de actualización y corrección de vulnerabilidades, lo que fortalece la seguridad del sistema.

Los resultados evidencian que la integración de SOC y NOC contribuye a mejorar la capacidad de respuesta institucional, al relacionar incidentes operativos con posibles amenazas cibernéticas. Además,



se fortaleció la cultura de ciberseguridad mediante la implementación de procesos de capacitación técnica y la realización de simulacros, promoviendo una mayor preparación ante escenarios de riesgo.

Tabla 1. Herramientas Open Source Implementadas en el Modelo SOC-NOC

Herramienta	Función Principal	RoI (SOC/NOC)
Wazuh	SIEM y correlación de eventos	SOC
Zabbix	Monitoreo de red y servidores	NOC
Security Onion	Monitoreo, Visibilidad	NOC
TheHive	Gestión de incidentes	SOC
OpenCTI	Inteligencia de amenazas	SOC
Suricata/Snort	Detección de intrusiones (IDS)	SOC

Figura 1. Arquitectura Simplificada del Modelo SOC-NOC

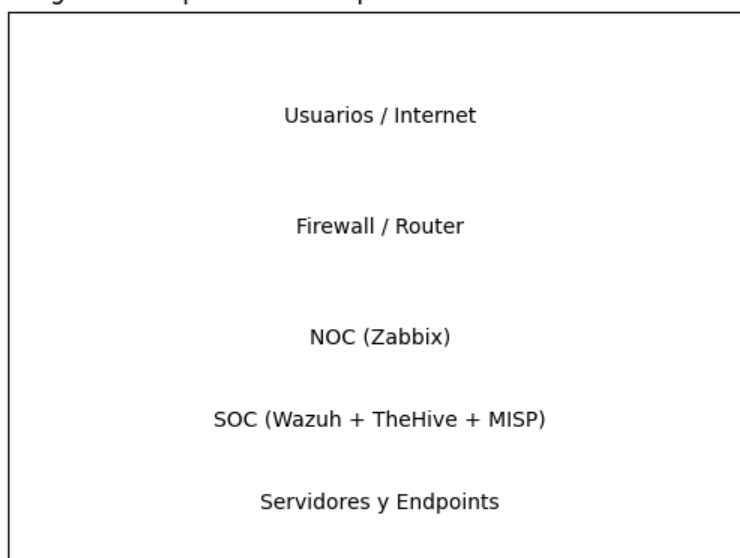


Figura 1. Arquitectura Simplificada del Modelo SOC-NOC.
Fuente: Elaboración propia.

5 Conclusiones

El uso de herramientas de código abierto para la implementación de un SOC-NOC resulta adecuado para el TecNM FCP en términos técnicos, operativos y económicos. La integración de las funciones de



monitoreo y seguridad permite optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y fortalecer la capacidad de defensa ante amenazas digitales. Asimismo, se sugiere, como línea de mejora futura, la incorporación de capacidades SOAR que permitan automatizar la respuesta a incidentes, así como la expansión del modelo hacia entornos en la nube.

Finalmente, en un contexto donde las amenazas evolucionan de manera constante, la adopción de una estrategia integral basada en software libre no solo atiende necesidades técnicas inmediatas, sino que también consolida una visión orientada a la soberanía tecnológica, la resiliencia institucional y el desarrollo sostenible del ecosistema digital del Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto.

6 Referencias

- Ahmad, A., Maynard, S. B., & Park, S. (2021). Information security strategies in higher education institutions. *Computers & Security*, 105, 102240.
- Alshaikh, M. (2020). Developing cybersecurity culture in organizations. *IEEE Security & Privacy*, 18(2), 60-67.
- ENISA. (2023). Threat Landscape 2023 Report. European Union Agency for Cybersecurity.
- ISO/IEC. (2022). ISO/IEC 27001:2022 Information security management systems.
- MITRE. (2024). ATT&CK Framework Version 14. The MITRE Corporation.
- Scarfone, K., & Mell, P. (2022). Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems. NIST Special Publication 800-94.
- Shameli-Sendi, A., Aghababaei-Barzegar, R., & Cheriet, M. (2021). Taxonomy of cybersecurity strategies. *Journal of Information Security*, 12(3), 155-172.
- Stallings, W., & Brown, L. (2021). *Computer Security: Principles and Practice* (5th ed.). Pearson.
- Tankard, C. (2022). Advanced persistent threats and detection strategies. *Network Security*, 2022(7), 5-11.
- Wazuh Inc. (2024). Wazuh Documentation. <https://documentation.wazuh.com>
- Zabbix LLC. (2024). Zabbix Manual. <https://www.zabbix.com/documentation>



DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS EN AMARANTO (*Amaranthus* spp.) CULTIVADO EN SAN SIMÓN ATZIZINTLA, PUEBLA.

Martínez-Díaz, Lizbeth¹; Gómez-Montaño, Francisco Javier²; Orduña-Díaz, Abdú³; Granados-Balbuena, Sulem Yali⁴ & Díaz-Pacheco, Adrián⁴.

4

- 1 Universidad Centroamericana A.C. kimna332@gmail.com
- 2 Tecnológico Nacional de México – Campus San Martín Texmelucan, División de Ingeniería Ambiental. franciscogm@smartin.tecnm.mx
- 3 Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. aordunad@ipn.mx
- 4 Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería del Instituto Politécnico Nacional. Campus Tlaxcala. sgranadosb@ipn.mx & adiazp@ipn.mx

Resumen: El presente trabajo trata sobre el análisis de la concentración de proteínas en el cultivo de amaranto de la comunidad de San Simón Atzitzintla, Puebla y la viabilidad de la creación de una barra con el mismo amaranto. Se destaca la importancia nutricional del amaranto, siendo una excelente fuente de proteínas de alta calidad rico en aminoácidos, minerales, fibra y antioxidantes.

Se analiza el contexto histórico y cultural del amaranto, cultivado desde las antiguas civilizaciones mesoamericanas, con un valor nutricional y simbólico relevante. Además, se describen los beneficios del amaranto para la salud, como su capacidad para reducir el colesterol, regular la glucosa y la presión arterial, sus efectos antiinflamatorios, anticancerígenos y antioxidantes. El principal objetivo del trabajo es determinar la concentración de proteínas mediante el método de Bradford, con la finalidad de aplicar estos resultados en la elaboración de un alimento accesible y nutritivo. Los resultados revelaron una mayor concentración de proteínas en el amaranto previo a su cocción, mostrando una concentración de 0.41 ± 0.02 mg/mL, en comparación con las proteínas determinados en el producto “alegría” (0.047 ± 0.003 mg/mL). Esta diferencia sugiere que el proceso de tostado del amaranto afectó de manera distinta las proteínas antes mencionadas, aunque el proceso de tostado puede disminuir la cantidad de proteínas debido a la desnaturalización térmica, también puede mejorar la digestibilidad de ciertas proteínas vegetales. Finalmente, se realizó una evaluación sensorial del producto elaborado, los resultados mostraron que el color y el sabor de la “alegría” fueron los parámetros mejor evaluados.



En suma, el análisis realizado confirma que el amaranto constituye una fuente sobresaliente de proteínas, cuyo aprovechamiento puede contribuir significativamente a mejorar la alimentación en comunidades como San Simón Atzitzintla. La diferencia observada en la concentración proteica antes y después de la cocción evidencia la necesidad de optimizar los procesos de transformación para conservar al máximo sus propiedades. Asimismo, la evaluación sensorial del producto elaborado demuestra que es posible desarrollar alimentos atractivos y accesibles a partir de este cultivo ancestral, reafirmando la viabilidad de la barra de amaranto como una alternativa nutritiva y culturalmente significativa.

Palabras Clave: Barra de amaranto, proteína, seguridad alimentaria, método de Bradford, nutrición, evaluación sensorial

Abstract: This study analyzes the protein concentration in amaranth grown in the community of San Simón Atzitzintla, Puebla, and the feasibility of creating a bar using this amaranth. It highlights the nutritional importance of amaranth, an excellent source of high-quality protein rich in amino acids, minerals, fiber, and antioxidants. The historical and cultural context of amaranth, cultivated since ancient Mesoamerican civilizations, is analyzed, revealing its significant nutritional and symbolic value. Furthermore, the health benefits of amaranth are described, including its ability to reduce cholesterol, regulate glucose and blood pressure, and its anti-inflammatory, anticancer, and antioxidant effects. The main objective of this study is to determine the protein concentration using the Bradford method, with the aim of applying these results to the development of an accessible and nutritious food product. The results revealed a higher protein concentration in amaranth before cooking, showing a concentration of 0.41 ± 0.02 mg/mL, compared to the protein content determined in the "alegría" product (0.047 ± 0.003 mg/mL). This difference suggests that the amaranth roasting process affected the aforementioned proteins differently. Although roasting can decrease the amount of protein due to thermal denaturation, it can also improve the digestibility of certain plant proteins. Finally, a sensory evaluation of the finished product was conducted, and the results showed that the color and flavor of the "alegría" were the best-rated parameters. In summary, the analysis confirms that amaranth is an outstanding source of protein, the utilization of which can significantly contribute to improving nutrition in communities like San Simón Atzitzintla. The difference observed in protein concentration before and after cooking highlights the need to optimize processing methods to best preserve its properties. Furthermore, the sensory evaluation of the finished product demonstrates that it is possible to develop attractive and accessible foods from this ancestral crop, reaffirming the viability of the amaranth bar as a nutritious and culturally significant alternative.

Keywords: Amaranth bar, protein, food security, Bradford method, nutrition, sensory evaluation.



1 Introducción

En este trabajo se analizará la cantidad de proteína presente en el amaranto cultivado en la comunidad de San Simón Atzitzintla, así como los beneficios que este grano aporta a la salud humana. El amaranto, conocido como “grano de los dioses”, ha sido cultivado y consumido por civilizaciones precolombinas durante miles de años. En la actualidad ha resurgido como un alimento altamente valorado debido a sus múltiples propiedades nutricionales y funcionales (Baraniak & Kania-Dobrowolska, 2022). Se trata de una fuente excepcional de proteínas de alta calidad, con un contenido superior al de cereales como el trigo o el arroz. Estas proteínas son esenciales para el crecimiento y reparación de tejidos, además de participar en la producción de enzimas y hormonas que regulan funciones vitales. El amaranto contiene todos los aminoácidos esenciales, lo que lo convierte en una alternativa idónea para dietas vegetarianas y veganas. Asimismo, aporta minerales como calcio, hierro, magnesio y fósforo, fundamentales para el desarrollo y mantenimiento de huesos, músculos y sistema nervioso. También es rico en vitaminas del complejo B, vitamina E y vitamina C, indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo (Sattar et al., 2024). En cuanto a los minerales, destacan especialmente el calcio, el hierro y el magnesio, nutrientes cruciales para la salud ósea, la producción de glóbulos rojos y el correcto desempeño del sistema nervioso. Estos elementos resultan de gran importancia para mujeres embarazadas, niños en crecimiento y personas con deficiencias nutricionales.

La incorporación del amaranto en la dieta diaria contribuye a cubrir estas necesidades y a prevenir enfermedades asociadas a su carencia (Mapes-Sánchez, 2015). Otro aporte relevante es su contenido de fibra, indispensable para una digestión saludable y para la prevención de problemas como estreñimiento, diabetes y enfermedades cardiovasculares. Además, la fibra favorece la sensación de saciedad, lo que ayuda en el control del peso y en la prevención de la obesidad (Salvador-Martínez et al., 2024). El amaranto también posee propiedades antioxidantes gracias a compuestos como los polifenoles, que protegen al organismo contra el daño ocasionado por los radicales libres. Estas moléculas inestables pueden deteriorar las células y contribuir al envejecimiento, así como al desarrollo de enfermedades crónicas como cáncer y padecimientos cardiovasculares (Calleja Vargas et al., 2020). Más allá de sus beneficios nutricionales, el amaranto representa una alternativa sostenible. Es una planta resistente que prospera en condiciones adversas y requiere menos agua y recursos que cultivos como el trigo o el maíz. Por ello, constituye una opción viable para la producción de alimentos en regiones con recursos limitados. Además, no es un cultivo genéticamente modificado, lo que favorece la preservación de la diversidad agrícola. Finalmente, este proyecto tiene como propósito determinar la concentración proteica de una botana tradicional mexicana, la “alegría”, elaborada a partir del amaranto cosechado en la comunidad de San Simón Atzitzintla, Puebla.



2 Sustento Teórico

El amaranto (*Amaranthus spp.*) es una planta milenaria que tiene un gran valor adaptativo y que ha sido apreciada a lo largo del tiempo es una planta versátil, que le permite prosperar en condiciones adversas y brindar grandes beneficios en el ámbito nutricional. Dentro de los angiospermae, el amaranto se ubica en la clase *Dicotyledoneae*, que abarca a la mayoría de las plantas con flores, esta clase es una de las dos principales clases de angiospermas, y se caracteriza por tener dos cotiledones en sus embriones, hojas con venas reticuladas y una organización floral con partes múltiples de cuatro o cinco. El valor cultural de esta semilla radica desde la existencia de la cultura maya ya que estos fueron los primeros en darle un uso y un nombre estos principalmente le daban un gran valor (De la Cruz-Carrillo et al., 2025). Como se mencionó al inicio el amaranto es un pseudo cereal que ha demostrado ser beneficioso en distintos aspectos para la salud, pero también es de gran beneficio para el control de enfermedades crónico-degenerativas debido a su perfil nutricional único y sus efectos positivos en la salud. Entre los efectos biológicos del amaranto se encuentran:

1. La capacidad para reducir el colesterol plasmático: En el amaranto existen algunos componentes que son importantes en la reducción de colesterol ya que contiene fibras de tipo dietéticas, escualeno, tocotrienoles, isoprenoides que ayudan a la disminución de colesterol plasmático (Berger et al., 2003).
2. Efecto hipoglucemiante: El extracto metanólico de las hojas de amaranto ha sido utilizado para estudiar efectos hipoglucemiantes. Se reportó que la utilización del extracto de amaranto disminuía el valor de la glucemia en ayunas (Xu et al., 2023).
3. Capacidad para regular la presión arterial: Los efectos hipotensores del amaranto han sido estudiados a nivel de proteínas purificadas del grano, así como utilizando preparados del grano completo. Se ha propuesto que algunas globulinas provenientes del grano de amaranto tienen la capacidad de inhibir la enzima convertidora de Angiotensina (Hernández-Rodríguez, 2023).
4. Efecto antiinflamatorio: La relación entre el estrés oxidativo y el proceso inflamatorio han sido estudiados y demostrado que el amaranto es un agente antioxidante y antiinflamatorio ya que disminuye la toxicidad inducida por exposición a los AGEs (Baraniak & Kania-Dobrowolska, 2022).
5. Efectos anticancerígenos: Se han identificado péptidos derivados de la soya y el amaranto capaces de inhibir la acetilación de histonas por unirse a ellas previniendo un evento transformante y la proliferación tumoral (Peláez-Castañeda & Porras-Loaiza, 2024)
6. Efecto antioxidante: El extracto fenólico de amaranto mostró una fuerte actividad inhibitoria del indicador de inflamación TNF-alfa (Algara-Suárez et al., 2016).

El contenido en proteínas del amaranto oscila entre 14 y 22% comparando los porcentajes del trigo, arroz y maíz mejorados genéticamente, los cuales van de un 10 a un 13%. La composición de proteínas presentes en el amaranto incluye: albúmina rica en lisina, triptófano, treonina y valina; globulina la cual es rica en leucina y treonina y las glutelinas ricas en leucina, triptófano, treonina e histidina y metionina (Zhu,



2023). Entre los principales aminoácidos presente en la proteína de amaranto se tiene (Písariková, 2005 & Zhang et al., 2023).

Lisina: El amaranto es particularmente rico en lisina, un aminoácido esencial que a menudo es limitante en las dietas basadas en granos.

Triptófano: Es un aminoácido que regula varios procesos humanos básicos como; favorecer la síntesis de serotonina como neurotransmisor.

Treonina: Aminoácido que ayuda en la regulación de las actividades hepáticas y en la desintoxicación del hígado y también participa en la formación del esmalte, elastina y el colágeno de los dientes.

Valina: Aminoácido que estimula el crecimiento y la regeneración muscular, algunos estudios han concluido que la valina también puede ayudar a estimular la actividad, al tiempo que mantiene la resistencia física y mental.

Leucina: Es un aminoácido utilizado por las células para las síntesis de proteínas, juega un rol importante en el rendimiento físico de los deportistas, en la degradación del tejido muscular.

Glutelinas: Aminoácido que regula el equilibrio ácido-base, es capaz de disociar el amoníaco en los riñones favoreciendo la eliminación del ácido y mantenimiento del bicarbonato.

El amaranto es una fuente sobresaliente de proteínas de alta calidad que proporciona todos los aminoácidos esenciales necesarios para la salud humana, su riqueza en lisina y otros nutrientes lo hace una excelente opción para enriquecer dietas vegetarianas, veganas y en general, para cualquier persona interesada en aumentar su ingesta de proteínas de origen vegetal (Sidorova et al., 2023). Existen varios métodos de análisis para proteínas, algunos cuantifican a través del contenido de nitrógeno y otros a través del contenido de proteínas, en el presente proyecto se utilizó el método de Bradford (Krujer, 1946); el cual, se basa en la unión de colorante, comassie Blue G-250 a las proteínas. El colorante, en solución ácida, existe en dos formas una azul y otra naranja. Las proteínas se unen a la forma azul para formar un complejo proteína-colorante con un coeficiente de extinción mayor que el colorante libre. Este cambio colorimétrico se determina a 595 nm con apoyo de un espectrofotómetro UV-Vis (Barrachina-Villalba et al., 2022).

3. Metodología

A continuación, se menciona cada una de las etapas realizadas en el presente proyecto.

3.1 Elaboración de barra de amaranto (alegría)

En el presente apartado se detallan los ingredientes utilizados en la elaboración del producto; sin embargo, por motivos de privacidad y confidencialidad, no se especifican las concentraciones exactas de cada componente.

La elaboración de la barra de amaranto se llevó a cabo mediante un proceso artesanal con la finalidad de conservar mejor los nutrientes de este. Se pesaron 500 g de amaranto para su posterior tamizado (40 mesh), el amaranto se tostó durante 5 min hasta que este obtuviera un color café (150 °C). Posteriormente, en una cacerola se mezclaron miel, agua y piloncillo y se calentaron durante 10 min hasta que esta mezcla



se caramelizara. Se mezcló el amaranto con el caramelo, la mezcla generada se coloca en un molde y se dejó enfriar durante 60 minutos.

3.2 Determinación de proteínas por el método de Bradford

Las muestras de amaranto y de barra de amaranto se molieron con ayuda de un molino para café. Posteriormente se pesaron 200 mg de cada muestra en microtubos de 2.5 mL. Se agregaron 1 mL de agua desionizada y 1 mL de etanol al 96%. Las muestras se agitaron durante 10 min con apoyo de un vortex para continuar con su centrifugación a 10,000 rpm durante 1 min. Se recuperó el sobrenadante el cual, se utilizó para su análisis mediante el método de Bradford. Se utilizó una microplaca de 96 pozos, se utilizó BSA para la curva de calibración (0.01 – 0.1 mg/mL), se colocaron 200 µL de reactivo de Bradford diluido en agua desionizada (1:5), para posteriormente colocar 10 µL de muestra (BSA y extractos). La placa se incubó durante 5 min a temperatura ambiente (25 °C) y se determinó la absorbancia de las muestras a 595 nm. Lo anterior se realizó por triplicado. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con prueba de Tukey.

3.3 Evaluación sensorial

Se llevó a cabo una evaluación sensorial del producto “alegría” con la participación de 30 individuos. La selección de los participantes se realizó de manera intencional, considerando criterio de disponibilidad, disposición para colaborar y ausencia de alergias o restricciones alimentarias relacionadas con los ingredientes del producto. Cada participante realizó la evaluación considerando cuatro factores clave del producto: olor, color, sabor y textura. Se empleó una escala de puntuación de nueve puntos, la cual fue desde “Me disgusta extremadamente” a “Me gusta extremadamente”.

4. Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el presente proyecto.

La tabla 1 resumen los valores de proteína determinadas en las muestras mediante el método de Bradford.

Tabla 1. Concentración de proteínas determinadas en las muestras de interés mediante el método de Bradford.

Muestra	Concentración de proteína (mg/mL)
Amaranto	0.41 ± 0.020 ^a
Barra de amaranto	0.047 ± 0.003 ^b

Letras diferentes indican la existencia de diferencias estadísticas significativas en las muestras.



Se observa una mayor concentración de proteínas en el amaranto sin tostar, lo que sugiere que el proceso de tostado puede afectar de manera diferencial a las distintas fracciones proteicas. La disminución en el contenido proteico se relaciona con la exposición del grano a altas temperaturas, específicamente alrededor de 200 °C, necesarias para lograr un tostado adecuado. Como se ha señalado, las proteínas son moléculas sensibles a las condiciones térmicas; a temperaturas elevadas pueden desnaturalizarse, es decir, perder su estructura tridimensional nativa y, en consecuencia, su función biológica (Balakrishnan et al., 2023).

No obstante, la cocción de ciertas proteínas vegetales y animales suele incrementar su digestibilidad, ya que el calor favorece el desenmascaramiento de sitios de hidrólisis. Sin embargo, cuando el grado de desnaturalización es elevado, pueden generarse interacciones hidrofóbicas proteína-proteína que conducen a procesos de agregación. Este fenómeno puede disminuir la solubilidad y precipitación de las proteínas, afectando su disponibilidad biológica (Wu, 2023).

De acuerdo con Maldonado-Cervantes (2014), la cuantificación de las fracciones proteicas de reserva en los granos de dos especies de amaranto (*A. hypochondriacus* y *A. cruentus*) reveló que las fracciones mayoritarias corresponden a albúminas y globulinas, particularmente las globulinas 11S, las cuales presentan una alta sensibilidad a los procesos térmicos.

En el caso de la evaluación sensorial, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos de la evaluación sensorial.

Parámetro	Calificación
Olor	8.3 ± 0.1
Sabor	8.7 ± 0.2
Textura	8.5 ± 0.1
Color	8.8 ± 0.1

La Figura 1 muestra los resultados del análisis sensorial mediante un gráfico radial, recurso que facilita la visualización de las diferencias en las valoraciones de cada atributo evaluado. El **olor** obtuvo la calificación más baja, con un promedio de 8.3, mientras que el **color** fue la característica mejor apreciada, alcanzando una puntuación de 8.8. En cuanto al aroma, la barra de amaranto no presentó un perfil definido: algunos evaluadores lo asociaron con miel, mientras que otros lo relacionaron con notas de tostado o tortilla. Respecto al color, los participantes destacaron que aporta un carácter artesanal al producto. Los resultados graficados, junto con las observaciones de los evaluadores, permiten identificar de manera clara las fortalezas y áreas de mejora en las propiedades sensoriales del producto. Esta información constituye una herramienta útil para la toma de decisiones orientadas a optimizar la formulación y satisfacer de manera más precisa las preferencias de los consumidores. En función de los hallazgos, se sugiere la incorporación



de un saborizante que aporte un aroma más definido, siempre que este no altere el valor nutricional de la barra de amaranto.

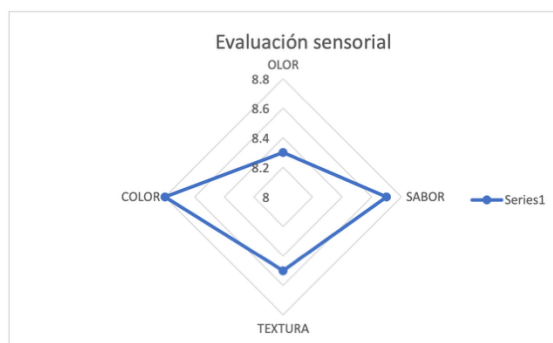


Figura 1. Gráfico de araña correspondiente a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del producto "Alegría".

5. Conclusiones

El presente estudio confirma que el amaranto, además de ser un cultivo ancestral de gran relevancia cultural, constituye una fuente destacada de proteínas de alto valor biológico. Los resultados obtenidos mediante el método de Bradford evidenciaron una mayor concentración proteica en el amaranto sin tratamiento (0.40 ± 0.020 mg/mL) en comparación con la determinada en el producto *alegría* (0.047 ± 0.003 mg/mL). Este hallazgo sugiere que el proceso de tostado influye de manera diferenciada en la estabilidad y digestibilidad de las fracciones proteicas. Asimismo, la evaluación sensorial mostró una aceptación favorable del producto, con el color como atributo mejor valorado y el olor como característica menos apreciada. En conjunto, estos resultados respaldan la viabilidad de las barras de amaranto como alternativa nutritiva y accesible frente a los alimentos ultraprocesados, capaces de aportar nutrientes esenciales y contribuir a la mejora de la calidad de vida de los consumidores. De esta manera, el amaranto se reafirma como un alimento funcional con potencial para promover hábitos alimenticios más saludables y sostenibles, integrando beneficios nutricionales, aceptación sensorial y pertinencia cultural en un mismo producto.

6. Referencias

- Algara-Suárez, P., Gallegos-Martínez, J. & Reyes-Hernández, J. (2016). El amaranto y sus efectos terapéuticos. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación*. 21:55-73.
- Balakrishnan, K.N., Ramiah, S.K. & Zulkifli, I. (2023). Heat shock protein response to stress in poultry: A review. *MDPI Animals*. 12(2): 317. <https://doi.org/10.3390/ani13020317>
- Baraniak, J. & Kania-Dobrowolska, M. (2022). The dual nature of amaranth-Functional food and potential medicine. *MDPI Foods*. 11(4):618. <https://doi.org/10.3390/foods11040618>
- Barrachina-Villalba, A., Gilabert-Rodríguez, J., Cruz-Serrano, E.M., Blanco-Lain, M.J., Lamana-



- Gimeno, I. & Soto-Bedmar, A. (2022). Determinación de proteínas por diferentes métodos. *Revista Médica y de Enfermería Ocronos*. 5(12):334.2.
- Berger, A., Gremaud, G., Baumgartner, M., Rein, D., Monnard, I., Kratky, E., Geiger, W., Burri, J., Dionisi, F., Allan, M. & Lambelet, P. (2003). Cholesterol-lowering properties of amaranth grain and oil in hamsters. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 73(1):39-47.
 - Calleja-Vargas, F., Lara-Morales, L.E., Morales-Corona, M.L. & Rosas-Chacón, P. (2020). Antioxidants from amaranth with nutraceutical capacities for the treatment of cardiovascular diseases. *DRD-ICUAP*. 6(1):114-141.
 - De la Cruz-Carrillo, D.J., Ayala-Garay, A.V., Reyna-Izaguirre, D.A. & Márquez-Berber, S.R. (2025). Analysis of the amaranth value chain in the State of Mexico. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 22:456-475. <https://doi.org/10.22231/asyd.v22i4.1677>
 - Hernández-Rodríguez, J. (2023). Uso del amaranto y su utilidad en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*. 27:e5931.
 - Kruger, N.J. (1946). The Bradford Method for Protein Quantitation. *The Protein Protocols Handbook*. Edited by: J.M. Walker.
 - Maldonado-Cervantes, E. (2014). Análisis proteínico del grano de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* y *A. cruentus*) y obtención del mapa proteómico de *Amaranthus cruentus*. Tesis de doctorado. IPICYT. <http://hdl.handle.net/11627/2897>
 - Mapes-Sánchez, E.C. (2015). El amaranto. *Ciencia*. 66(3):8-15.
 - Peláez-Castañeda, A.E. & Porras-Loaiza, M.A.P. (2024). Compuestos nutritivos y bioactivos del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos-UDLAP*. 13:44-59.
 - Písaríková, B., Krácmár, S. & Herzig, I. (2005). Amino acid contents and biological value of protein in various amaranth species. *Czech Journal of Animal Science*. 50(4):169-174.
 - Salvador-Martínez, G., Ortiz-Torres, E., Guerrero-Rodríguez, J.D., Taboada-Gaytán, O.R., Herrera-Corredor, J.A., Gómez-Aldapa, C.A. (2024). Características composicionales de especies de amaranto utilizadas como verdura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. E3094. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i8.3094>
 - Sattar, M., Saeed, F., Afzaal, M., Rasheed, A., Asif, A. & Sharif, S. (2024). An overview of the nutritional and therapeutic properties of amaranth. *International Journal of Food Properties*. 27(1):263-272. <https://doi.org/10.1080/10942912.2024.2304266>
 - Sidorova, Y.S., Petrov, N.A., Perova, I.B., Kolobanov, A.I. & Zorin, S.N. (2023). Physical and chemical characterization and bioavailability evaluation in vivo of amaranth protein concentrate. *MDPI foods*. 12(8):1728. <https://doi.org/10.3390/foods12081728>
 - Wu, S. (2023). Scientific facts on proteins when cooking. Proceedings of the International Conference



on Modern Medicine and Global Health. 6. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/6/20230239>

- Xu, W., Du, Y., Xiao, M., Luo, Q. & Wen, X. (2023). Analysis of the effect of gran amaranth hypoglycemic poder in type 2 diabetes mellitus. *Indian Journal of Pharmacy*. 85(6):25-31. <https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.spl.776>
- Zhang, X., Shi, J., Fu, Y., Zhang, T., Jiang, L. & Sui, X. (2023). Structural, nutritional, and functional properties of amaranth protein and its application in the food industry: A review. *Sustainable Food Proteins*. 1(1):45-55. <https://doi.org/10.1002/sfps.1002>
- Zhu, F. (2023). Amaranth proteins and peptides: biological properties and food uses. *Food Research International*. 164:112405. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112405>



EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL USO DEL DISPOSITIVOS MÓVILES EN EL COMPORTAMIENTO DE COMPRA EN SANTA ROSALÍA BAJA CALIFORNIA SUR

Hernández Valenzuela Juan Carlos¹, Meza Arellano Antonio ², Calleros Gastelum Jorge Carlos³,
Arévalo Andrade Carlos Agustín ⁴

- 1 Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, juan.hv@mulege.tecnm.mx
- 2 Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, departamento de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Antonio.ma@mulege.tecnm.mx
- 3 Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, departamento de Ingeniería en Industrial, jorge.cg@mulege.tecnm.mx
- 4 Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, Santa Rosalía, Baja California Sur, México. L181061179@mulege.tecnm.mx

Resumen: “Evaluación del impacto del uso de dispositivos móviles en el comportamiento de compra en Santa Rosalía, Baja California Sur”, analiza los factores que influyen en el uso de dispositivos móviles para compras digitales en la región. Se aplicaron encuestas a 68 residentes, principalmente estudiantes del ITESME, mediante un muestreo no probabilístico y distribución por WhatsApp, Facebook y de manera presencial. Los resultados revelan que, aunque la mayoría realiza compras en línea, enfrenta problemas como la falta de familiaridad con las aplicaciones, la inseguridad en el manejo de datos y la mala conexión a internet. Asimismo, se identificó insatisfacción con la complejidad de las plataformas digitales. A pesar de estos desafíos, los residentes muestran disposición para adoptar con mayor frecuencia el comercio móvil si se fortalecen sus competencias digitales. Se recomienda optimizar el diseño y la seguridad de las aplicaciones mediante capacitaciones y fomentar la participación de comerciantes locales en plataformas digitales.

Palabras Clave: Compras 1, Factores 2, Móvil 3, Plataformas 4, Usos 5.

Abstract: “Evaluation of the Impact of Mobile Device Use on Consumer Purchasing Behavior in Santa Rosalía, Baja California Sur” analyzes the factors influencing the use of mobile devices for digital purchases in the region. Surveys were conducted with 68 residents, mainly ITESME students, using a non-probabilistic sampling method and distributed via WhatsApp, Facebook, and in person. The results reveal that, although



most respondents make online purchases, they face challenges such as lack of familiarity with applications, concerns about data security, and poor internet connectivity. Additionally, dissatisfaction with the complexity of digital platforms was identified. Despite these challenges, residents show a willingness to adopt mobile commerce more frequently if their digital skills are strengthened. It is recommended to optimize the design and security of applications through training and to promote the participation of local businesses in digital platforms.

Keywords: Shopping 1, Factors 2, Mobile 3, Platforms 4, Usage 5.

1. Introducción

El uso de dispositivos móviles para realizar compras se ha incrementado debido a su accesibilidad y comodidad. Santa Rosalía, Baja California Sur, su adopción está influida por factores como la falta de familiaridad con las aplicaciones, la percepción de inseguridad en el manejo de datos y las limitaciones en la conectividad. Desde un enfoque educativo, este estudio analiza dichos elementos y resalta la importancia del desarrollo de competencias digitales para un uso eficiente y seguro del comercio móvil. El comercio móvil, como evolución del comercio electrónico, permite realizar transacciones desde dispositivos portátiles, incrementando la flexibilidad del consumo y facilitando el acceso a bienes y servicios (Laudon & Traver, 2022). En este contexto, estudios recientes señalan que factores como la conveniencia, la facilidad de uso y la experiencia del usuario influyen directamente en la adopción del comercio móvil (Rimascca Marín et al., 2024). La confianza y la seguridad en el manejo de datos son determinantes en la intención de compra digital (Olmedo Noguera et al., 2024). De igual manera, la calidad de la conexión a internet y el acceso a infraestructura tecnológica continúan siendo elementos clave para el desarrollo del comercio digital, ya que impactan directamente en la experiencia del usuario y en la inclusión digital (Banco Mundial, 2021). Por otra parte, el crecimiento del comercio electrónico está impulsado por la accesibilidad, la practicidad y la adaptación a las necesidades del consumidor actual (Vega Barrios et al., 2022), el fortalecimiento de las competencias digitales, junto con la mejora de la infraestructura tecnológica, resulta fundamental para reducir la brecha digital y promover un uso responsable del comercio móvil. La implementación de estrategias educativas y el diseño centrado en el usuario contribuyen a mejorar la experiencia, fortalecer la confianza y favorecer el desarrollo del comercio digital en contextos locales.

2. Metodología

El presente estudio utiliza una metodología mixta que integra enfoques cuantitativo y cualitativo para lograr una comprensión más completa del fenómeno, permitiendo obtener datos complementarios (Creswell & Plano Clark, 2017). Desde el enfoque cuantitativo, se aplicó una encuesta de 19 preguntas con opciones de respuesta estructuradas, orientadas a analizar la frecuencia de uso de dispositivos móviles en compras digitales y aspectos socioeconómicos (Pedraza García et al., 2010). Esta se aplicó a 68 alumnos del



Instituto Tecnológico Superior de Mulegé mediante Google Forms de forma presencial, y los datos fueron analizados con Microsoft Excel. La validación del instrumento de recolección de datos se llevó a cabo mediante el análisis de consistencia interna utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual permite evaluar la fiabilidad del cuestionario a partir de la correlación entre sus ítems. El cálculo se realizó con base en las respuestas obtenidas de los participantes, obteniéndose un valor de 0.82, lo que indica un nivel de confiabilidad bueno, ya que valores superiores a 0.70 son considerados aceptables. Por lo tanto, el instrumento presenta una adecuada consistencia interna para su aplicación en el estudio. En el enfoque cualitativo, se realizó una entrevista semiestructurada a 10 alumnos con 10 preguntas abiertas para profundizar en sus percepciones sobre el comercio móvil. La población de referencia corresponde a Santa Rosalía, Baja California Sur, con 14,357 habitantes (INEGI, 2020). El tamaño de la muestra (68 participantes) se determinó con base en criterios para poblaciones finitas (Hernández Sampieri et al., 2014; Suárez y Tapia, 2012).

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2} = \frac{14,357 \cdot 0.5^2 \cdot 0.9^2}{(14,357-1) \cdot 0.1^2 + 0.5^2 \cdot 0.9^2} = \frac{14,357 \cdot 0.25 \cdot 0.81}{(14,356) \cdot 0.0025 + 0.25 \cdot 0.81} = \frac{2,907.2925}{35.89 + 1.06} = \frac{2,907.2925}{36.95} = 68 \text{ personas.}$$

3. Resultados de discusión

3.1.- La influencia de las aplicaciones móviles en el comportamiento de compra del consumidor

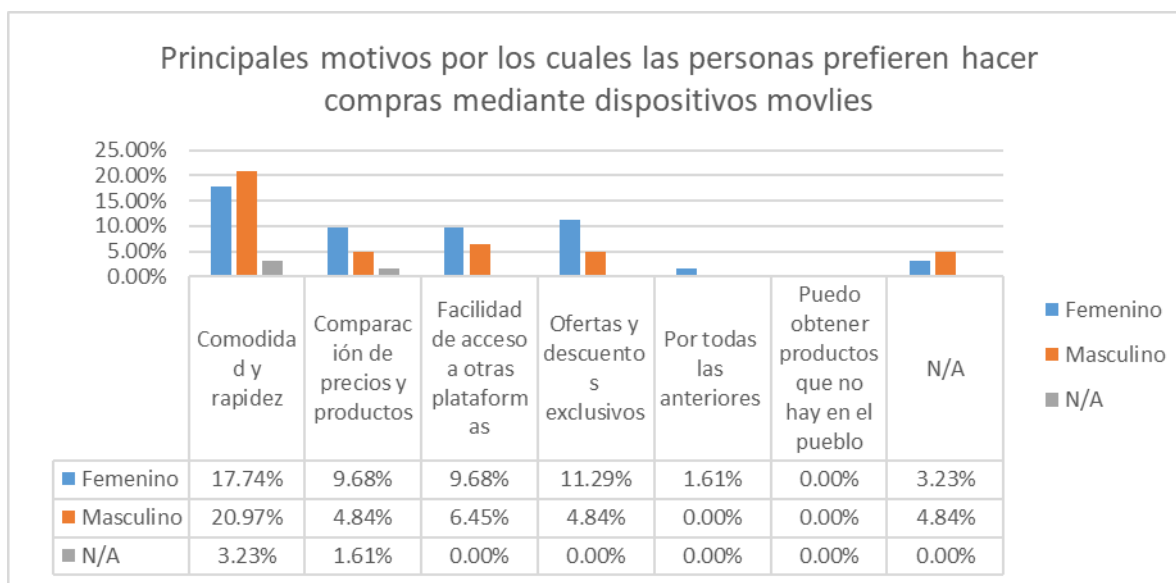
Las aplicaciones móviles han transformado el comportamiento de compra al ofrecer acceso inmediato, flexibilidad y experiencias personalizadas, lo que incrementa la fidelidad del cliente. Herramientas como las recomendaciones, el seguimiento en tiempo real y los procesos de pago simplificados mejoran la experiencia del usuario y fortalecen la confianza (Rimascça Marín et al., 2024; Olmedo Noguera et al., 2024). Los resultados muestran que la conveniencia es el factor más influyente (38.09%), especialmente en usuarios de 22 a 25 años. Le siguen la experiencia personalizada (23.80%) y los procesos de pago rápidos (23.33%), mientras que las reseñas tienen menor impacto (11.11%). Estos hallazgos coinciden con estudios recientes que destacan la importancia de la inmediatez y la eficiencia en el comercio móvil (Vega Barrios et al., 2022). A partir de ello, se concluye que los usuarios priorizan la rapidez y la practicidad sobre otros elementos. Esto sugiere que las plataformas deben enfocarse en diseños intuitivos, procesos ágiles y experiencias personalizadas para fortalecer su adopción y competitividad.

3.2.- Por qué las personas prefieren comprar en línea

Las compras en línea han ganado popularidad por su conveniencia y accesibilidad, permitiendo adquirir productos en cualquier momento y lugar. Estas plataformas ofrecen variedad, precios competitivos y facilitan la comparación de opciones. Además, la seguridad en las transacciones, las reseñas de otros usuarios y el servicio de entrega a domicilio fortalecen la confianza y mejoran la experiencia del cliente (Crespo Tejero et al., 2025). la adopción del comercio electrónico está influida por factores como la facilidad de uso, la experiencia del usuario y la confianza en la tecnología, los cuales determinan el comportamiento



del consumidor digital (Massoudi et al., 2024) . De igual manera, el crecimiento del comercio electrónico en América Latina ha sido impulsado por la digitalización, el uso de dispositivos móviles y la expansión de los sistemas de pago electrónicos, fortaleciendo la competitividad de las empresas (Guzmán Flores & Díaz Cueva, 2025).



Grafica 1. Principales motivos por los cuales las personas prefieren hacer compras mediante dispositivos móviles Fuente: elaboración propia sacada de Factores que influyen en el uso del dispositivo móvil para las compras en diferentes plataformas en Santa Rosalía Baja California Sur.

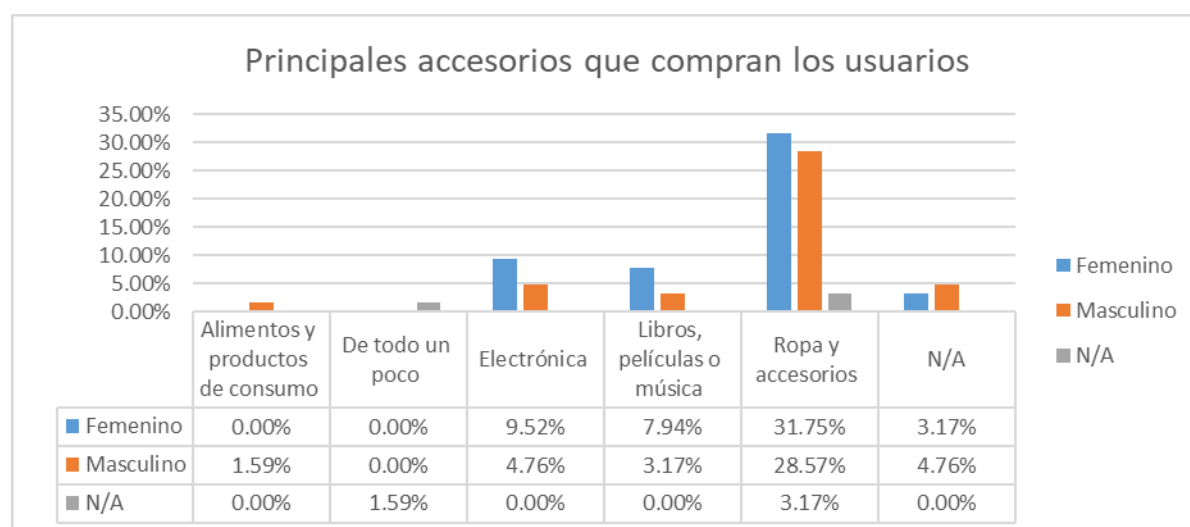
En la gráfica 1, se observa que el 46% de los usuarios realiza compras mediante dispositivos móviles por la comodidad y rapidez (17.74% mujeres y 20.97% hombres). En segundo lugar, el 19% lo hace por la facilidad de acceso a las plataformas (9.68% mujeres y 6.45% hombres). Asimismo, el 16% señala las ofertas o descuentos como principal motivo (11.29% mujeres y 4.84% hombres), mientras que otro 16% destaca la posibilidad de comparar precios y productos (9.68% mujeres y 4.84% hombres). Estos resultados evidencian que la practicidad es el principal impulsor del comercio móvil, seguida de beneficios funcionales y económicos. En consecuencia, las plataformas deben priorizar la rapidez, accesibilidad y estrategias de promoción, así como herramientas de comparación, para mejorar la experiencia del usuario y fortalecer su adopción.

3.3.-Tendencias en la Compra de Accesorios: Preferencias de los Consumidores

Las compras de accesorios están en constante evolución, influenciadas por factores culturales, tecnológicos y económicos. Actualmente, la personalización y la exclusividad son elementos clave, ya que los consumidores buscan productos que reflejen su estilo e identidad, desde ediciones limitadas hasta opciones a medida, beneficiando tanto a marcas de lujo como a negocios locales. La personalización y la



experiencia del usuario influyen directamente en la percepción de valor y en las decisiones de compra (Bleier et al., 2020). El comercio electrónico y las aplicaciones móviles han cobrado gran relevancia, especialmente entre los jóvenes, al ofrecer comodidad y rapidez. Asimismo, el uso de inteligencia artificial para generar recomendaciones personalizadas ha mejorado significativamente la experiencia del consumidor (Huang & Rust, 2021). De igual forma, existe una creciente preferencia por accesorios sostenibles y productos con integración tecnológica, lo que responde a nuevas tendencias de consumo responsable e innovador (Kumar et al., 2023). Las decisiones de compra están cada vez más vinculadas con la identidad del consumidor, reflejando sus valores, estilo de vida y aspiraciones. Esto refuerza la importancia de la personalización, la innovación y la sostenibilidad como factores determinantes en las tendencias actuales de consumo.



Grafica 2. Principales accesorios que compran los usuarios. Fuente: elaboración propia sacada de Factores que influyen en el uso del dispositivo móvil para las compras en diferentes plataformas en Santa Rosalía Baja California Sur.

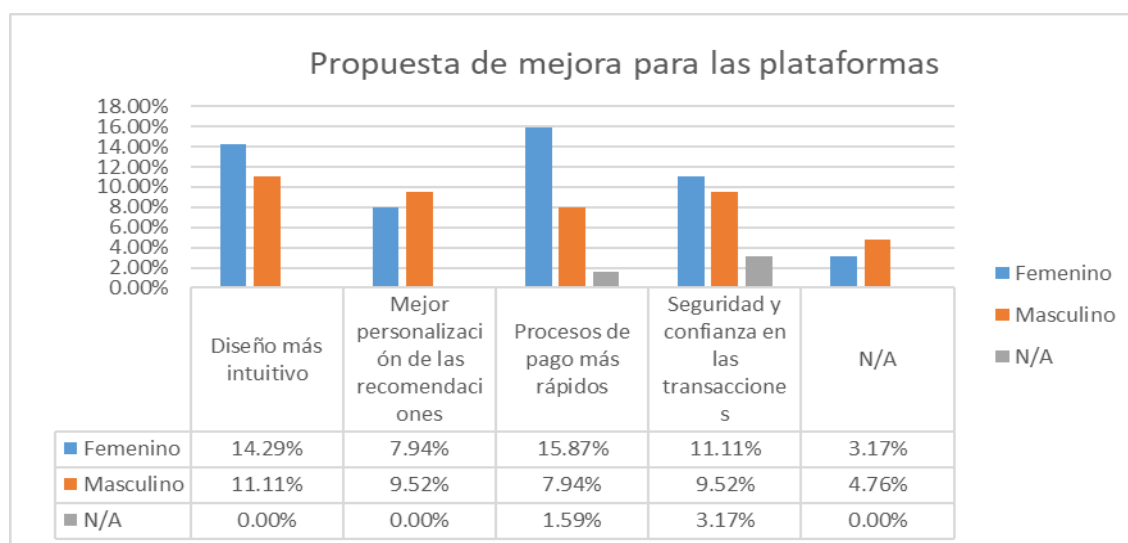
La gráfica 2, se observa que el 70% de las personas compra principalmente ropa y accesorios (31.75% mujeres y 28.57% hombres). Le siguen los productos electrónicos con un 16% (9.52% mujeres y 4.76% hombres) y los libros, películas o música con un 11% (7.94% mujeres y 3.17% hombres). Finalmente, solo el 2% adquiere alimentos y productos de consumo. Los resultados evidencian una clara preferencia por ropa y accesorios, así como diferencias en los hábitos de compra según el género. Además, reflejan la necesidad de diversificar la oferta en plataformas móviles. Estas tendencias permiten diseñar estrategias que mejoren la experiencia del usuario, incrementen la confianza y fomenten el crecimiento del comercio digital.

3.4.- Aspectos que podrían mejorar las plataformas móviles

Las plataformas móviles pueden mejorar enfocándose en un diseño intuitivo y fácil de usar. Tecnologías



como la realidad aumentada, la realidad virtual y la inteligencia artificial permiten experiencias más interactivas y personalizadas, mientras que funciones como las aplicaciones instantáneas y el modo oscuro optimizan la usabilidad. Estas mejoras incrementan la satisfacción del usuario y fomentan su permanencia. Por otra parte, (Garay Núñez, 2020) destaca que las aplicaciones móviles también favorecen el aprendizaje al mejorar el acceso a la información y la interacción de los estudiantes. En este sentido, además de facilitar las compras, estas herramientas contribuyen al ámbito educativo. No obstante, para maximizar su impacto, es necesario fortalecer aspectos como el diseño, la conectividad y la seguridad en las transacciones.



Grafica 3. Propuestas de mejora para las plataformas Fuente: elaboración propia sacada de Factores que influyen en el uso del dispositivo móvil para las compras en diferentes plataformas en Santa Rosalía Baja California Sur.

La gráfica 3. El 27% señala la necesidad de optimizar los procesos de pago (15.87% mujeres y 7.94% hombres). Le siguen el diseño intuitivo con un 25% (14.29% mujeres), la seguridad y confianza en las transacciones con un 24% (11.11% mujeres y 9.52% hombres) y, finalmente, la personalización de recomendaciones con un 17% (9.52% hombres y el resto mujeres). Estos resultados evidencian que los usuarios priorizan la eficiencia y seguridad en sus experiencias de compra. La mejora en los procesos de pago y en la protección de datos es clave para fortalecer la confianza, mientras que un diseño más intuitivo facilita la navegación y reduce barreras de uso. Por su parte, la personalización, aunque menos prioritaria, representa una oportunidad para incrementar la fidelización. En conjunto, estas áreas reflejan que la competitividad de las plataformas móviles depende de ofrecer experiencias rápidas, seguras y centradas en el usuario.

3.5.-Problemas Comunes en las Plataformas de Compra Móvil

Las plataformas de compra móvil presentan problemas relevantes para consumidores y empresas. Un diseño poco intuitivo puede desorientar a los usuarios y generar pérdida de oportunidades, mientras que



los cambios de plataforma implican riesgos como la pérdida de datos. Además, los retrasos en los envíos incrementan la desconfianza. En este contexto, (Olmedo Noguera et al., 2024) destaca que factores como la experiencia del usuario, la seguridad, la confianza y la facilidad de uso influyen en el éxito del comercio electrónico. En cuanto a los principales inconvenientes, el 54% de los usuarios reporta problemas de conexión (26.98% mujeres y 20.63% hombres), el 22% dificultades de navegación (11.11% mujeres), el 16% falta de seguridad en las transacciones (4.76% mujeres y 7.94% hombres) y el 8% limitaciones por el tamaño de la pantalla (6.35% mujeres y 1.59% hombres). Estos resultados evidencian la necesidad de mejorar la infraestructura de internet, fortalecer la seguridad y desarrollar interfaces más intuitivas. Atender estos aspectos permitirá mejorar la experiencia del usuario, aumentar la confianza y fomentar el crecimiento del comercio móvil en la región.

4. Conclusiones

Los resultados evidencian que la conveniencia es el factor con mayor influencia en el uso del comercio móvil, ya que el 38.09% de los usuarios valora la posibilidad de comprar en cualquier momento y lugar. Asimismo, el 27% destaca la necesidad de procesos de pago más rápidos y eficientes, mientras que el 24% señala la importancia de fortalecer la seguridad en las transacciones, aspectos que inciden en la percepción de facilidad de uso y confianza en las plataformas digitales. A pesar de que el 93% de los estudiantes realiza compras en línea, solo el 17% se siente seguro al utilizar plataformas móviles, lo que refleja una brecha significativa entre el uso y la confianza. En este sentido, el 59% de los encuestados considera necesario mejorar la seguridad para proteger su información personal, mientras que el 31% identifica la falta de confianza como un obstáculo relevante. Por otra parte, aunque el 41% considera que el diseño de las aplicaciones es importante pero no determinante, el 22% enfrenta dificultades en la navegación, lo que evidencia la necesidad de interfaces más intuitivas. Adicionalmente, el 54% de los usuarios reporta problemas de conectividad, lo cual limita el aprovechamiento del comercio móvil y afecta la experiencia de compra. Estos hallazgos muestran que, pese al alto nivel de adopción, persisten limitaciones relacionadas con la seguridad, la confianza, la conectividad y las competencias digitales. Resulta fundamental implementar estrategias educativas orientadas a la capacitación digital de los usuarios, así como fortalecer la infraestructura de internet y mejorar el diseño y la seguridad de las plataformas. Estas acciones permitirán incrementar la confianza, optimizar la experiencia de compra y consolidar el desarrollo del comercio móvil en el contexto local.

5. Referencias

- Banco Mundial. (2021). World development report 2021: Data for better lives. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1600-0>
- Bleier, A., Harmeling, C. M., & Palmatier, R. W. (2020). Creating effective online customer experiences. *Journal of Marketing*, 84(2), 98–119. <https://doi.org/10.1177/0022242919890405>



- Crespo Tejero, N., Sifuentes Aguirre, A., & Fernández-Lores, S. (2025). Comercio electrónico y experiencia de usuario en entornos digitales. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 30, e329. <https://doi.org/10.35742/rcci.2025.30.e329>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Garay Núñez, J. R. (2020). Aplicaciones móviles y su impacto en el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 15(2), 45–60.
- Guzmán Flores, J. P., & Díaz Cueva, J. G. (2025). El comercio electrónico global en la era digital. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(6), 112–130.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 30–50. <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00749-9>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de población y vivienda 2020. INEGI. <https://www.inegi.org.mx>
- Kumar, V., Ramachandran, D., & Kumar, B. (2023). Influence of sustainability on consumer purchase behavior. *Journal of Business Research*, 154, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.08.056>
- Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2022). *E-commerce: Business, technology, society* (16th ed.). Pearson Education.
- Massoudi, A., Zaidan, M. N., & Qasim Agha, A. (2024). La adopción del modelo de aceptación de tecnología en el e-commerce con la inteligencia artificial como mediadora. *GECONTEC*, 12(2), 20–36.
- Olmedo Noguera, E., Pérez Vega, R., & García de los Salmones, M. M. (2024). E-commerce: experiencia, seguridad, confianza y satisfacción. *Investigación Administrativa*, 53(133), 5–20. <https://doi.org/10.35426/IAv53n133.05>
- Pedraza García, N. A., Lavín Verástegui, J., & Martínez Serna, M. del C. (2010). *Metodología de la investigación en ciencias sociales*. Pearson Educación.
- Rimascca Marín, P. I., Rojas Tacanga, D. K., Cruz-Tarrillo, J., Díaz Saavedra, R. A., & De la Cruz Reyes, U. (2024). Aceptación y uso de la tecnología en el e-commerce: una revisión sistemática. *Comuni@cción*, 15(4), 371–384. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.15.4.1158>
- Suárez, M., & Tapia, F. (2012). *Intervenciones en investigación: Determinación del tamaño de muestra*. Universidad Autónoma.
- Vega Barrios, A., López Torres, V. G., & Maldonado Guzmán, G. (2022). Comercio electrónico y hábitos de los consumidores en México. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(99), 119–135.



INFLUENCIA DE LAS REDES SOCIALES EN LOS HÁBITOS DE COMPRA EN LÍNEA EN SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR

Hernández Valenzuela Juan Carlos¹, Meza Arellano Antonio², Calleros Gastelum Jorge Carlos³,
Camarena Gutiérrez Saúl Iván⁴

- 1.- Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, juan.hv@mulege.tecnm.mx
- 2.- Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, departamento de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Antonio.ma@mulege.tecnm.mx
- 3.- Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, departamento de Ingeniería en Industrial, jorge.cg@mulege.tecnm.mx
- 4.- Tecnológico Nacional de México / ITS de Mulegé, Santa Rosalía, Baja California Sur, México. 1201061045@mulege.tecnm.mx

Resumen: El artículo “Influencia de las redes sociales en los hábitos de compra en línea en Santa Rosalía, Baja California Sur” analiza el impacto de las redes sociales en el comportamiento de compra digital de la población local. El objetivo del estudio es identificar la relación entre el uso de redes sociales y los hábitos de compra en línea, con la finalidad de generar información útil para la toma de decisiones en contextos empresariales. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y de campo, utilizando la encuesta como técnica de recolección de datos. Se trabajó con una muestra de 68 personas, a partir de una población de 14,357 habitantes, con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%. Los resultados evidencian una influencia significativa de las redes sociales en los hábitos de compra en línea, destacando su papel como canal de información y persuasión en el entorno digital. Asimismo, los hallazgos ofrecen elementos relevantes para el análisis académico del comportamiento del consumidor y el desarrollo de competencias digitales en áreas como administración, marketing y emprendimiento.

Palabras Clave: Empresas 1, Hábitos de compra 2, Influencia 3, Redes sociales 4, Venta en línea 5.

Abstract: The article “Influence of Social Media on Online Shopping Habits in Santa Rosalía, Baja California Sur” analyzes the impact of social media on the digital purchasing behavior of the local population. The objective of the study is to identify the relationship between social media use and online shopping habits, with the aim of generating useful information for decision-making in business contexts.



The research was conducted under a quantitative, descriptive, and field-based approach, using a survey as the main data collection technique. A sample of 68 participants was selected from a population of 14,357 inhabitants, with a 90% confidence level and a 10% margin of error. The results show a significant influence of social media on online shopping habits, highlighting its role as a source of information and persuasion in digital environments. Furthermore, the findings provide relevant insights for the academic analysis of consumer behavior and the development of digital competencies in areas such as management, marketing, and entrepreneurship.

Keywords: Companies 1, Purchasing habits 2, Influence 3, Social media 4, Online sales 5.

1. Introducción

El crecimiento del uso de redes sociales ha transformado los hábitos de consumo en entornos digitales; sin embargo, en Santa Rosalía, Baja California Sur, existe una limitada comprensión sobre su influencia en los comportamientos de compra en línea. Esta situación dificulta que empresas y emprendedores adapten sus estrategias a las dinámicas del mercado digital. El presente estudio analiza el impacto de las redes sociales en los hábitos de compra en línea mediante un enfoque cuantitativo, descriptivo y de campo. Se emplea la encuesta como técnica principal de recolección de datos, ya que permite analizar patrones de comportamiento en poblaciones específicas (Efendioğlu, 2024). La información se obtendrá directamente de los habitantes mediante un cuestionario en línea y será analizada mediante gráficos para su interpretación. El objetivo es generar información que contribuya a la comprensión del comportamiento del consumidor digital y apoye la toma de decisiones estratégicas en contextos empresariales, así como fomentar una mayor conciencia en los consumidores sobre la influencia de las redes sociales en sus decisiones de compra.

2. Sustento Teórico

El análisis de la influencia de las redes sociales en los hábitos de compra en línea se fundamenta en el estudio del comportamiento del consumidor digital y el marketing en entornos virtuales. En esta investigación se consideran como variables principales el uso de redes sociales (variable independiente) y los hábitos de compra en línea (variable dependiente), entendidos como la frecuencia, preferencia y forma en que los consumidores realizan adquisiciones a través de medios digitales. Desde la teoría del comportamiento del consumidor, Kotler y Keller (2021) señalan que las decisiones de compra están influenciadas por factores sociales, culturales, personales y psicológicos, los cuales se ven potenciados en los entornos digitales. En este contexto, las redes sociales actúan como espacios de interacción donde los usuarios comparten experiencias, opiniones y recomendaciones, influyendo directamente en la percepción y decisión de compra. En relación con el marketing digital, Kaplan y Haenlein (2020) destacan que las redes sociales funcionan como plataformas que facilitan la comunicación bidireccional entre



marcas y consumidores, permitiendo la difusión de contenido publicitario, estrategias de marketing de influencia y generación de confianza. Estudios recientes indican que la exposición a contenido comercial y recomendaciones de otros usuarios impacta significativamente en los hábitos de consumo (Dwivedi et al., 2021; Appel et al., 2020). Asimismo, la confianza en entornos digitales constituye un factor clave en la compra en línea, ya que elementos como la credibilidad de la información y la interacción social influyen en la intención de compra (Gefen et al., 2003). Desde una perspectiva aplicada, el análisis de este fenómeno también aporta al desarrollo de competencias digitales y analíticas en áreas como administración y marketing, al permitir la comprensión de dinámicas reales del mercado digital (Hernández-Sampieri, 2018).

3. Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y diseño de campo, con el objetivo de analizar los hábitos de compra en línea asociados al uso de redes sociales en la población de Santa Rosalía, Baja California Sur. Este enfoque permite identificar patrones de comportamiento mediante el análisis de datos en contextos reales (Dwivedi et al., 2021; Appel et al., 2020). La población estuvo conformada por 14,357 habitantes, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Se determinó una muestra de 68 participantes, con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%, mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia (Kline, 2021).

Para la recolección de datos se utilizó un cuestionario estructurado con escala tipo Likert, aplicado en línea. Las variables analizadas incluyeron frecuencia de uso de redes sociales, percepción de influencia y nivel de confianza en entornos digitales.

El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes y gráficos), con el propósito de identificar patrones en los hábitos de compra en línea, sin establecer relaciones causales (Hair et al., 2020). Como limitación, el tamaño de la muestra y el tipo de muestreo restringen la generalización de los resultados.

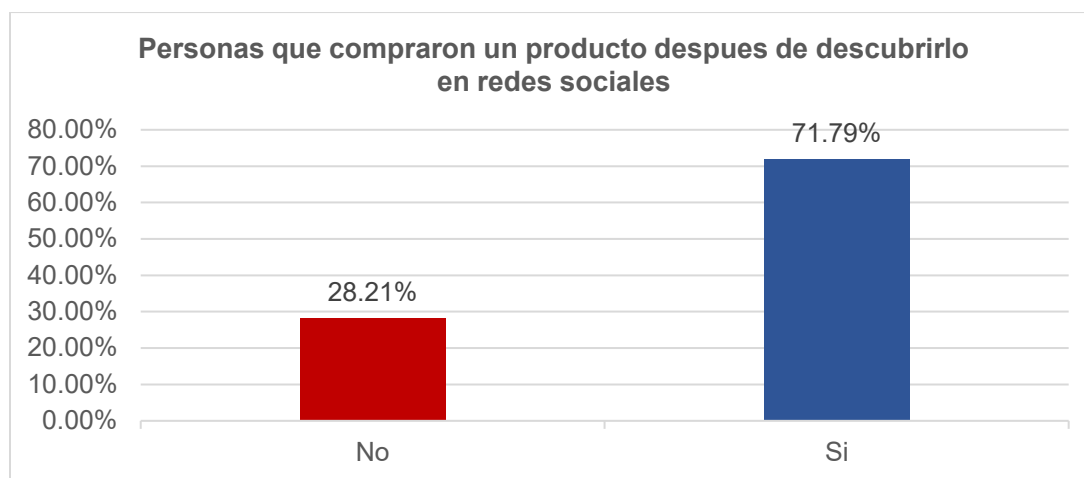
4. Resultados de discusión

4.4.1. Uso de las redes sociales en la adquisición de productos o servicios.

Las redes sociales se han consolidado como un elemento clave en la vida cotidiana y en el entorno digital, convirtiéndose en herramientas estratégicas para el marketing de las empresas debido a su amplio alcance y capacidad de interacción. Estas plataformas facilitan la difusión de información y la promoción de productos a públicos amplios, incrementando la efectividad de las estrategias comerciales. De acuerdo con el comercio electrónico en México ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos años, evidenciando la relevancia de fortalecer la presencia digital de las empresas (Asociación de Internet MX, 2023). En este contexto, las redes sociales destacan como un medio clave para la promoción y el impulso



de las ventas en línea.



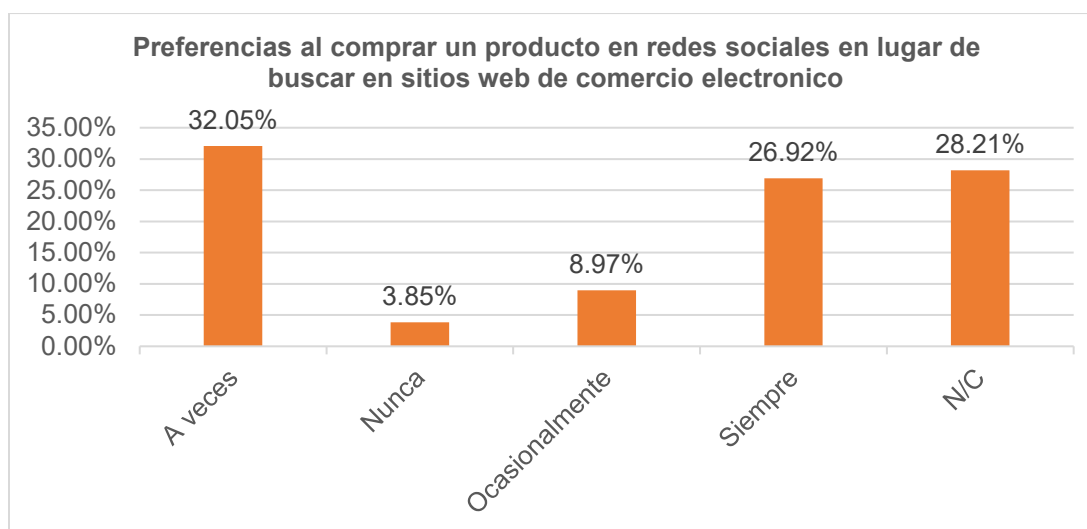
Gráfica 1. Uso de las redes sociales en la adquisición de productos o servicios. Elaboración propia;

La Gráfica 1 muestra que el 71.79% de los encuestados ha comprado productos o servicios que conoció a través de redes sociales, mientras que el 28.21% no lo ha hecho. Este resultado evidencia una alta presencia de estas plataformas en el proceso de compra y su relevancia como medio de información y promoción. Asimismo, destaca su papel en la difusión de contenidos que influyen en la percepción de los consumidores y en sus decisiones dentro del entorno digital.

4.4.2. Preferencias de compra en redes o sitios web

La venta en línea a través de redes sociales se ha consolidado como una estrategia relevante para ampliar el alcance comercial y facilitar la interacción con los consumidores. Estas plataformas permiten a las empresas crear perfiles comerciales, exhibir catálogos de productos y ofrecer opciones de compra directa, sin depender exclusivamente de sitios web tradicionales. Asimismo, redes como Facebook, Instagram y TikTok funcionan como espacios donde los usuarios pueden acceder a información, comparar opciones y conocer experiencias de otros consumidores. En este sentido, los usuarios no solo consumen contenido, sino que también comparten opiniones y recomendaciones sobre productos y servicios, lo que influye en la percepción de otros consumidores durante el proceso de compra (Dwivedi et al., 2021). De esta manera, las redes sociales facilitan la búsqueda, comparación e intercambio de información, así como la comunicación inmediata entre usuarios, elementos que contribuyen a la toma de decisiones en entornos digitales.





Gráfica 2. Preferencias de compra de productos en redes sociales sobre sitios web de comercio electrónico.

La Gráfica 2 muestra la preferencia de los consumidores por realizar compras a partir de contenidos observados en redes sociales. Los resultados indican que el 32% de los encuestados compra en ocasiones lo que ve en estas plataformas, el 26.92% lo hace siempre, el 8.97% de manera ocasional y el 3.85% nunca ha realizado compras bajo esta condición. Además, el 28.21% señala que no ha comprado en línea. Estos datos evidencian la presencia de las redes sociales en el proceso de compra, particularmente entre quienes ya participan en el comercio electrónico. Asimismo, permiten identificar su uso como canal de información y acceso a productos, complementario a los sitios tradicionales de comercio electrónico. En el contexto de Santa Rosalía, Baja California Sur, los resultados reflejan una disposición de los consumidores a interactuar con contenidos comerciales en redes sociales y considerar estas plataformas dentro de sus decisiones de compra.

4.4.3. Confianza de la venta en redes

La confianza es un factor clave en las ventas en línea, ya que influye en la seguridad del consumidor al momento de comprar. Estudios recientes indican que la credibilidad de la información y la interacción en entornos digitales son determinantes en la decisión de compra (Ismagilova et al., 2020). En este estudio, el 55.13% de los participantes confía en las recomendaciones observadas en redes sociales, mientras que el 16.67% no confía y el 28.21% no respondió. Estos resultados muestran que la validación social, a través de comentarios y reseñas, tiene un papel relevante en la percepción de credibilidad y en la decisión de compra, posicionando a las redes sociales como un espacio importante dentro del comportamiento del consumidor.

4.4.4. Redes sociales como una mejor alternativa

La confianza se posiciona como un elemento determinante en el comercio electrónico, ya que reduce la percepción de riesgo e incertidumbre inherente a las transacciones en línea. A diferencia de los entornos



físicos, donde el consumidor puede evaluar directamente el producto, en los entornos digitales la decisión de compra depende en gran medida de factores intangibles como la credibilidad de la información, la reputación del vendedor y las experiencias compartidas por otros usuarios. En este sentido, diversos estudios han señalado que la influencia de líderes de opinión en redes sociales, así como la calidad y veracidad del contenido difundido, tienen un impacto significativo en la intención de compra de los consumidores (Brito Rhor et al., 2021).

En este estudio refuerzan esta perspectiva, ya que el 55.13% de los participantes manifestó confiar en las recomendaciones observadas en redes sociales, lo cual evidencia la relevancia de estos espacios como fuentes de información y orientación en el proceso de compra. Este comportamiento puede explicarse a partir del fenómeno de la validación social, donde los individuos tienden a considerar las opiniones y experiencias de otros como un referente para reducir la incertidumbre y tomar decisiones más seguras. Asimismo, el 16.67% de los encuestados indicó no confiar en este tipo de recomendaciones, lo que sugiere la presencia de un segmento de consumidores más escéptico, posiblemente influenciado por experiencias negativas previas, desinformación o percepción de publicidad encubierta. Por otro lado, el 28.21% de los participantes que no respondió a esta cuestión podría reflejar una postura ambivalente o falta de una opinión definida, lo cual abre la posibilidad de que su confianza esté condicionada por factores contextuales como el tipo de producto, la plataforma utilizada o la credibilidad del emisor del mensaje. Estos hallazgos ponen de manifiesto que la confianza en las redes sociales no es homogénea, sino que se construye de manera dinámica a partir de múltiples variables, entre las que destacan la autenticidad del contenido, la transparencia en la comunicación y la interacción entre usuarios.

Se puede afirmar que la validación social, a través de comentarios, reseñas y recomendaciones, desempeña un papel fundamental en la configuración de la percepción de credibilidad y en la toma de decisiones de compra en entornos digitales. Esto implica que las estrategias de marketing digital deben enfocarse no solo en la promoción de productos, sino también en la generación de confianza mediante prácticas éticas, contenido auténtico y la gestión adecuada de la reputación en línea.

4.4.5. Discusiones

Las redes sociales se han consolidado como un elemento clave en la comunicación digital, influyendo en la forma en que los consumidores se informan y toman decisiones de compra. Estas plataformas permiten el acceso inmediato a información sobre productos y servicios, así como la interacción entre usuarios, generando un entorno donde opiniones, reseñas y recomendaciones inciden en la percepción de valor y confianza. En el ámbito individual, su uso favorece la comparación de opciones y la toma de decisiones informadas. A nivel comercial, las empresas las utilizan como canales para comunicar características y beneficios de sus productos, fortaleciendo su presencia en el entorno digital. Los resultados evidencian que una proporción significativa de los encuestados ha realizado compras a partir de información obtenida en redes sociales, lo que confirma su relevancia en los hábitos de consumo. Estas plataformas pueden entenderse como espacios que favorecen procesos de aprendizaje informal relacionados con el consumo.



Estos hallazgos deben interpretarse desde un enfoque descriptivo, sin establecer relaciones causales.

5.- Conclusiones

Los resultados del estudio permiten describir la presencia y el alcance del uso de redes sociales en los hábitos de compra en línea de la población de Santa Rosalía, Baja California Sur. Se observa que el 71.79% de las personas encuestadas ha adquirido algún producto o servicio que conoció a través de redes sociales, mientras que el 28.21% no lo ha hecho, lo que evidencia una alta exposición de los consumidores a este tipo de plataformas en el proceso de información y decisión de compra. Asimismo, el 56.41% de los participantes considera que las redes sociales representan una alternativa relevante para la promoción de productos y servicios, frente a un 15.38% que prefiere la publicidad tradicional y un 28.21% que se mantiene indiferente. Estos resultados permiten identificar tendencias en la percepción de los consumidores respecto al uso de redes sociales como canal comercial. En relación con la confianza en entornos digitales, los datos sugieren que una proporción importante de los encuestados reconoce a las redes sociales como fuente de información para conocer productos, lo que refuerza su papel dentro de las dinámicas actuales de consumo digital en el contexto local analizado. En este sentido, los hallazgos del estudio aportan información descriptiva útil para comprender el comportamiento del consumidor en entornos digitales, la cual puede ser utilizada como base para el análisis académico y la toma de decisiones en contextos empresariales. No obstante, debido al diseño descriptivo y al tipo de muestreo empleado, los resultados no permiten establecer relaciones causales ni generalizaciones a poblaciones más amplias.

6.- Referencias

- Appel, G., Grewal, L., Hadi, R., & Stephen, A. T. (2020). The future of social media in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 79–95. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00695-1>
- Asociación de Internet MX. (2023). Estudio de comercio electrónico en México 2023. <https://www.asociaciondeinternet.mx/>
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
- Brito Rhor, M. D., Chachalo Carvajal, G. P., & Murray Álvarez, M. G. (2021). Marketing de influencia: análisis de credibilidad e intención de compra impartidas por un líder de opinión. *Signo y Pensamiento*, 40(78), 1–21. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.syp40-78.miac>
- Dwivedi, Y. K., Ismagilova, E., Hughes, D. L., Carlson, J., Filieri, R., Jacobson, J., & Wang, Y. (2021). Setting the future of digital and social media marketing research. *International Journal of Information Management*, 59, 102168. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102168>



- Efendioğlu, İ. H. (2024). Digital consumer behavior: A systematic literature review. *Prizren Social Science Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.32936/pssj.v8i1.479>
- Elche Larrañaga, D., Yubero Jiménez, S., & Larrañaga Rubio, E. (2019). La influencia del hábito lector en el empleo de internet: Un estudio con jóvenes universitarios. *Investigación Bibliotecológica*, 33(79), 51–73. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.79.57985>
- Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D. W. (2003). Trust and TAM in online shopping: An integrated model. *MIS Quarterly*, 27(1), 51–90. <https://doi.org/10.2307/30036519>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2020). An introduction to structural equation modeling. SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781071816315>
- Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de población y vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/>
- Ismagilova, E., Slade, E. L., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2020). The effect of electronic word of mouth communications on intention to buy: A meta-analysis. *Information Systems Frontiers*, 22, 1203–1226. <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09924-y>
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2020). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media. *Business Horizons*, 63(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.09.003>
- Kline, R. B. (2021). Principles and practice of structural equation modeling (4th ed.). Guilford Press.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2021). Marketing management (16th ed.). Pearson.



Tipo de manuscrito (Artículo Investigación Científica)

MEJORA EN EL DESEMPEÑO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CONFORME A LAS NOM-STPS APLICABLES EN LA CFE ZONA SAN MARTÍN

De Ángel, Sánchez, Jesús¹, Córdova, Espino, Samuel Friarte²

- 1 División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270011@smartin.tecnm.mx
- 2 División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, samuel_f.cordova@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se realizó una evaluación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en la dependencia de gobierno CFE Zona San Martín, haciendo principal énfasis en la gestión de sus evidencias documentales y en la verificación del cumplimiento normativo dentro de esta dependencia. El estudio consideró la revisión de los requisitos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, mediante un análisis sistemático de evidencias, registros y controles administrativos. A partir de esta revisión se identificaron patrones de cumplimiento y brechas documentales, así como áreas críticas asociadas a la falta de actualización de información normativa. La aplicación de indicadores de desempeño permitió caracterizar el estado del sistema en términos de cumplimiento, vigencia documental y exposición administrativa. Los resultados evidencian que el sistema presenta un grado funcional de operación, aunque con debilidades en la gestión de la información que limitan la demostración formal del cumplimiento. En conjunto, el sistema muestra una transición hacia un modelo de gestión más estructurado y medible; sin embargo, persisten retos relacionados con la estandarización, actualización continua de registros y consolidación de mecanismos de seguimiento que fortalezcan su eficacia y sostenibilidad.

Palabras Clave: Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo, gestión documental, cumplimiento normativo, Normas Oficiales Mexicanas, indicadores de desempeño o KPI, Nivel de cumplimiento.

Abstract: An evaluation of the Occupational Health and Safety Management System was conducted at the government agency CFE Zona San Martín, with primary emphasis on the management of documentary evidence and the verification of regulatory compliance within the organization. The study involved a review of the requirements established by the applicable Mexican Official Standards, through a systematic analysis



of evidence, records, and administrative controls. This review enabled the identification of compliance patterns and documentary gaps, as well as critical areas associated with the lack of updates to regulatory information. The application of performance indicators made it possible to characterize the status of the system in terms of compliance, documentary validity, and regulatory exposure. The results indicate that the system operates at a functional level; however, weaknesses in information management limit the formal demonstration of compliance. Overall, the system shows a transition toward a more structured and measurable management model; nevertheless, challenges remain regarding standardization, continuous record updating, and the consolidation of monitoring mechanisms to enhance its effectiveness and sustainability.

Keywords: Occupational Health and Safety Management System; document management; regulatory compliance; Mexican Official Standards; performance indicators (KPIs); compliance level.

1. Introducción

La salud y seguridad en el trabajo constituye una parte muy importante en el desarrollo sostenible de cualquier organización, ya que esta está encargada de garantizar el bienestar tanto físico y mental de los colaboradores dentro del centro de trabajo, al mismo tiempo permite asegurar que se cumplan las disposiciones legales establecidas por organismos reguladores. En México el organismo encargado de dichas regulaciones es la Secretaría de Trabajo y Previsión Social la cual en conjunto con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) establecen criterios obligatorios para la gestión de riesgos laborales, prevención de accidentes, y la promoción de espacios seguros. En el caso de Comisión Federal de Electricidad (CFE) Zona San Martín, La implementación y mantenimiento de este sistema no solamente es una necesidad administrativa este desarrolla una necesidad al implementarse y desarrollarse en un entorno que cuenta con alto nivel de riesgo dado a las actividades que en este se desarrollan, tal es el caso de la manipulación de instalaciones eléctricas de alta tensión, uso de maquinaria especializada y exposición a diversos factores los cuales representan un factor de riesgo ocupacional.

Sin embargo, uno de los mayores retos que enfrenta este tipo de sistemas es la falta de actualización de las evidencias documentales, errores o desorganización en los registros, manuales y procedimientos además la falta de mecanismos robustos para verificar el cumplimiento normativo son factores importantes que disminuyen de forma considerable la eficiencia del sistema, limitan la trazabilidad de las evidencias y aminoran la disponibilidad de la información. Esto en conjunto representa un riesgo importante para la empresa lo cual puede derivar en incumplimientos normativos, sanciones administrativas y un aumento en la tasa de riesgos ocupacionales para los colaboradores. Por ello es importante abordar esta clase de problemáticas de forma integral, asegurando que el SST no solamente cumpla a nivel administrativo, sino que este mismo promueva una cultura prevención y mejora continua.



Este artículo tiene como objetivo el garantizar el cumplimiento normativo, optimizar los procesos de gestión de salud y seguridad ocupacional en CFE Zona San Martín con la finalidad de contribuir en la creación de un entorno laboral más seguro, a la reducción en la tasa de incidentes laborales y al fortalecimiento de una cultura organizacional orientada en la prevención.

2. Sustento Teórico

• Conceptualización de Salud y Seguridad en el trabajo

Al hablar de la SST debemos tener en cuenta que esta es “un conjunto de medidas y prácticas dirigidas a la prevención de riesgos ocupacionales y a proteger la salud de los trabajadores” (Nehuén, 2024). Esto a través de la identificación de peligros potenciales (Fuentes potenciales de peligro ya sean: acciones, lugares o situaciones) y la evaluación de riesgos (probabilidad de que ocurra un daño) conforme a las NOM's y Normas internacionales que ayuden a la disminución de riesgos y en la prevención de los mismos (ISO 45001).

Algo que debemos tener en cuenta es que la SST tiene un enfoque preventivo y sistémico que tiene como principal objetivo el minimizar los accidentes, enfermedades y pérdidas organizacionales

• Importancia de la SST en el ámbito empresarial

Como se mencionó en el punto anterior la SST es muy importante en un ambiente de trabajo ya que este reduce los costos que se origina de accidentes y enfermedades.

Incrementa la productividad al disminuir el número de bajas o ausencias por situaciones inesperadas y aumenta el compromiso laboral además que ayuda a la empresa a ganar una reputación corporativa a través de la construcción de un entorno laboral seguro generando así un gran valor organizacional ya que esta al integrar procedimientos enfocados en la prevención y cumplimientos normativo se convierte en una empresa atractiva en el mercado. (IBERO, 2024)

• Panorama de riesgos laborales en México

En 2023, México registró 290,527 hechos de riesgo laboral, de los cuales:

- 172,696 implicaron días de incapacidad temporal.
- 4,790 resultaron en incapacidad permanente.
- 340 casos fueron defunciones. (FORBES, 2023)

En total, incluyendo accidentes + enfermedades laborales + accidentes en trayecto, se reportaron 569,766 riesgos de trabajo en ese mismo año.

De ese total, 38,783 trabajadores quedaron con incapacidad permanente y 1,090 personas fallecieron. (Galindo, 2024)

Algunos de los sectores con mayor número de accidentes laborales son:

- Actividades elementales o de apoyo.



- Empleados de venta, despachadores y dependientes en comercio.
- Trabajadores de almacén y bodega.
- Trabajadores de limpieza (excepto hoteles y restaurantes).
- Otros como cocineros, choferes vendedores, demostradores/promotores.

En años recientes se ha observado una tendencia al alza en los accidentes laborales. Por ejemplo, los accidentes aumentaron un 15 % en un año, siendo este uno de los incrementos más altos en la última década. (Hernández, 2024)

- **Enfoque preventivo y herramientas de gestión**

PASST

El **Asistente para la Identificación de las NOM de Seguridad y Salud en el Trabajo** es una herramienta de la STPS que ayuda a empleadores, trabajadores y comisiones de seguridad a conocer qué normas aplican a su centro de trabajo.

Funciona mediante un **cuestionario de hasta 44 preguntas**, relacionadas con la actividad económica, los procesos, riesgos y características del lugar de trabajo (altura, número de personas, superficie, sustancias químicas, etc.).

Con la información proporcionada, el sistema genera una **lista de las NOM aplicables** y las disposiciones específicas que deben cumplirse.

La confiabilidad de los resultados depende de la **veracidad de las respuestas**. Además, si el usuario se registra, puede personalizar y guardar el documento con los datos de su empresa. (STPS, s.f.)

ISO 45001

Si hablamos de prevención de accidentes la ISO 45001 es uno de los principales exponentes acerca de la prevención ya que al implantar un Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional ya que esta proporciona un marco para que las organizaciones gestionen los riesgos y mejoren el desempeño en materia de SST.

Dicha norma establece criterios para establecer una política y objetivos de SST, así como para la planificación, la implementación, la ejecución de los objetivos operacionales, la auditoría y la revisión. El compromiso del liderazgo, la participación de los trabajadores, la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos, el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios, la planificación de la respuesta a las situaciones de emergencia, la investigación de los incidentes y la mejora continua son algunos de los elementos fundamentales.

ISO 45001 aplica el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar para gestionar de forma sistemática los riesgos para la salud y la seguridad. Se aplica a organizaciones de todos los tamaños y puede integrarse con otros sistemas de gestión ISO.

- **Marco legal**



CPEUM

Según lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos “Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley” (CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 2025)

Por lo tanto “El patrono estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.” (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, s.f.)

Ley Federal del Trabajo (LFT).

“La Ley Federal del Trabajo, en su artículo 132, fracción XVI, consigna la obligación del patrón de instalar y operar las fábricas, talleres, oficinas, locales y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a efecto de prevenir accidentes y enfermedades laborales, así como de adoptar las medidas preventivas y correctivas que determine la autoridad laboral.” (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, s.f.)

Ley General de Salud

Tabla 1. Resumen de la Ley General de Salud

Eje de la LGS	Impacto en la salud y seguridad laboral
Derecho a la protección de la salud	Define la salud como bienestar físico, mental y social. Garantiza servicios de salud accesibles y de calidad para todos, incluyendo a los trabajadores.
Salud ocupacional	Reconoce la salud ocupacional como materia de salubridad general. Obliga a vigilar condiciones seguras de trabajo y saneamiento básico.
Prevención de riesgos y enfermedades	Establece programas para prevenir enfermedades transmisibles, no transmisibles, accidentes y discapacidades. Controla factores ambientales, químicos y biológicos que afectan al ámbito laboral.
Obligaciones institucionales	Faculta a la Secretaría de Salud y a COFEPRIS para regular, vigilar y sancionar en temas de riesgos laborales, residuos peligrosos y accidentes de trabajo.
Servicios de salud para trabajadores	Garantiza atención médica integral, salud mental, rehabilitación y prevención de accidentes. Asegura acceso gratuito a quienes carezcan de seguridad social.

Fuente: Elaboración propia en base a la información contenida en la Ley Federal de Trabajo

Normas Oficiales Mexicanas

Estas se dividen en 5 grupos

- Seguridad: Prevención de accidentes (instalaciones, incendios, maquinaria, alturas, espacios confinados).

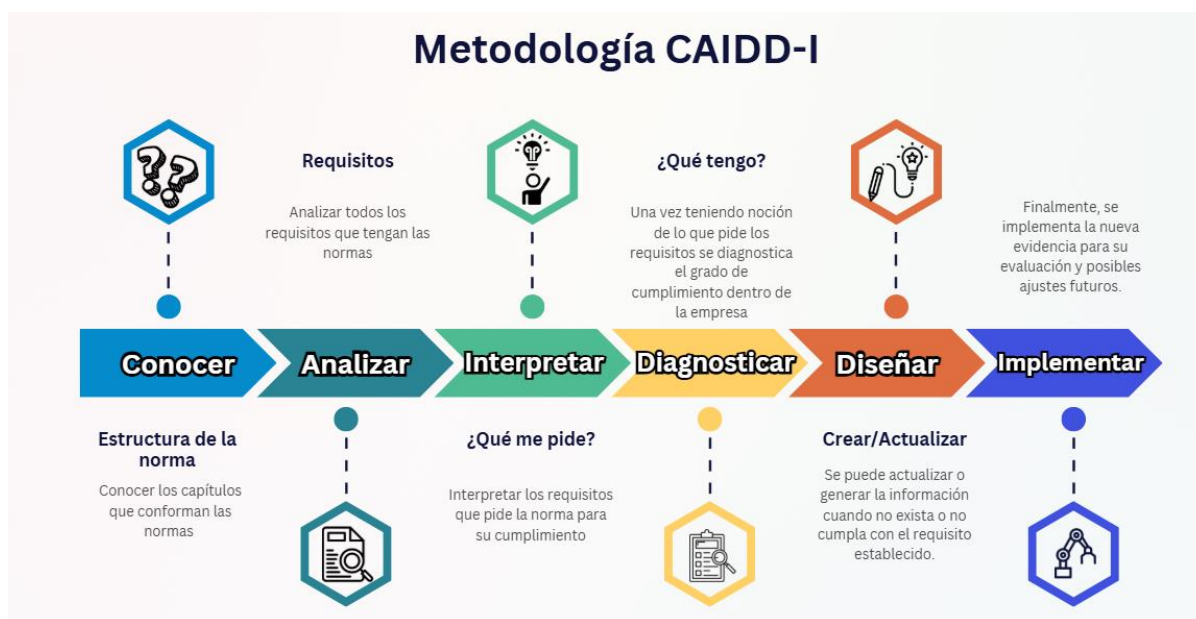


- Salud: Control de agentes físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales.
- Organización: Gestión administrativa de la seguridad (EPP, comisiones, señalización).
- Específicas: Sectores particulares (agricultura, minería, construcción, teletrabajo).
- Producto: Equipos contra incendio y protección personal. (Joel, 2024).

3. Metodología

Para el desarrollo de este estudio se implementó la metodología CAIDD-I la cual se compone por los siguientes puntos

Figura 1. Esquema de la Metodología CAIDD-I



Fuente: Elaboración propia

La cual propone una metodología para la comprensión y tratamiento de cualquier tipo de norma en base a cada uno de los puntos explicados en el diagrama.

- **Conocer**

Objetivo: Comprender la estructura de la norma.

Acción: Conocer los capítulos que conforman las normas.

- **Analizar**

Objetivo: Identificar los requisitos normativos.

Acción: Analizar todos los requisitos que tengan las normas.

- **Interpretar**



Pregunta guía: ¿Qué me pide?

Acción: Interpretar los requisitos que solicita la norma para su cumplimiento.

- **Diagnosticar**

Pregunta guía: ¿Qué tengo?

Acción: Una vez teniendo noción de lo que piden los requisitos, se diagnostica el grado de cumplimiento dentro de la empresa.

- **Diseñar**

Objetivo: Crear o actualizar información.

Acción: Se puede actualizar o generar la información cuando no exista o no cumpla con el requisito establecido.

- **Implementar**

Objetivo: Poner en práctica las herramientas diseñadas

Acción final: Se implementa la nueva evidencia para su evaluación y posibles ajustes futuros.

Además de que esta metodología se complementará con la siguiente.

Figura 2. Esquema de la Metod



Fuente: Elaboración propia



Esta metodología ayuda a completar las 3 primeras fases de la metodología CAIDD-I al ser una forma de fragmentar los requisitos que contienen las normas haciendo que la interpretación de esta se vuelva más simple para personas que no estén familiarizadas con la estructura de las mismas la imagen da un ejemplo de cómo se puede aplicar esta metodología

4. Resultados de discusión

Interpretación Normativa (FASE CAI)

Tabla no.3 Ejemplos de tabla de aplicabilidad propuesta por la metodología DIRN

Numeral	Requisitos	¿Quién?	Verbo	¿Qué?/¿Con qué?	¿Para qué?	Interpretación	Aplicación
5.2	Conservar en condiciones seguras las instalaciones de los centros de trabajo, para que no representen riesgos.	El patrón	Conservar	Las instalaciones	para que no representen incidentes	El patrón deberá presentar evidencia de que la instalación se encuentra en óptimas condiciones	Fotografías Reportes de inspección

Fuente: Elaboración propia con base en los requerimientos legales de la norma NOM-001-STPS-2008

Diagnóstico inicial (FASE D)

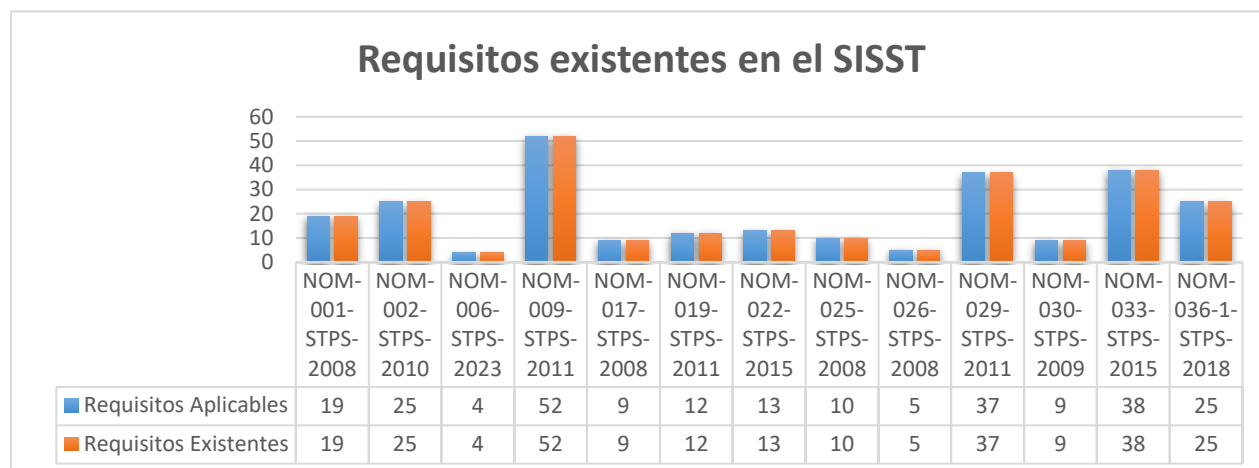
Una vez realizados los diagnósticos se obtuvo la siguiente estadística de cómo es que se encuentra el sistema actual el cual.

Para realizar este análisis tomaremos en cuenta los siguientes indicadores como base

- **Evidencia existente el sistema**



Figura no.3 Estadística del número de requisitos existentes en el SISST



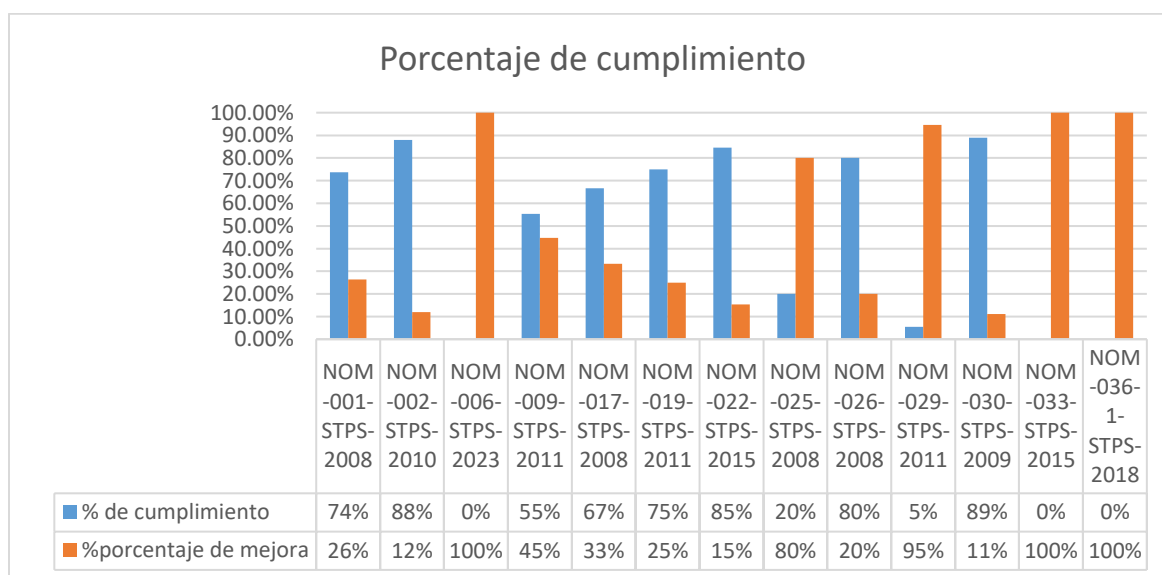
Fuente: Elaboración propia en base a la información arrojada en el diagnóstico

Esto hace referencia a la existencia de evidencia o algo que respalde el cumplimiento del requisito, sin tomar en cuenta si esta requiere de modificaciones, actualizaciones o cambiarla por completo solamente importa su existencia dentro del SISST.

Evidencia que cumple en cuanto a contenido

Una vez teniendo un panorama y habiendo hecho una revisión general del estado del sistema se procede a hacer un diagnóstico el cual nos arroja la siguiente información.

Figura no. 4 porcentaje de cumplimiento en tema de requisitos legales



Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico de cumplimiento aplicado



Y como podemos observar hay expedientes que requieren una actualización completa o parcial dado a que su grado de cumplimiento es muy bajo debido a distintos hallazgos encontrados al realizar las revisiones con el encargado de seguridad dentro la Zona.

- **Actualización**

Durante este período se realizaron diversas actualizaciones a los requisitos que presentaban algún campo de mejora o que definitivamente requerían un cambio completo dando como resultado la implementación de distintos programas que solicitaban los requisitos, protocolos, difusiones y mantenimiento a algunas áreas de Zona San Martín.

Dentro de los requisitos que fueron actualizados son:

Tabla no.4 Resumen de actualización del SISST

Clave Norma	Título (resumido)	Requisitos Aplicables	Requisitos Existentes	Requisitos mejorables	Requisitos que cumplen	Requisitos actualizados
NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios	25	25	4	21	4
NOM-006-STPS-2023	Almacenamiento y manejo de materiales - Condiciones de seguridad	4	4	3	1	3
NOM-009-STPS-2011	Seguridad para trabajos en altura	38	38	17	21	4
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal	9	9	3	6	3
NOM-019-STPS-	Comisiones de seguridad e higiene	12	12	1	11	1



2011						
NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática - Condiciones de seguridad	13	13	1	12	1
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación	10	10	8	2	0
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene	5	5	1	4	1
NOM-029-STPS-2011	Instalaciones eléctricas - Condiciones de seguridad	37	37	27	10	27
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo	9	9	1	8	1
NOM-033-STPS-2015	Seguridad para trabajos en espacios confinados	38	38	38	0	0
NOM-036-1-STPS-2018	Factores de riesgo ergonómico - Manejo manual de cargas	25	25	25	0	0

Fuente: Elaboración propia tras aplicar la actualización de evidencias al SISST

- *Lista de verificación: Evaluaciones de las evidencias*

Una vez actualizados los expedientes son evaluados de forma mensual y arrojando resultados similares a



estos

Nota: Cabe aclarar que este tipo de evaluaciones no contemplan a todos los requisitos existentes dentro de los expedientes solamente algunos requisitos son evaluados (aquellos que son considerados críticos son los primeros en ser evaluados)

Figura no.5 Evidencia de evaluación de requisitos propuestos para la actualización

NOM-029-STPS-2011 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condición de seguridad.												
Requisito legal		Cumplimiento		Evidencias		Conformidad de la evidencia						Comentarios adicionales
Clave	Descripción	Si	No	Tipo de evidencia	Tipo de verificación	Archivo o URL	Si					Nivel de riesgo
							Si	Mejorar	Actualizar	Complementar	Corregir	
							(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(0)
5.	Obligaciones del patrón											
5.3	Contar con el diagrama unifilar actualizado de la instalación eléctrica del centro de trabajo, con base en lo dispuesto por la NOM-001-SEDE-2005, o la... ☺	☑	●	a. Estudios	a. Documental b. Entrevista		☑	○	○	○	○	
5.7	Elaborar y dar seguimiento a un programa de revisión y conservación del equipo de trabajo, maquinaria, herramientas e implementos de protección aislantes... ☺	☑	●	a. Programas específicos b. Registros administrativos	a. Documental		☑	○	○	○	○	

Fuente: Sistema Integral de Salud y Seguridad en el Trabajo (CFE)

Como se puede apreciar los requisitos que fueron evaluados son los del expediente normativo de la NOM-029-STPS-2011 en la imagen se presenta como es que las evidencias actualizadas fueron aprobadas y validas dentro del SISST

• Reporte de auditoría

Los hallazgos encontrados durante la aplicación de una auditoría documental arrojaron los siguientes resultados:

Principales Hallazgos

De los 13 expedientes evaluados se identificó lo siguiente:

3 expedientes desactualizados, lo que representa el **69%** del total.

8 expedientes en proceso de actualización (15%).

2 expedientes con incumplimientos específicos respecto a requisitos establecidos en sus respectivas NOM's (**23%**).

Ejemplos de incumplimientos detectados:

- Versiones de normas no vigentes cargadas en el sistema.
- Evidencia documental no actualizada conforme a revisiones periódicas requeridas por la NOM correspondiente.



- Información cargada sin fecha o sin control de versión, lo que dificulta validar su vigencia.

Áreas/procesos más afectados

El impacto se concentra en los **expedientes relacionados con actividades de alto riesgo**, donde la actualización normativa es esencial para garantizar condiciones de seguridad adecuadas.

Conclusión General del Auditor

El **SISST cumple parcialmente** con los requisitos normativos evaluados. Si bien no se encontraron expedientes incompletos, existe un número significativo de expedientes **desactualizados o en proceso de actualización**, lo cual limita la confiabilidad del sistema como herramienta de control normativo.

El retraso en la actualización documental representa un riesgo potencial de **incumplimiento legal**, especialmente en actividades catalogadas como de alto riesgo. La causa principal identificada es la **falta de información y atención oportuna** en el mantenimiento documental del sistema.

Nivel de Riesgo: Medio

El nivel de riesgo se clasifica como **medio** debido a que:

- Los expedientes afectados están vinculados con **actividades de alto riesgo**.
- La probabilidad de incumplimiento es relevante considerando que el **69%** de los expedientes están desactualizados.
- El impacto potencial involucra obligaciones legales que deben demostrarse ante la autoridad laboral.

Recomendaciones Clave

Actualizar de manera prioritaria los expedientes normativos que presentan desactualización, con un límite recomendado de **30 días** para las normas asociadas a actividades de alto riesgo.

Implementar un **plan de actualización periódica** con revisiones semestrales para asegurar que el sistema mantenga versiones vigentes de la normativa aplicable.

Fortalecer el control documental mediante:

- Control de versiones,
- Fechas de actualización,
- Registro de responsable de carga.

Garantizar que el **jefe de seguridad**, como responsable actual, cuente con apoyo adecuado del personal asignado para asegurar el mantenimiento oportuno del SISST.

Establecer un procedimiento formal para la **verificación y validación** de información antes de su carga al sistema.

- **KPI**



Para medir el avance de mejora en cuanto al SISST se proponen los siguientes KPIs

Tabla no.6 KPIs propuestos para medir el grado de cumplimiento

KPI	Nombre del Indicador	Objetivo del Indicador	Fórmula de Cálculo	Unidad
KPI-01	Índice de Cumplimiento Normativo (ICN)	Medir el grado de cumplimiento de los requisitos legales de las NOM-STPS aplicables en CFE Zona San Martín.	$(\text{Requisitos cumplidos} / \text{Requisitos aplicables}) \times 100$	%
KPI-02	Índice de Actualización Documental (IAD)	Evaluar el nivel de vigencia, pertinencia y actualización de las evidencias documentales del sistema SST.	$(\text{Documentos actualizados} / \text{Documentos evaluados}) \times 100$	%
KPI-03	Índice de Mejora del Cumplimiento Normativo (IMCN)	Medir el impacto del proyecto mediante la comparación del cumplimiento antes y después de la intervención.	ICN final – ICN inicial	%
KPI-04	Índice de Cierre Oportuno de Acciones Correctivas (ICOAC)	Evaluar la eficacia del sistema para cerrar no conformidades dentro del plazo establecido.	$(\text{Acciones cerradas en tiempo} / \text{Acciones totales}) \times 100$	%
KPI-05	Índice de Riesgo Administrativo (IRA)	Cuantificar el riesgo legal y administrativo derivado del incumplimiento documental.	$(\text{Requisitos sin evidencia válida} / \text{Requisitos aplicables}) \times 100$	%

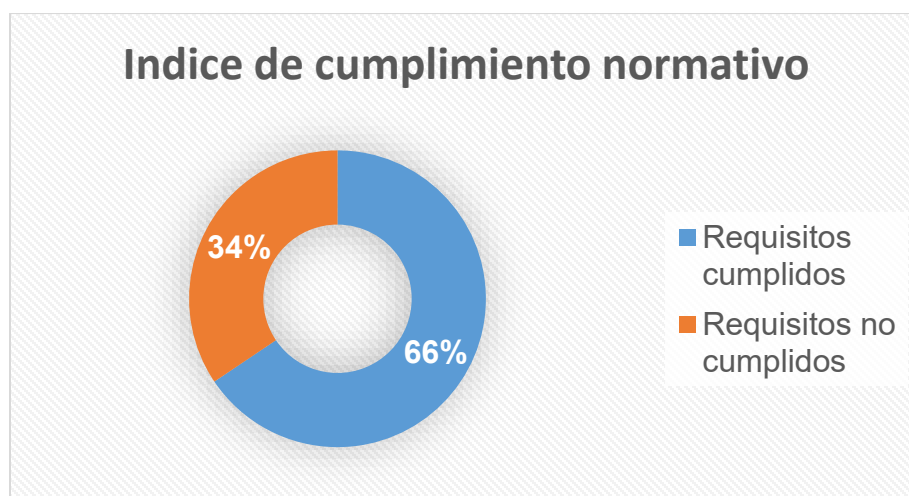
Fuente: Autoría propia

- **Índice de cumplimiento Normativo**

Este resultado indica que el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo presenta un nivel de cumplimiento mayoritario, lo que demuestra que existen controles y prácticas implementadas; sin embargo, el porcentaje de incumplimiento aún es significativo y representa áreas de oportunidad relevantes. Dicho incumplimiento puede derivar en riesgos legales, administrativos y operativos si no se atiende oportunamente.

Figura no.6 Porcentaje de cumplimiento de KPI Índice de cumplimiento normativo

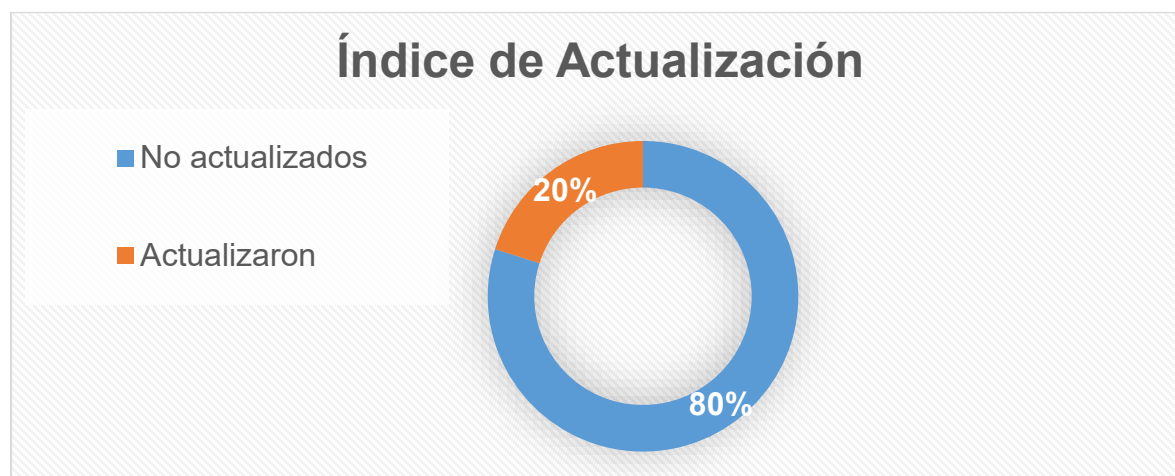




Fuente: Autoría Propia

- **Índice de actualización documental**

Figura no.7 Porcentaje de cumplimiento del KPI Índice de actualización



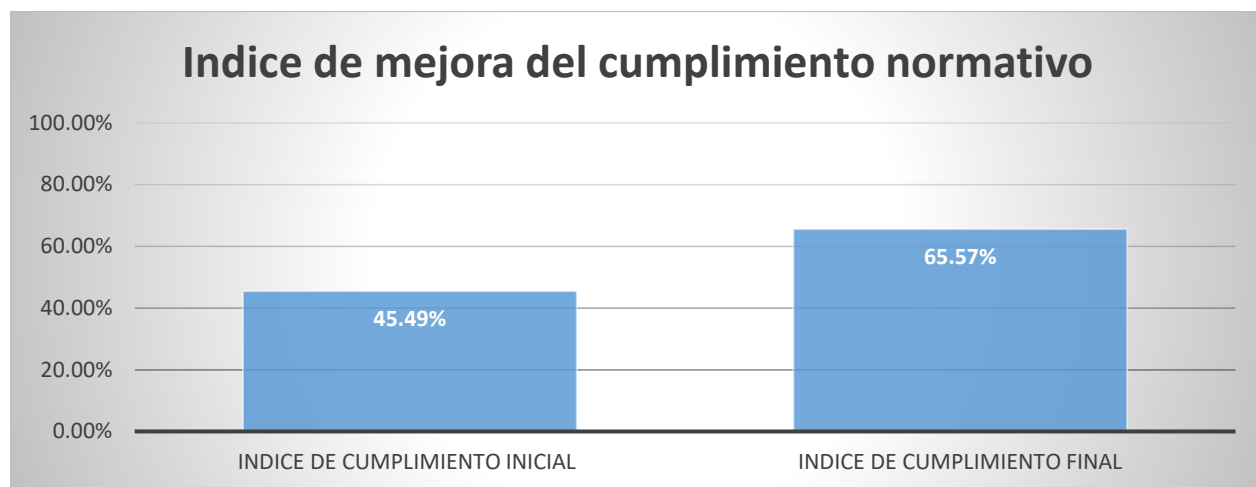
Fuente: Elaboración propia

Al hacer el análisis de este resultado se tienen que analizar la siguiente consideración:

- El 80% de los documentos no actualizados se descompone de la siguiente forma 111 requisitos cumplen con lo establecido en la norma por lo tanto se requiere una actualización de estos y 84 de ellos son requisitos que no fueron actualizados
- **Índice de Mejora del Cumplimiento Normativo (IMCN)**

Figura no.8 Porcentaje de cumplimiento antes y después de la actualización



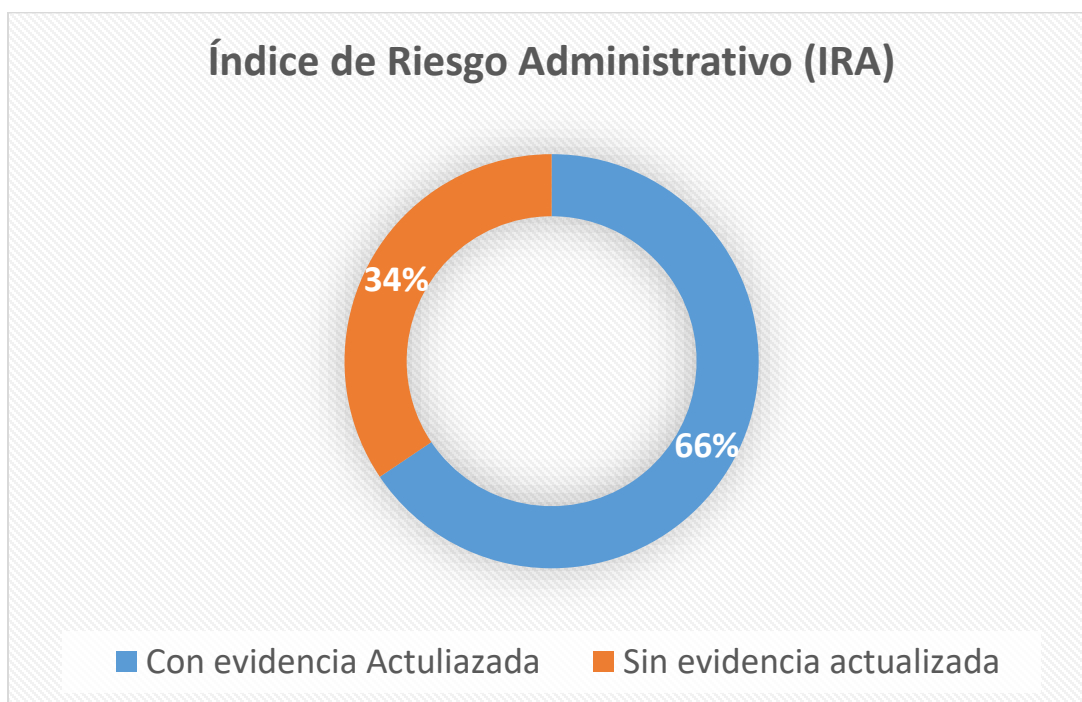


Fuente: Autoría propia tras la evaluación de las nuevas evidencias

Se denota un crecimiento 20.08% en el cumplimiento de los requisitos legales lo que puede evidenciar una correcta implementación de las evidencias actualizadas y una evaluación satisfactoria de las mismas.

Índice de Riesgo Administrativo (IRA).

Figura no.9 Porcentaje de riesgo administrativo



Fuente: Elaboración propia



El 34.43 %, refleja un control documental insuficiente y una alta exposición a sanciones regulatorias lo cual convierte este indicador en un punto estratégico para la toma de decisiones, ya que permite priorizar acciones de actualización documental, enfocar recursos en las normas con mayor impacto y reducir de manera preventiva el riesgo legal del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.

5. Conclusiones

La actualización y organización del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SISST) en la CFE Zona San Martín permitió identificar y corregir deficiencias relevantes que afectaban el cumplimiento normativo y la gestión preventiva del centro de trabajo. El diagnóstico realizado evidenció la existencia de documentos desactualizados, expedientes incompletos y evidencias que no correspondían con los requisitos establecidos por las NOM-STPS aplicables, lo cual representaba riesgos operativos, administrativos y legales para la organización. A través de la aplicación de la metodología DIRN y el uso de listas de verificación específicas fue posible interpretar de manera adecuada los requisitos normativos, analizar cada expediente y determinar con claridad cuáles evidencias eran pertinentes, cuáles debían actualizarse y cuáles era necesario generar desde cero.

Este proceso no solo permitió estructurar un sistema documental más ordenado, accesible y confiable, sino que también fortaleció el uso del SISST como herramienta institucional, mejorando la trazabilidad de la información y la capacidad de seguimiento a los indicadores de cumplimiento.

Los resultados de este proyecto permiten confirmar la hipótesis planteada: la actualización y organización correcta de las evidencias documentales mejora de manera directa y significativa el desempeño del SISST y el cumplimiento de las NOM-STPS dentro de la CFE Zona San Martín.

En conjunto, este estudio demuestra que mantener información actualizada, pertinente y verificable es un pilar esencial para garantizar condiciones laborales seguras, proteger al personal operativo y asegurar la continuidad del servicio eléctrico. La actualización documental realizada sienta las bases para avanzar hacia una mejora continua del sistema, promover auditorías más eficientes y orientar la gestión de la seguridad hacia estándares superiores, como los establecidos en normativas internacionales de seguridad y salud ocupacional.

6. Referencias

- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (15 de Abril de 2025). CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- FORBES. (26 de Abril de 2023). México registró más de 290,000 hechos de riesgo laboral durante 2023. Obtenido de <https://forbes.com.mx/mexico-registro-mas-de-290000-hechos-de-riesgo-laboral-durante-2023>
- Galindo, J. A. (26 de Septiembre de 2024). Diariamente 1,561 trabajadores se accidentan



- y enferman en México. Obtenido de <https://oem.com.mx/elsoldetoluca/analisis/diariamente-1-561-trabajadores-se-accidentan-y-enferman-en-mexico-13016988>
- Hernández, G. (28 de Abril de 2024). Día de la Seguridad y Salud en el Trabajo: Los empleos más riesgosos en México en 2024. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/capitalhumano/Dia-de-la-Seguridad-y-Salud-en-el-Trabajo-Los-empleos-mas-riesgosos-en-Mexico-en-2024-20240426-0091.html>
 - IBERO. (3 de Diciembre de 2024). ¿Qué es seguridad y salud en el trabajo? Importancia y dónde estudiar. Obtenido de <https://www.iberu.edu.co/blog/articulos/que-es-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-importancia-y-donde-estudiar>
 - Joel, H. (22 de Septiembre de 2024). Marco Normativo de Seguridad y Salud en el Trabajo. Obtenido de <https://www.sepresst.com.mx/2019/11/13/normas-oficiales-mexicanas-de-la-stps/>
 - Nehuén, T. (16 de Enero de 2024). Definición de Seguridad laboral. Obtenido de <https://definicion.de/seguridad-laboral/>
 - Secretaria de Trabajo y Prevención Social. (s.f.). Marco normativo de seguridad y salud en el trabajo. Obtenido de <https://asinom.stps.gob.mx/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>
 - STPS. (s.f.). Condiciones de uso. Obtenido de <https://asinom.stps.gob.mx/Centro/CentroAsistenteLogin.aspx>



MOODQUEST: APLICACIÓN MÓVIL GAMIFICADA PARA EL APOYO EMOCIONAL Y MANEJO DEL ESTRÉS ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Rojas Nando Julio Cesar ¹, Reyes Luna Nayely², Vergara Sarabia Hector Jesús³, Martínez Cariño Antonio ⁴, Rubio Luna Karol ⁵

1. Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, jc.rojas@hotmail.com
2. Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Nayely.reyes@itsao.edu.mx
3. Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309051@acatlan.tecnm.mx
4. Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309026@acatlan.tecnm.mx
5. Ingeniería Informática, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309045@acatlan.tecnm.mx

Resumen: El estrés académico representa una problemática frecuente en estudiantes universitarios, afectando su bienestar emocional y su rendimiento escolar. El objetivo de este trabajo fue desarrollar MoodQuest, una aplicación móvil gamificada orientada al apoyo emocional y manejo del estrés académico mediante herramientas digitales interactivas. Para el desarrollo del sistema se utilizó la metodología ágil Extreme Programming (XP), empleando Kotlin para la programación de la aplicación y Firebase para la gestión de datos y autenticación de usuarios. La aplicación integra módulos de respiración guiada, retos diarios, lecturas relajantes y personalización del personaje principal. Como parte de la validación inicial, se realizaron pruebas funcionales con 15 estudiantes universitarios de entre 19 y 23 años. Los resultados obtenidos mostraron un correcto funcionamiento de los módulos principales del sistema, sin presentar fallos graves durante las pruebas. Asimismo, los participantes señalaron que la aplicación resultó atractiva y útil como herramienta de apoyo emocional, destacando las actividades de relajación y la experiencia interactiva proporcionada por la gamificación. Se concluye que las aplicaciones móviles gamificadas pueden representar una alternativa tecnológica viable para complementar estrategias de bienestar emocional en estudiantes universitarios.

Palabras Clave: Estrés académico, aplicación móvil, bienestar emocional, gamificación, estudiantes universitarios, Extreme Programming, salud digital.



Abstract: Academic stress is a common problem among university students, affecting their emotional well-being and academic performance. The aim of this study was to develop MoodQuest, a gamified mobile application designed to provide emotional support and manage academic stress using interactive digital tools. The system was developed using the agile Extreme Programming (XP) methodology, employing Kotlin for application programming and Firebase for data management and user authentication. The application integrates modules for guided breathing, daily challenges, relaxing readings, and customization of the main character. As part of the initial validation, functional tests were conducted with 15 university students aged 19 to 23. The results showed that the main modules of the system functioned correctly, without any serious errors during testing. Participants also indicated that the application was attractive and useful as an emotional support tool, highlighting the relaxation activities and the interactive experience provided by gamification. It is concluded that gamified mobile applications can represent a viable technological alternative to complement emotional well-being strategies for university students. **Keywords:** Academic stress, mobile application, emotional well-being, gamification, university students.

Keywords: Academic stress, mobile application, emotional well-being, gamification, university students, Extreme Programming, digital health.

1 Introducción

El estrés académico se ha convertido en una de las problemáticas más comunes dentro del entorno universitario. Las exigencias relacionadas con el cumplimiento de tareas, evaluaciones, proyectos y responsabilidades académicas generan una presión constante en los estudiantes, lo que puede afectar su bienestar emocional y su rendimiento académico. Diversos estudios señalan que el estrés académico puede provocar problemas de concentración, ansiedad y dificultades en el desempeño escolar, lo que repercute directamente en la experiencia educativa del estudiante (Hernández-Arteaga & Limón, 2024). Este tipo de estrés surge cuando las demandas académicas superan la capacidad del estudiante para afrontarlas, produciendo respuestas tanto psicológicas como físicas. Factores como la carga de trabajo, la presión por obtener buenas calificaciones, la falta de tiempo y las expectativas personales o familiares influyen en el desarrollo de este fenómeno. Como resultado, muchos estudiantes experimentan agotamiento mental, desmotivación o dificultades para mantener un equilibrio entre su vida académica y personal (Hurtado, 2025). De acuerdo con un estudio publicado en *Frontiers in Psychiatry* (2022), los estudiantes universitarios representan uno de los grupos más vulnerables ante problemas relacionados con el estrés y la salud mental.

En los últimos años, el avance de las tecnologías digitales ha permitido el desarrollo de diversas herramientas orientadas a apoyar el bienestar emocional y la salud mental. En particular, las aplicaciones móviles han adquirido relevancia como recursos accesibles que pueden utilizarse en cualquier momento y lugar. Estas herramientas permiten a los usuarios monitorear su estado emocional, practicar ejercicios



de relajación o desarrollar hábitos saludables mediante interfaces interactivas y dinámicas. Las aplicaciones de salud digital se han convertido en una alternativa importante para complementar estrategias de autocuidado y prevención del estrés. Diversos estudios relacionados con aplicaciones móviles enfocadas en la salud mental señalan que estas herramientas pueden contribuir positivamente al bienestar emocional de los usuarios cuando integran funciones interactivas y accesibles.

Dentro de este contexto, la gamificación ha comenzado a utilizarse como una estrategia para mejorar la participación y motivación de los usuarios en aplicaciones digitales. La gamificación consiste en la incorporación de elementos propios de los juegos como recompensas, retos o sistemas de progreso en entornos que no son necesariamente juegos. Diversas investigaciones han demostrado que este enfoque puede aumentar la motivación, la participación y la adopción de hábitos positivos en los usuarios. Hamari, Koivisto y Sarsa (2014) señalan que la gamificación puede generar efectos positivos en la participación y compromiso de los usuarios dentro de plataformas digitales y sistemas interactivos.

En el ámbito de la salud mental, algunos estudios han explorado el uso de aplicaciones móviles gamificadas para apoyar a estudiantes en el manejo del estrés y el bienestar emocional. Los resultados han mostrado que este tipo de herramientas puede contribuir a mejorar la resiliencia y reducir síntomas relacionados con la ansiedad o el estrés, especialmente cuando se integran actividades interactivas que fomentan la participación del usuario. Hoffmann et al. (2017) mencionan que las aplicaciones móviles enfocadas en el manejo del estrés pueden beneficiarse significativamente del uso de elementos de gamificación para incrementar la interacción y permanencia de los usuarios.

A partir de este contexto surge MoodQuest, una aplicación móvil diseñada como una herramienta de apoyo para estudiantes universitarios que buscan mejorar la gestión del estrés académico. La aplicación integra actividades interactivas orientadas al bienestar emocional, tales como registro de emociones, ejercicios de respiración y dinámicas basadas en elementos de gamificación que buscan fomentar hábitos positivos en el usuario.

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo utilizando el lenguaje de programación Kotlin para la construcción de la aplicación móvil y Firebase como plataforma para la gestión de datos y autenticación de usuarios. Asimismo, para organizar el proceso de desarrollo del software se utilizó la metodología ágil Extreme Programming (XP), la cual permitió estructurar el trabajo en iteraciones cortas y realizar pruebas constantes para garantizar el funcionamiento adecuado de los módulos del sistema.

El presente artículo describe el proceso de desarrollo de la aplicación MoodQuest, así como los fundamentos conceptuales que sustentan el proyecto, la metodología empleada y los resultados obtenidos durante las pruebas del sistema. De esta manera, se busca mostrar la viabilidad de utilizar aplicaciones móviles como herramientas tecnológicas de apoyo para el bienestar emocional de estudiantes universitarios.



2 Sustento Teórico

Diversas investigaciones han señalado que el estrés académico puede generar consecuencias negativas en el bienestar emocional y en el desempeño académico de los estudiantes. Entre los efectos más comunes se encuentran dificultades de concentración, ansiedad, fatiga y disminución del rendimiento escolar (Berrío García & Mazo Zea, 2011). Asimismo, factores como la presión por cumplir con evaluaciones, la competencia académica y las expectativas personales pueden intensificar este fenómeno dentro del entorno universitario (Hernández-Arteaga & Limón, 2024).

Ante esta situación, el uso de tecnologías digitales ha comenzado a explorarse como una alternativa para apoyar el bienestar emocional de los estudiantes. En particular, las aplicaciones móviles han adquirido relevancia como herramientas que permiten brindar apoyo psicológico, promover hábitos saludables y facilitar estrategias de manejo del estrés. Estas aplicaciones ofrecen la ventaja de ser accesibles, portátiles y fáciles de utilizar, lo que permite a los usuarios interactuar con ellas en cualquier momento y lugar.

Dentro de las aplicaciones digitales orientadas al bienestar emocional, la gamificación se ha convertido en una estrategia cada vez más utilizada. La gamificación consiste en incorporar elementos propios de los juegos, como recompensas, desafíos o sistemas de progreso, dentro de entornos que no son necesariamente juegos. Este enfoque busca incrementar la motivación y la participación del usuario al transformar ciertas actividades en experiencias más dinámicas e interactivas. Estudios recientes han demostrado que el uso de aplicaciones móviles gamificadas puede contribuir a mejorar la resiliencia y el bienestar psicológico en estudiantes universitarios. Hamari, Koivisto y Sarsa (2014) señalan que la gamificación puede generar efectos positivos en la participación y compromiso de los usuarios dentro de plataformas digitales y sistemas interactivos. Este proyecto fue creado con las siguientes herramientas tecnológicas:

Figura 1. Android Studio



Nota: Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) oficial de Google para crear aplicaciones Android.

Android Studio fue seleccionado como entorno de desarrollo para MoodQuest debido a su compatibilidad con Kotlin y a las herramientas integradas que facilitan el diseño, programación, depuración y prueba de aplicaciones móviles Android. Además, su integración con el Android SDK y el emulador permitió realizar pruebas funcionales de la aplicación de manera eficiente durante el desarrollo del proyecto (Android



Developers, 2025).

Figura 2. Lenguaje de programación Kotlin



Nota: lenguaje de programación moderno, de tipado estático y código abierto

Kotlin fue utilizado como lenguaje principal para el desarrollo de MoodQuest debido a su sintaxis moderna, segura y compatible con Android Studio. Este lenguaje permite reducir la cantidad de código y minimizar errores frecuentes relacionados con valores nulos, facilitando el desarrollo y mantenimiento de la aplicación. Asimismo, Google recomienda Kotlin como uno de los lenguajes oficiales para el desarrollo de aplicaciones Android (Android Developers, 2025).

Figura 3. Firebase



Nota: plataforma en la nube destinada al desarrollo de aplicaciones web y móviles

Firebase fue implementado como plataforma de autenticación y almacenamiento de datos debido a que permite gestionar usuarios y sincronizar información en tiempo real sin necesidad de desarrollar una infraestructura de servidor propia. Esto facilitó el desarrollo rápido de MoodQuest y permitió almacenar de forma segura la información generada por los usuarios durante el uso de la aplicación (Firebase, 2025).

Figura 4. Figma



Nota: Plataforma líder de diseño colaborativo para interfaces digitales (UI/UX) y desarrollo de productos.

Figma fue utilizada para el diseño de las interfaces gráficas de MoodQuest debido a que permite crear prototipos interactivos y realizar diseños colaborativos de manera sencilla. Esta herramienta facilitó la



planificación visual de las pantallas de la aplicación y permitió organizar la experiencia de usuario antes de iniciar la fase de programación del sistema (Figma, 2025).

3 Metodología

Para la construcción del sistema se empleó la metodología ágil Extreme Programming (XP). Esta metodología se caracteriza por promover ciclos de desarrollo cortos, retroalimentación constante y pruebas frecuentes durante la creación del software. XP fue seleccionada debido a que permitió realizar mejoras continuas en la aplicación conforme avanzaba el proyecto, facilitando la corrección de errores y la implementación progresiva de nuevas funcionalidades.

Durante el desarrollo del proyecto se siguieron diferentes etapas basadas en los principios de XP, las cuales permitieron organizar el trabajo y estructurar el proceso de creación de la aplicación. Estas etapas incluyeron la planificación del proyecto, el diseño de interfaces, la codificación del sistema y la realización de pruebas funcionales para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación.

Asimismo, durante el desarrollo se utilizaron historias de usuario para identificar las necesidades principales de los estudiantes universitarios y definir las funcionalidades prioritarias de la aplicación. Algunas de las historias de usuario utilizadas fueron las siguientes:

Tabla 1. Historias de usuario

Historia de Usuario	Objetivo
El usuario podrá registrar su estado de ánimo diario	Identificar emociones relacionadas con el estrés académico
El usuario podrá acceder a ejercicios de respiración guiada	Favorecer técnicas de relajación y bienestar emocional
El usuario podrá completar retos y obtener recompensas	Incrementar la motivación y participación del usuario
El usuario podrá personalizar su personaje	Mejorar la experiencia e interacción dentro de la aplicación

Nota. Las historias de usuario permitieron identificar las necesidades principales de los estudiantes y organizar las funcionalidades prioritarias del sistema.

El desarrollo del proyecto se organizó mediante iteraciones cortas, permitiendo implementar mejoras progresivas durante la creación de la aplicación.



Tabla 2. Iteraciones del proyecto

Iteración	Actividades realizadas
Iteración 1	Diseño inicial de interfaces y estructura de la aplicación
Iteración 2	Implementación del registro e inicio de sesión
Iteración 3	Desarrollo del módulo de emociones y respiración guiada
Iteración 4	Implementación de retos, recompensas y personalización
Iteración 5	Pruebas funcionales y corrección de errores

Nota. Las iteraciones permitieron desarrollar progresivamente las funcionalidades de la aplicación y realizar mejoras continuas durante el proyecto.

3. 1 Planificación

En la fase de planificación se identificó el problema relacionado con el estrés académico en estudiantes universitarios y la necesidad de contar con herramientas digitales que apoyaran el bienestar emocional. A partir de este análisis se planteó la idea de desarrollar una aplicación móvil que permitiera a los usuarios registrar sus emociones, realizar ejercicios de relajación y participar en actividades interactivas orientadas al manejo del estrés.

Durante esta etapa también se definieron los requerimientos principales del sistema, así como las funcionalidades que formarían parte de la aplicación MoodQuest. Entre las funciones principales se establecieron el registro de usuarios, el almacenamiento de información mediante una base de datos y la implementación de módulos interactivos orientados al bienestar emocional.

3. 2 Diseño

En esta etapa se estableció la estructura general de la aplicación y la organización de los diferentes módulos que formarían parte de la plataforma.

El diseño del sistema incluyó la planificación de las interfaces de usuario, considerando aspectos relacionados con la claridad visual, la facilidad de navegación y la experiencia del usuario. Se buscó que la aplicación presentara una interfaz sencilla e intuitiva que permitiera a los estudiantes interactuar con las diferentes funciones de forma rápida y comprensible.

Como parte del diseño inicial de la aplicación, se desarrolló la interfaz para la creación de cuentas de usuario, mostrada en la Figura 5, la cual permite registrarse mediante correo electrónico y contraseña.



Figura 5. Creación de una cuenta

Nota: Se muestra la interfaz cuando el usuario quiera crear una cuenta nueva.

Posteriormente se diseñó la interfaz para la creación del perfil del usuario, presentada en la Figura 6, donde el usuario puede seleccionar un nombre y un avatar personalizado.

Figura 6. Creación del perfil

Nota: El usuario crea su perfil con un nombre e imagen de avatar.

Asimismo, se diseñó el menú principal de MoodQuest, mostrado en la Figura 7, el cual integra accesos a las funciones principales de la aplicación y elementos relacionados con la gamificación.

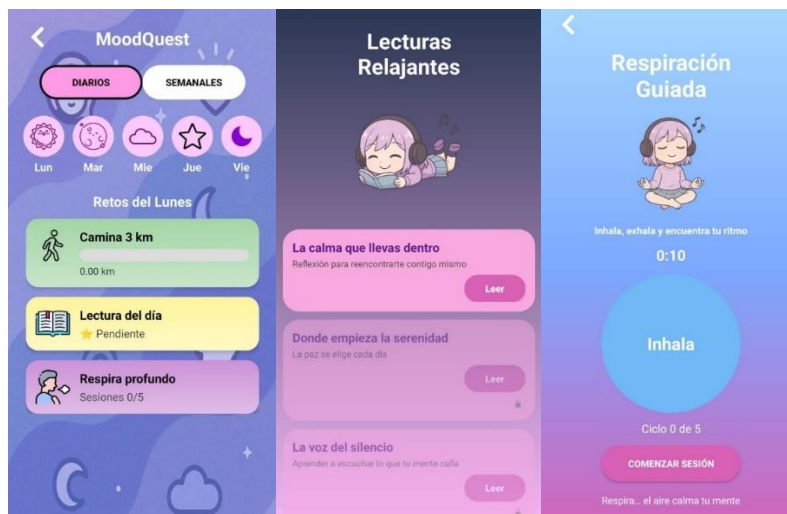
Figura 7. Menú principal

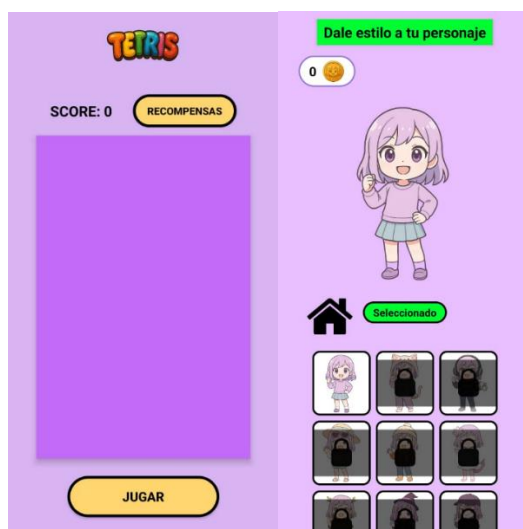


Nota: Se muestra la pantalla principal del menú.

Finalmente, se desarrollaron diferentes módulos interactivos orientados al bienestar emocional del usuario, como misiones diarias, lecturas relajantes, ejercicios de respiración guiada, minijuegos y personalización del personaje principal, los cuales se muestran en la Figura 8.

Figura 8. Módulos de la app





Nota: Se muestran las interfaces de los módulos de la app (Misiones Diarias, Lecturas relajantes, Respiración Guiada, un minijuego y un casillero de personalización).

Durante esta etapa también se definió la arquitectura general del sistema, estableciendo la forma en que la aplicación se comunicaría con la base de datos y cómo se organizarían los diferentes módulos que componen el sistema. Para ello se utilizó Firebase como plataforma de almacenamiento de datos, permitiendo gestionar la información de los usuarios de manera segura y eficiente.

3. 3 Codificación

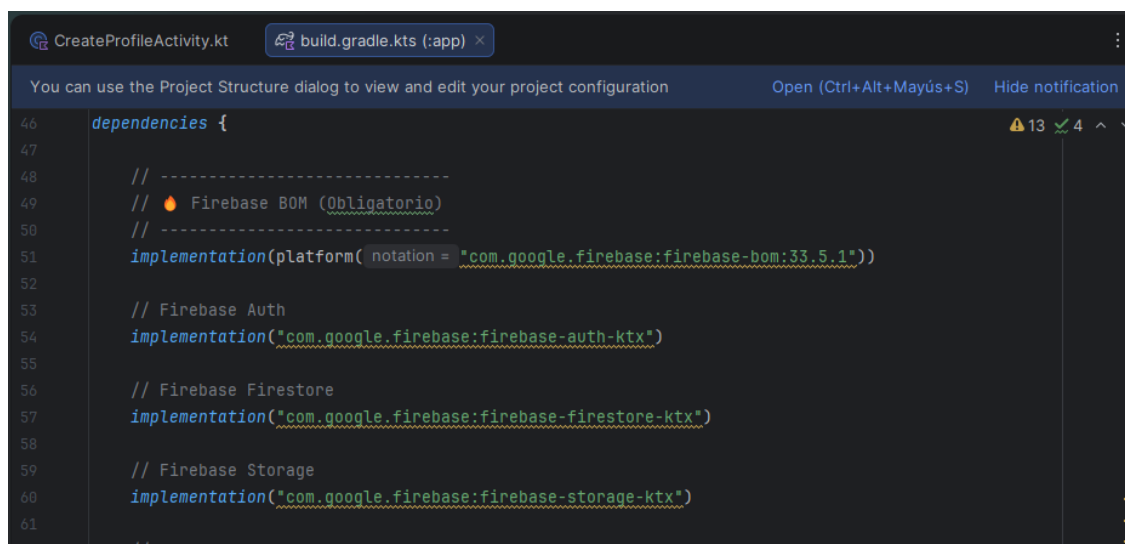
La fase de codificación consistió en la implementación del código necesario para el funcionamiento de la aplicación MoodQuest. Durante esta etapa se programaron las diferentes funcionalidades del sistema utilizando el lenguaje de programación **Kotlin**, el cual es uno de los lenguajes oficiales para el desarrollo de aplicaciones en Android.

En esta etapa se desarrollaron los distintos módulos que conforman la aplicación, incluyendo el sistema de registro de usuarios, el módulo de autenticación, el registro de emociones y las actividades interactivas orientadas al manejo del estrés. Cada una de estas funcionalidades fue implementada siguiendo una estructura organizada del código que permitiera facilitar futuras modificaciones o mejoras en el sistema. Además, se integró la plataforma **Firebase** para gestionar la autenticación de usuarios y el almacenamiento de la información generada dentro de la aplicación. Esto permitió que los datos registrados por los usuarios pudieran almacenarse de forma segura y sincronizarse correctamente con la base de datos.

El proceso de codificación se realizó de manera iterativa, siguiendo los principios de la metodología XP. Esto permitió realizar mejoras continuas en el código, corregir errores detectados durante el desarrollo y optimizar el funcionamiento de los módulos implementados en la aplicación.

Figura 9. Líneas de código (firebase)





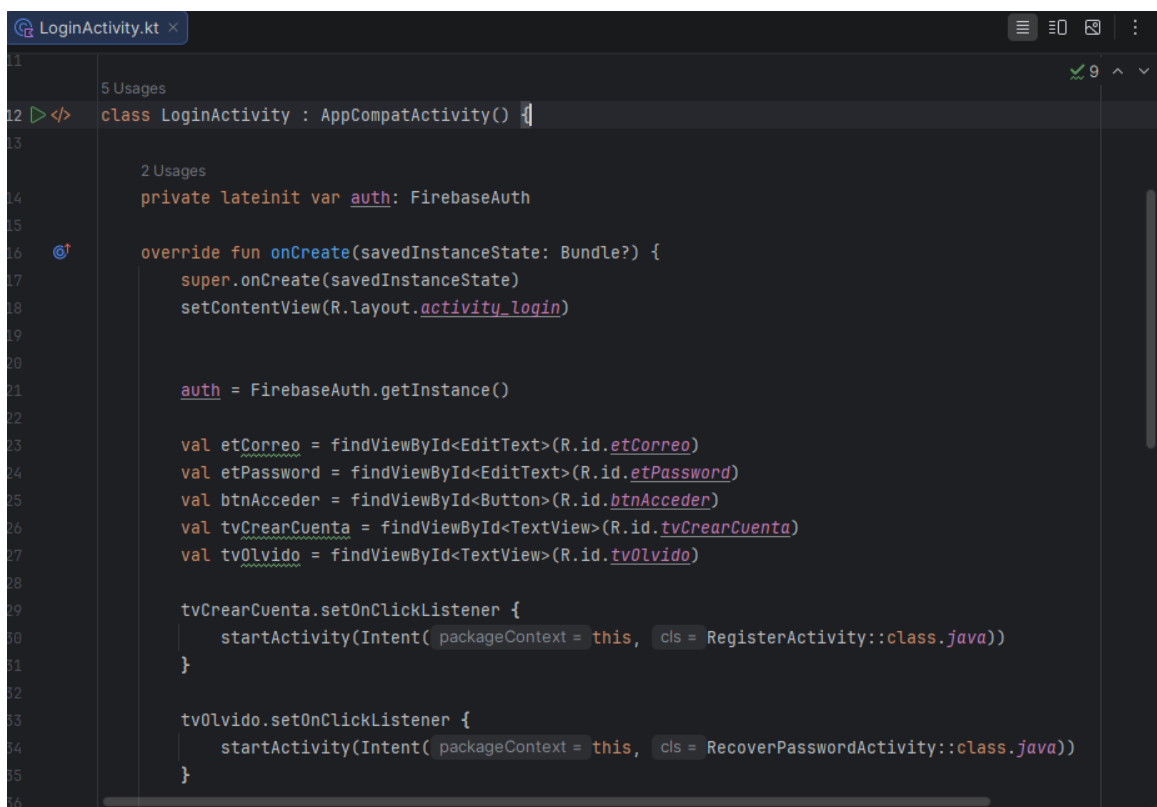
```

46 dependencies {
47
48     // -----
49     // 🚀 Firebase BOM (Obligatorio)
50     // -----
51     implementation(platform( notation = "com.google.firebase:firebase-bom:33.5.1"))
52
53     // Firebase Auth
54     implementation("com.google.firebase:firebase-auth-ktx")
55
56     // Firebase Firestore
57     implementation("com.google.firebase:firebase-firestore-ktx")
58
59     // Firebase Storage
60     implementation("com.google.firebase:firebase-storage-ktx")
61
62     //

```

Notas: Este código muestra la implementación con Firebase

Figura 10. Código del inicio de sesión



```

11
12 class LoginActivity : AppCompatActivity() {
13
14     2 Usages
15     private lateinit var auth: FirebaseAuth
16
17     override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
18         super.onCreate(savedInstanceState)
19         setContentView(R.layout.activity_login)
20
21         auth = FirebaseAuth.getInstance()
22
23         val etCorreo = findViewById<EditText>(R.id.etCorreo)
24         val etPassword = findViewById<EditText>(R.id.etPassword)
25         val btnAcceder = findViewById<Button>(R.id.btnAcceder)
26         val tvCrearCuenta = findViewById<TextView>(R.id.tvCrearCuenta)
27         val tvOlvido = findViewById<TextView>(R.id.tvOlvido)
28
29         tvCrearCuenta.setOnClickListener {
30             startActivity(Intent( packageContext = this, cls = RegisterActivity::class.java))
31         }
32
33         tvOlvido.setOnClickListener {
34             startActivity(Intent( packageContext = this, cls = RecoverPasswordActivity::class.java))
35         }
36

```

Nota: Estas líneas muestran una parte del inicio de sesión



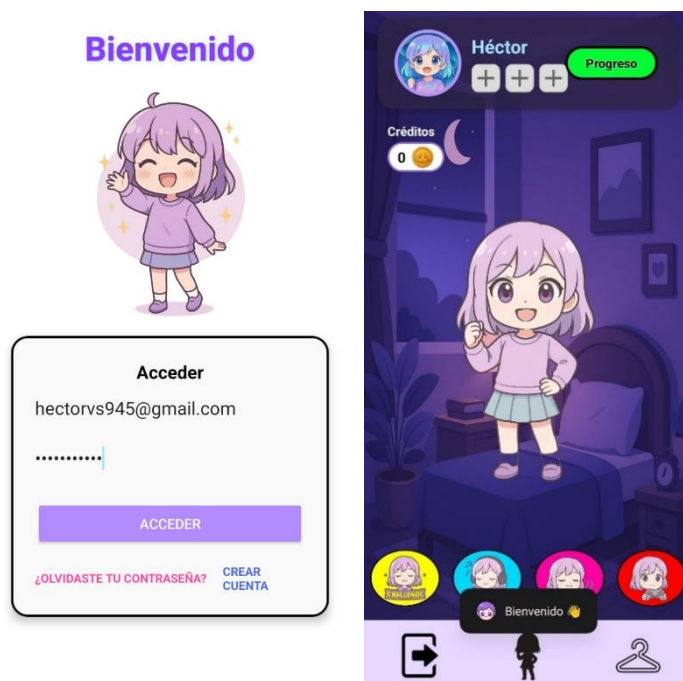
3. 4 Pruebas

Durante esta etapa se realizaron pruebas relacionadas con el registro e inicio de sesión de usuarios, el almacenamiento de información en la base de datos y la interacción del usuario con las diferentes herramientas disponibles dentro de la aplicación. Asimismo, se verificó que los datos generados por los usuarios se almacenaran correctamente dentro de la plataforma Firebase.

También se evaluó la navegación dentro de la aplicación y el funcionamiento de las diferentes pantallas del sistema, con el objetivo de garantizar que la experiencia del usuario fuera clara y funcional. Estas pruebas permitieron identificar pequeños ajustes en la interfaz y en el funcionamiento de algunos módulos, los cuales fueron corregidos antes de la versión final de la aplicación.

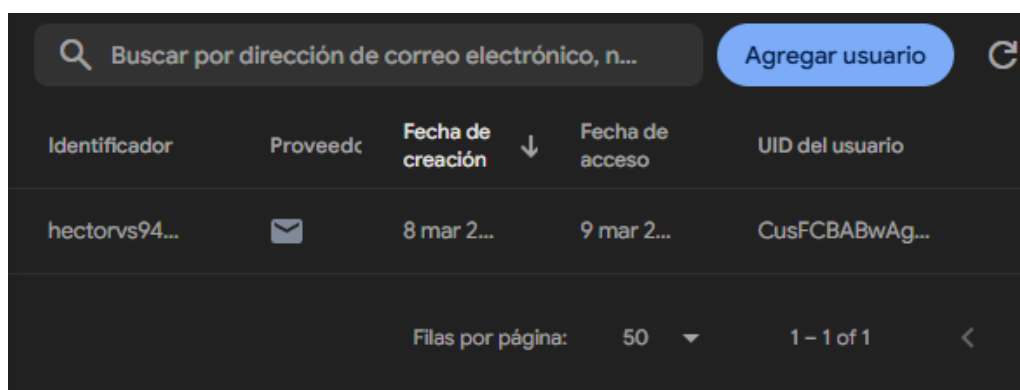
Los resultados obtenidos durante esta fase permitieron comprobar que la aplicación MoodQuest cumple con las funcionalidades planteadas en el proyecto y que el sistema responde adecuadamente a las acciones realizadas por los usuarios.

Figura 11. Panel de acceso



Nota: Se muestra el ingreso de las claves y el acceso permitido.

Figura 12. Cuenta registrada en Firebase



Identificador	Proveedc	Fecha de creación	Fecha de acceso	UID del usuario
hectorvs94...		8 mar 2...	9 mar 2...	CusFCBABwAg...

Filas por página: 50 1 - 1 of 1

Nota: Se muestra el usuario ya en la base de datos.

4 Resultados de discusión

Durante el desarrollo de la aplicación MoodQuest se obtuvo como resultado una aplicación móvil funcional orientada a apoyar el manejo del estrés académico en estudiantes universitarios. El sistema integra diferentes módulos que permiten a los usuarios interactuar con la aplicación y utilizar herramientas diseñadas para promover el bienestar emocional.

Uno de los primeros resultados observados durante las pruebas del sistema fue el correcto funcionamiento del módulo de registro e inicio de sesión de usuarios, el cual permite crear cuentas y acceder a las diferentes funciones de la aplicación mediante autenticación con Firebase. Asimismo, se comprobó el almacenamiento correcto de la información generada por los usuarios dentro de la base de datos, permitiendo conservar registros relacionados con emociones, actividades realizadas y progreso dentro de la aplicación.

Las pruebas funcionales fueron realizadas con la participación de 15 estudiantes universitarios de entre 19 y 23 años, quienes interactuaron con los principales módulos de MoodQuest, entre ellos respiración guiada, retos diarios, lecturas relajantes y personalización del personaje principal. Durante las pruebas se observó que los usuarios pudieron navegar correctamente entre las diferentes pantallas de la aplicación sin presentar dificultades importantes en el uso de la interfaz.

Como parte de la evaluación de la aplicación, se realizó una encuesta de usabilidad orientada a conocer la percepción de los estudiantes respecto al funcionamiento y utilidad de MoodQuest. Los resultados obtenidos mostraron que el 86.6% de los participantes consideró que la aplicación presenta una interfaz visualmente atractiva y fácil de utilizar, mientras que el 80% señaló que las actividades interactivas ayudaron parcialmente a disminuir sensaciones relacionadas con estrés o ansiedad durante el uso de la aplicación.

En relación con los módulos implementados, las herramientas que generaron mayor interacción fueron los ejercicios de respiración guiada y los retos diarios, debido a que los estudiantes consideraron que estas



actividades resultaban más dinámicas y entretenidas. Asimismo, algunos participantes señalaron que la personalización del personaje principal contribuía a generar una experiencia más llamativa e interactiva dentro de la aplicación, aumentando el interés por continuar utilizando las diferentes funciones disponibles. Durante las pruebas no se detectaron errores graves en el funcionamiento del sistema. La integración con Firebase permitió almacenar correctamente la información de los usuarios y mantener sincronizados los datos generados dentro de la aplicación. De igual manera, las pruebas funcionales permitieron identificar pequeños ajustes relacionados con la interfaz y organización visual de algunos módulos, los cuales fueron corregidos durante el proceso de desarrollo.

Los participantes también realizaron algunas recomendaciones para futuras versiones de MoodQuest. Entre las sugerencias más frecuentes se encontró la incorporación de nuevas técnicas de relajación, una mayor variedad de actividades interactivas y más opciones de personalización para el personaje principal. Estas observaciones permitieron identificar posibles áreas de mejora para futuras actualizaciones de la aplicación.

A partir de los resultados obtenidos, se considera que MoodQuest representa una alternativa tecnológica funcional para apoyar el bienestar emocional de estudiantes universitarios mediante herramientas digitales interactivas. Además, el uso de elementos de gamificación permitió incrementar la participación e interacción de los usuarios dentro de la aplicación, favoreciendo una experiencia más dinámica y atractiva en comparación con herramientas tradicionales enfocadas únicamente en contenido informativo.

5 Conclusiones

El desarrollo de la aplicación MoodQuest permitió demostrar que las herramientas digitales pueden utilizarse como apoyo para el manejo del estrés académico en estudiantes universitarios mediante actividades interactivas orientadas al bienestar emocional. A través de la implementación de módulos como registro de emociones, ejercicios de respiración guiada, retos diarios y personalización del personaje principal, se logró desarrollar una aplicación funcional enfocada en promover experiencias dinámicas e interactivas para los usuarios.

Las pruebas funcionales realizadas con 15 estudiantes universitarios de entre 19 y 23 años permitieron comprobar el correcto funcionamiento de los principales módulos del sistema. Asimismo, los resultados obtenidos durante la evaluación mostraron que el 86.6% de los participantes consideró que la aplicación presenta una interfaz atractiva y fácil de utilizar, mientras que el 80% señaló que las actividades implementadas contribuyeron parcialmente a disminuir sensaciones relacionadas con estrés o ansiedad. La utilización de la metodología Extreme Programming (XP) permitió organizar el desarrollo del sistema mediante iteraciones cortas y pruebas constantes, facilitando la corrección de errores y la mejora progresiva de las funcionalidades de la aplicación durante el proceso de desarrollo.

De igual manera, el uso de Firebase permitió gestionar correctamente la autenticación de usuarios y el



almacenamiento de información dentro de la aplicación, manteniendo un funcionamiento estable durante las pruebas realizadas.

Los resultados obtenidos permiten considerar que MoodQuest representa una alternativa tecnológica viable como herramienta complementaria de apoyo emocional para estudiantes universitarios. Además, el uso de elementos de gamificación favoreció la interacción y participación de los usuarios dentro de la aplicación, generando una experiencia más dinámica y atractiva.

Finalmente, como trabajo futuro, se plantea incorporar nuevas técnicas de relajación, ampliar las opciones de personalización del personaje principal y desarrollar nuevas actividades interactivas orientadas al seguimiento del bienestar emocional de los usuarios. Asimismo, se contempla realizar futuras pruebas con una mayor cantidad de participantes para obtener resultados más amplios sobre el impacto de la aplicación en estudiantes universitarios.

6 Referencias

- *Kotlin y Android*. (s. f.). Android Developers. <https://developer.android.com/kotlin?hl=es-419>
- *Documentación*. (s. f.). Firebase. <https://firebase.google.com/docs?hl=es-419>
- Hernández-Arteaga, L. G., & Limón, M. L. S. (2024). Estrés y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *RIDE Revista Iberoamericana Para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 15(29). <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2200>
- Hurtado, M. (2025, 1 octubre). *Estrés Académico y Su Impacto en el Rendimiento Estudiantil*. AGS Psicólogos Madrid. <https://www.ags-psicologosmadrid.com/estres/estres-academico/?utm>
- Berrío García, N., & Mazo Zea, R. (2011). *Estrés académico*. Revista de Psicología Universidad de Antioquia, 3(2), 65–82. https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-48922011000200006
- Team, M. (s. f.). *Frontiers in Psychiatry*. Frontiers. <https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry>
- *Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification*. (2014, 1 enero). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6758978>
- Hoffmann, A., Christmann, C. A., & Bleser, G. (2017). Gamification in Stress Management Apps: A Critical App Review. *JMIR Serious Games*, 5(2), e13. <https://doi.org/10.2196/games.7216>
- InterUAT Oficial. (2019, 27 marzo). *InterUAT - Estrés y ansiedad en el estudiante universitario* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=aTJZT5lCdeo>
- Figma. (2025). *What is Figma?* Figma. <https://www.figma.com>
- 24 Horas - TVN Chile. (2019, 19 junio). *Doctor entrega recomendaciones para combatir el estrés universitario* | 24 Horas TVN Chile [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=HWHZ-IVHXHk>



PLANIFICACIÓN TERRITORIAL PARTICIPATIVA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y RECURSOS BIOCULTURALES EN TLALCOZOTITLÁN, COPALILLO, GUERRERO

Rodríguez-Noguez, Ricardo¹, Huerta-Zavala, Noe² Hernández-Castro, Elías³, Ochoa-Miranda, Rafael⁴, Huerta-Zavala, Jorge^{5*}

1. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAA), Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), 22306642@uagro.mx
2. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local (MCAyGL). Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), noehuertaza@gmail.com
3. Doctorado en Sostenibilidad de Recursos Agropecuarios (DSRA), Campus Tuxpan, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), ehernandez@uagro.mx
4. Innovaciones El Cedral S. C., basicochoa@hotmail.com
5. Doctorado en Sostenibilidad de Recursos Agropecuarios (DSRA), Campus Tuxpan, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), jorgehuza@hotmail.com
6. *Autor de correspondencia: jorgehuza@hotmail.com

Resumen: Esta investigación documentó el proceso de Planificación Territorial Comunitaria en Tlalcozotitlán, Guerrero, con el objetivo de construir una zonificación participativa que armonizara la conservación biocultural con las necesidades productivas locales. Se aplicó un enfoque metodológico mixto que articuló de manera bidireccional la Investigación-Acción Participativa y los Sistemas de Información Geográfica. Los resultados permitieron regionalizar el territorio mediante Unidades de Gestión Ambiental, asignando el 63.41% de la superficie a conservación estricta y el 34.18% al aprovechamiento agroforestal sustentable. Se concluyó que esta regionalización benefició la gobernanza agraria, resolvió conflictos por invasión ganadera y optimizó la prevención de incendios forestales. Finalmente, el ordenamiento se institucionalizó legalmente dentro del Estatuto Comunal, garantizando la soberanía territorial y la resiliencia climática a largo plazo.

Palabras clave: Agroforestería, gobernanza territorial, ordenamiento comunitario, planificación, sostenibilidad y servicios ecosistémicos.



Abstract: This research documented the Community Territorial Planning process in Tlalcozotitlán, Guerrero, with the objective of building a participatory zoning that harmonized biocultural conservation with productive needs. A mixed methodological approach was applied, bidirectionally articulating Participatory Action Research and Geographic Information Systems. The results allowed for the regionalization of the territory through Environmental Management Units, allocating 63.41% of the surface to strict conservation and 34.18% to sustainable agroforestry use. It was concluded that this regionalization benefited agrarian governance, resolved conflicts over cattle invasion, and optimized forest fire prevention. Finally, the land management plan was legally institutionalized within the Communal Statute, guaranteeing long-term territorial sovereignty and climate resilience.

Keywords: Agroforestry, territorial governance, community order, planning, sustainability, and ecosystem services.

1. Introducción

La gestión y administración de los recursos naturales en México han experimentado una transformación hacia modelos participativos que reconocen a las comunidades rurales e indígenas como los principales custodios de la biodiversidad nacional (CONAFOR, 2025). La Planificación Territorial Comunitaria se ha consolidado como una herramienta estratégica de planeación que permite diagnosticar la situación actual de los ecosistemas locales y proyectar esquemas de uso del suelo compatibles con la conservación ambiental y el desarrollo socioeconómico (Valencia-Trejo et al., 2020).

En el estado de Guerrero, la notable riqueza biológica de la región fisiográfica de la Depresión del Balsas exige el desarrollo de esquemas de gobernanza local robustos que mitiguen los procesos acelerados de degradación ambiental, tales como la erosión edáfica, los incendios forestales recurrentes y la pérdida progresiva de servicios ecosistémicos críticos (Toledo, 1994). Una de las áreas prioritarias para implementar este tipo de gobernanza territorial es la comunidad de Tlalcozotitlán, ubicada en el municipio de Copalillo, Guerrero, donde convergen ecosistemas de selva baja caducifolia, sistema milpa, sistemas agroforestales tradicionales basados en el cultivo de agaves mezcaleros, y una biodiversidad singular que incluye especies endémicas y en riesgo.

La comunidad de Tlalcozotitlán enfrenta desafíos ambientales significativos derivados de la expansión de la ganadería extensiva, la extracción no regulada de recursos forestales maderables y no maderables, y el cambio en los patrones de uso del suelo. Estos procesos han generado fragmentación del hábitat, pérdida de conectividad ecológica y disminución en la provisión de servicios ambientales hidrológicos fundamentales para la subsistencia de las



familias campesinas (Espinoza et al., 1999).

Paralelamente, la comunidad mantiene prácticas tradicionales de manejo de recursos bioculturales que representan oportunidades para la conservación in situ y el desarrollo de cadenas de valor sustentables (Torres-García et al., 2019). Entre estas destacan los sistemas agroforestales de agave-maíz-frijol, la producción artesanal de mezcal, y el conocimiento ecológico tradicional sobre especies de fauna silvestre de importancia ecológica, como el murciélago magueyero menor (*Leptonycteris yerbabuenae* Martínez y Villa-R), especie clave en la polinización de agaves y catalogada como amenazada en la normatividad mexicana.

La integración de estos elementos bioculturales en un proceso de ordenamiento territorial participativo constituye una estrategia innovadora para fortalecer la gobernanza ambiental local, generar alternativas productivas sustentables y contribuir a los compromisos nacionales de conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático (Soriano Vicente et al., 2022).

El presente estudio tuvo como objetivo documentar y sistematizar el proceso de Planificación Territorial Comunitaria desarrollado en Tlalcozotitlán, integrando herramientas de diagnóstico participativo, análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica, y la construcción colectiva de una propuesta de zonificación territorial que armonice la conservación de los servicios ecosistémicos con las necesidades productivas y culturales de la comunidad.

2. Sustento Teórico

La Planificación Territorial Comunitaria (PTC) se define como un proceso autogestivo de ordenamiento donde la comunidad local toma las decisiones fundamentales sobre el uso, manejo y aprovechamiento de sus recursos naturales (Valencia-Trejo et al., 2020). Este enfoque se fundamenta teóricamente en la Investigación-Acción Participativa (IAP), la cual busca que los habitantes locales dejen de ser sujetos pasivos de estudio para convertirse en protagonistas del diseño de sus propias estrategias de manejo territorial, fortaleciendo así la gobernanza ambiental y la autodeterminación (Valencia-Trejo et al., 2020). Para la operatividad de la PTC, es esencial la implementación de herramientas de Diagnóstico Rural Participativo (DRP) que faciliten el rescate y la sistematización de los saberes locales (Geilfus, 2002). Instrumentos como los mapas parlantes y los calendarios estacionales son fundamentales para identificar ciclos fenológicos de especies clave, zonificaciones tradicionales y conflictos territoriales desde la perspectiva de los propios actores (Geilfus, 2002; Martínez Sánchez et al., 2019). Este diálogo de saberes permite que la gestión técnica de la biodiversidad adquiera una legitimidad social necesaria para su permanencia (Geilfus, 2002; Valencia-Trejo et al., 2020).

En el contexto de ecosistemas estratégicos, la gestión territorial debe articularse bajo el concepto de identidad biocultural, el cual reconoce la interdependencia histórica entre la riqueza biológica y las prácticas culturales de manejo (Soriano Vicente et al., 2022). La selva baja caducifolia, caracterizada por su alta estacionalidad, presenta una vulnerabilidad crítica ante el cambio de uso de suelo y la pérdida de



conectividad estructural (Arteaga Aguilar et al., 2014). Por ello, el manejo de recursos emblemáticos, como los agaves, requiere de esquemas que integren la conservación de los servicios ecosistémicos con las necesidades productivas comunitarias bajo criterios de sostenibilidad (Torres-García et al., 2019).

Finalmente, la sostenibilidad a largo plazo depende de la formalización institucional de los acuerdos colectivos a través de la planificación territorial (Arroyo Antúnez, 2021). La traducción de los consensos comunitarios en instrumentos jurídicos internos, como la actualización de los estatutos comunales y los reglamentos de manejo, brinda certidumbre legal y administrativa a las decisiones locales. Esto asegura que la protección del patrimonio biocultural trascienda los cambios de autoridades y fortalezca la resiliencia social ante los retos ambientales contemporáneos (Soriano Vicente et al., 2022).

3. Metodología

a. Área de estudio

El área de estudio se localizó en la comunidad agraria de Tlalcozotitlán, perteneciente al municipio de Copalillo, en la región Norte del estado de Guerrero, México. Geográficamente, se ubica en las coordenadas extremas 17°46'00" y 17°53'00" N, y 98°57'00" y 99°06'00" O, abarcando una superficie total de 22,025.26 hectáreas de propiedad comunal (INEGI, 2016, 2021a; figura 1).

El territorio comunal se encuentra inmerso en la provincia fisiográfica de la Depresión del Balsas, caracterizada por un relieve accidentado con altitudes que oscilan entre los 550 y 1,800 metros sobre el nivel del mar. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw1), con una precipitación media anual de 900 mm y temperatura media anual de 24°C (Hijmans et al., 2005; INEGI, 2020a).

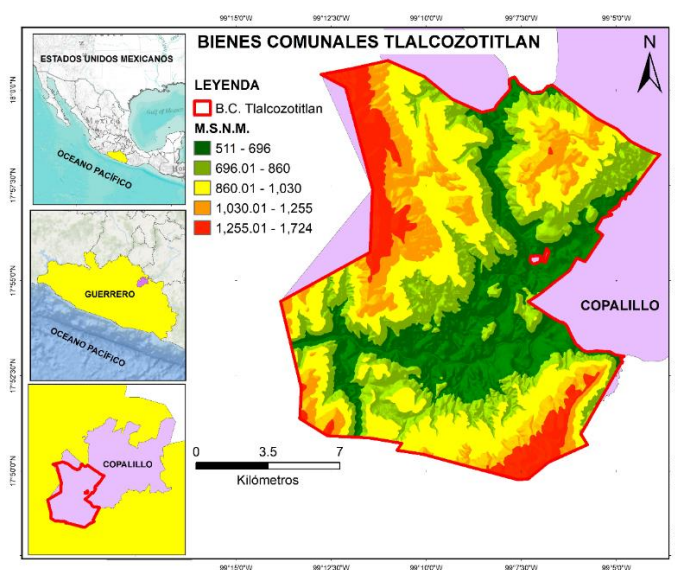


Figura 1. Localización de los Bienes Comunales de Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.



La vegetación dominante corresponde a selva baja caducifolia, ecosistema característico de la Depresión del Balsas que presenta adaptaciones a la sequía estacional pronunciada. Este ecosistema alberga una diversidad florística notable que incluye especies arbóreas como *Bursera* spp., *Lysiloma divaricatum*, *Ceiba aesculifolia*, y diversas especies de cactáceas columnares, otros tipos de vegetación corresponde a agricultura de temporal, bosques de encino y pastizal inducido (INEGI, 2021b).

Desde el punto de vista socioeconómico, Tlalcozotitlán es una comunidad con alto grado de marginación según los índices oficiales (CONAPO, 2020). La población total registrada en el censo de 2020 fue de 1,847 habitantes distribuidos en 12 localidades (INEGI, 2020b), con actividades económicas centradas en la agricultura de temporal (principalmente maíz y frijol), ganadería bovina extensiva, y una incipiente producción artesanal de mezcal a partir de agaves silvestres y cultivados.

b. Enfoque metodológico: articulación IAP-SIG

Para dar cumplimiento al objetivo de este estudio —consistente en documentar, extraer y construir una propuesta de zonificación territorial comunitaria que armonice la conservación biocultural con las necesidades productivas— se adoptó un enfoque metodológico mixto e integrado. Este diseño vincula de manera bidireccional la Investigación-Acción Participativa (IAP) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitiendo una interacción constante entre el conocimiento empírico local y las herramientas geoespaciales avanzadas (Arteaga Aguilar et al., 2014).

La complementariedad de ambos enfoques responde a que los problemas socioambientales y de cambio de uso de suelo no pueden resolverse únicamente desde un análisis técnico cartográfico de gabinete, ni exclusivamente desde la percepción social aislada de la comunidad (Valencia-Trejo et al., 2020). La IAP aporta la legitimidad social, el rescate del conocimiento ecológico tradicional y el fortalecimiento de la gobernanza interna. Por su parte, los SIG dotan al proceso de la precisión geométrica, consistencia geográfica y validación espacial requeridas para que los acuerdos ejidales o comunales sean viables operativamente en el territorio, como ocurre de forma concreta en la delimitación de zonas críticas para la prevención y combate de incendios forestales (figura 2a; Martínez Sánchez et al., 2019). De este modo, la metodología se estructuró en fases secuenciales e interdependientes donde cada herramienta social alimenta un procesamiento espacial y viceversa.

c. Fases del proceso metodológico

Fase 1: Aplicación de la IAP y diagnóstico social participativo

La primera fase operativa se centró en los principios de la IAP para asegurar la apropiación social del proyecto. Se constituyó un Comité de Ordenamiento Territorial integrado por 15 comuneros representantes de las distintas localidades y las 12 autoridades comunales en funciones. Con este órgano de vinculación se coordinaron e impartieron diez talleres participativos basados en las directrices del Diagnóstico Rural Participativo (DRP; Geilfus, 2002), promoviendo la integración activa de productores agropecuarios, grupos de mujeres (figura 2c) y jóvenes. En estos espacios se documentaron las percepciones locales sobre los recursos naturales, los problemas ambientales y las aspiraciones comunitarias (Valencia-Trejo



et al., 2020) mediante la aplicación de tres técnicas cualitativas específicas:

- Líneas de tiempo: Utilizadas para reconstruir históricamente la degradación ambiental, la frecuencia de siniestros y los cambios drásticos en el uso del suelo asociados históricamente a la apertura de áreas ganaderas (Toledo, 1994).
- Mapas parlantes: Cartografía social realizada a mano alzada donde los propios habitantes plasmaron su percepción espacial sobre la distribución de la selva baja caducifolia, las fuentes de agua, las zonas tradicionales de recolección de palma y las áreas de reproducción de especies clave (Soriano Vicente et al., 2022).
- Matrices de priorización de conflictos: Con el fin de identificar y jerarquizar espacialmente las tensiones internas generadas por linderos deficientes, sobrepastoreo e incendios intencionales o accidentales (Arteaga Aguilar et al., 2014).

Fase 2: Articulación de campo: recorridos terrestres y levantamiento de datos SIG

Para conectar los mapas analógicos cognitivos creados por la comunidad en la fase anterior con un marco geográfico real y georreferenciado, se pasó a la etapa de comprobación y validación espacial. Se efectuaron ocho recorridos de campo de manera sistemática, los cuales fueron guiados por los propios comuneros e integrantes del comité (Martínez Sánchez et al., 2019).

Durante estas jornadas en terreno, la metodología participativa se fusionó directamente con las técnicas de los SIG mediante el levantamiento en tiempo real de 127 puntos de verificación espacial utilizando receptores GPS (Global Positioning System). En cada uno de los puntos visitados se estandarizó el registro mediante fichas técnicas de campo que contenían: coordenadas geográficas precisas, descripción fisonómica de la vegetación, uso actual observable de la tierra y un inventario empírico de problemáticas visibles (erosión, tala o sobrepastoreo). Estos registros sirvieron como los datos de "verdad de terreno", indispensables para calibrar y validar los modelos geoespaciales posteriores (Vásquez Ortiz et al., 2019).

Fase 3: Procesamiento geoespacial en SIG y modelación de escenarios

El análisis espacial técnico se realizó en un entorno informático de SIG empleando software especializado (ESRI, 2015), constituyendo el núcleo metodológico donde convergieron formalmente los datos cualitativos de la IAP con las herramientas geográficas cuantitativas. En esta etapa, los 127 puntos GPS colectados en campo se ingresaron como variables vectoriales y se cruzaron mediante análisis de superposición interactiva (*overlaying*) con coberturas oficiales a escala 1:50,000 correspondientes a hidrografía, curvas de nivel y tipos de vegetación (INEGI, 2021b).

Este procedimiento permitió especializar, indexar y procesar cartográficamente la información cualitativa obtenida de los mapas parlantes y las matrices de conflicto, modelando digitalmente tres escenarios espaciales críticos en función directa de los objetivos de sostenibilidad del estudio:

- Escenario de uso actual: Consistió en una cartografía sistemática que cruzó los linderos comunales con los puntos de verificación vegetal e imágenes satelitales. Este modelo calculó con precisión geométrica la superficie exacta y los porcentajes de afectación real de las actividades



antrópicas sobre el ecosistema, detectando matemáticamente que la ganadería extensiva ya ocupaba e impactaba un 13.36% del total de la superficie comunal, acelerando los procesos locales de degradación del suelo (INEGI, 2024; SEMARNAT, 2021).

- Escenario tendencial: Se estructuró como una proyección geoespacial y geométrica fundamentada en la tasa histórica de deforestación local. Este modelo simuló probabilísticamente lo que ocurriría con la cobertura de la selva baja caducifolia y los servicios hídricos esenciales en un horizonte de los próximos 10 años, bajo el supuesto de que la frontera agropecuaria continuara su avance desordenado y sin la adopción de regulaciones o acuerdos internos de control (Arteaga Aguilar et al., 2014).
- Escenario ideal (propuesta de zonificación colectiva): Representó el punto de máxima articulación interdisciplinaria del estudio mediante la generación de capas vectoriales que dividieron las 22,025.26 hectáreas del territorio en Unidades de Gestión Ambiental (UGA). La delimitación cartográfica final de estas subzonas no obedeció a criterios algorítmicos automatizados de gabinete; por el contrario, se construyó y pulió a través de tres talleres iterativos de ajuste, cartografía participativa y retroalimentación directa con el Comité de Ordenamiento (figura 2b). Durante estas sesiones, los polígonos vectoriales generados por el software SIG se proyectaban en tiempo real ante la asamblea de productores para rectificar, validar y redefinir los límites geométricos con base en la toponimia local, la memoria biocultural del territorio y las realidades agrarias cotidianas de uso comunitario (Geilfus, 2002; Martínez Sánchez et al., 2019).

Fase 4: Análisis de datos e institucionalización de resultados

La información cualitativa derivada de la IAP se organizó mediante un análisis de contenido sistemático para codificar las reglas de uso propuestas por la comunidad, mientras que las capas vectoriales del escenario ideal se tradujeron en mapas impresos de gran formato para su fácil lectura colectiva (Geilfus, 2002).

Finalmente, bajo las directrices agrarias de la IAP, la propuesta definitiva de zonificación junto con sus lineamientos específicos de manejo fue presentado ante la Asamblea General de Comuneros (máximo órgano de decisión de la comunidad) para su respectiva validación, discusión a debate y aprobación definitiva (figura 2d; Vásquez Ortiz et al., 2019). La aprobación formal de la asamblea facultó la integración de la zonificación técnica y sus cartografías resultantes de manera directa en la actualización del Estatuto Comunal de Tlalcozotitlán, consolidando formalmente la transición del dato geoespacial a una norma jurídica comunitaria interna y plenamente vinculante (Arroyo Antúnez, 2021).





Figura 2. a) participación de jóvenes en trabajos de control de incendios forestales, b) modelación participativa de escenarios, c) participación de grupos de mujeres y d) aprobación de la planificación territorial comunitaria.

4. Desarrollo

El punto de partida de la Planificación Territorial Comunitaria (PTC) en los Bienes Comunales (BC) de Tlalcozotitlán fue el diagnóstico de una problemática socioambiental crítica vinculada a la desregulación de las actividades productivas tradicionales. El análisis del uso actual del suelo (figura 3a) reveló que la selva baja caducifolia (SBC), ecosistema dominante en las 22,025.26 hectáreas del territorio, presenta un proceso acelerado de fragmentación estructural debido al avance desordenado de la frontera agropecuaria. Específicamente, se cuantificó que la ganadería extensiva ya impacta de manera directa el 13.36% de la superficie comunal. Esta dinámica ejerce una fuerte presión extractiva sobre los recursos maderables y provoca incendios forestales recurrentes, acelerando la erosión hídrica de los suelos en zonas con pendientes pronunciadas (Toledo, 1994; Arteaga Aguilar et al., 2014; SEMARNAT, 2021). De este modo, la falta de una normatividad interna clara convertía al libre acceso a los recursos en el principal motor de degradación biológica y vulnerabilidad socioeconómica local.

Al proyectar geoespacialmente las tendencias vigentes a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), el escenario tendencial (figura 3b) evidenció un panorama crítico para un horizonte de 10 años: de

continuar la libre expansión pecuaria, la cobertura forestal continua de la selva baja sufriría pérdidas irreversibles, colapsando la conectividad de los corredores biológicos y reduciendo drásticamente la capacidad de captación en las zonas de recarga hídrica esenciales para el abasto comunitario (Arteaga Aguilar et al., 2014).

En contraste, el escenario ideal (figura 3c), construido colectivamente mediante el diálogo de saberes en los talleres participativos, planteó una reconfiguración espacial basada en los límites biofísicos del entorno y las aspiraciones de sostenibilidad del núcleo agrario (Valencia-Trejo et al., 2020). La gran diferencia radica en que el escenario ideal detiene la conversión desmedida del suelo para priorizar el resguardo ecológico, logrando consensuar la asignación definitiva del 63.41% (13,966.21 ha) a la conservación estricta y el 34.18% (7,528.23 ha) al aprovechamiento agroforestal sustentable. Este contraste de modelos espaciales permitió a la asamblea dimensionar la urgencia de transitar hacia un esquema ordenado para salvaguardar sus servicios ecosistémicos (Valencia-Trejo et al., 2020; Santana Juárez et al., 2020).

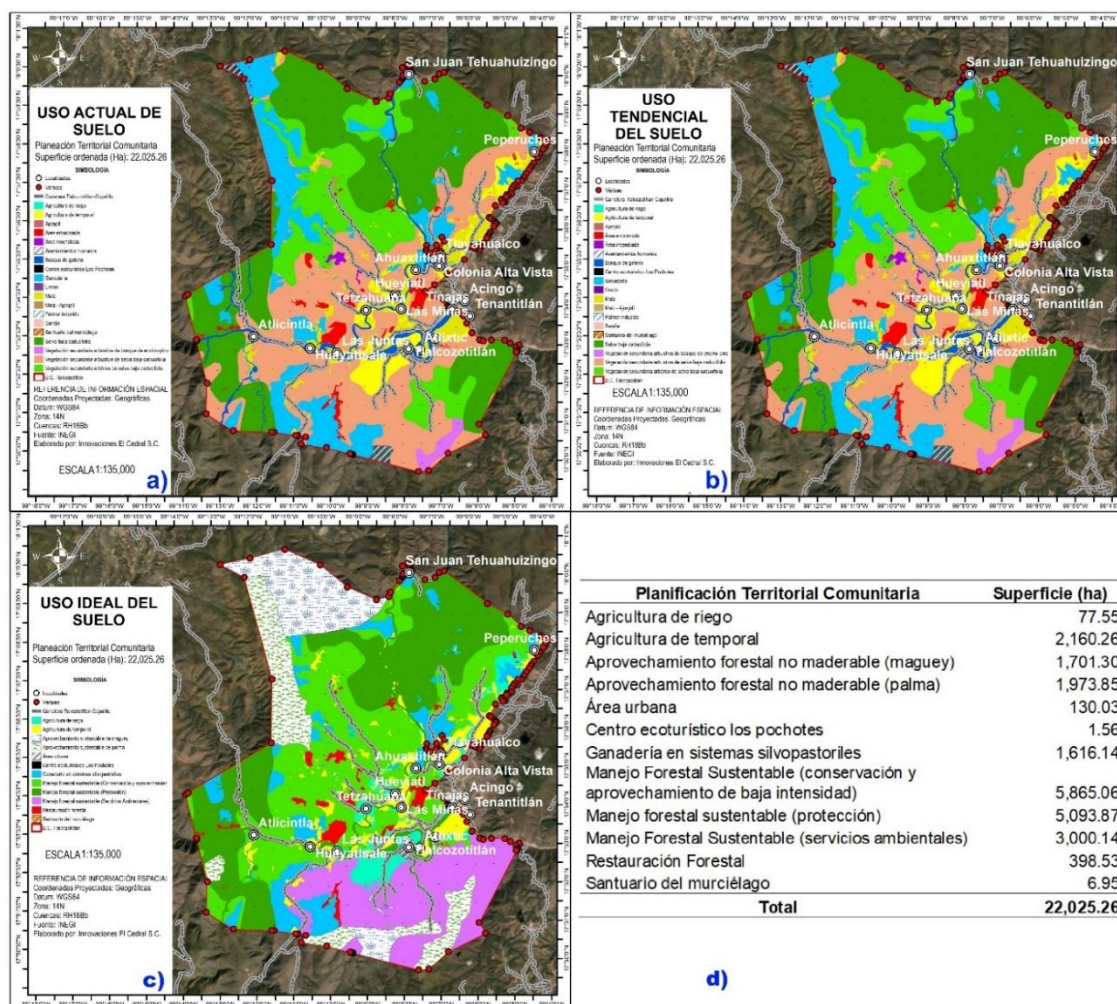


Figura 3. Escenarios de uso de suelo en Tlalcozotitlán: a) uso actual, b) escenario tendencial, c) escenario ideal y d) Unidades de Gestión Ambiental

a. Regionalización mediante unidades de gestión ambiental e identidad biocultural

La operativización de este escenario ideal se concretó mediante la delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA, figura 3d). Esta regionalización técnica permitió subdividir el territorio en polígonos homogéneos con políticas ecológicas específicas (protección, restauración o aprovechamiento), logrando articular de manera inédita la conservación ambiental con el resguardo de la identidad biocultural de Tlalcozotitlán.

Un hallazgo fundamental de esta regionalización fue el diseño de UGAs de protección estricta en torno al Santuario del Murciélago (*Leptonycteris yerbabuenae*). La discusión participativa permitió sensibilizar a los comuneros sobre el valor de esta especie como el polinizador clave que asegura la reproducción, variabilidad genética y viabilidad a largo plazo del maguey mezcalero silvestre y la palma (Boero et al., 2022; Soriano Vicente et al., 2022). De esta manera, el ordenamiento del paisaje garantiza la permanencia de recursos florísticos estratégicos que sostienen las economías artesanales y tradicionales locales frente a las presiones desreguladas del mercado del mezcal (Torres-García et al., 2019; Herrera Tapia & Mercado Salgado, 2023).

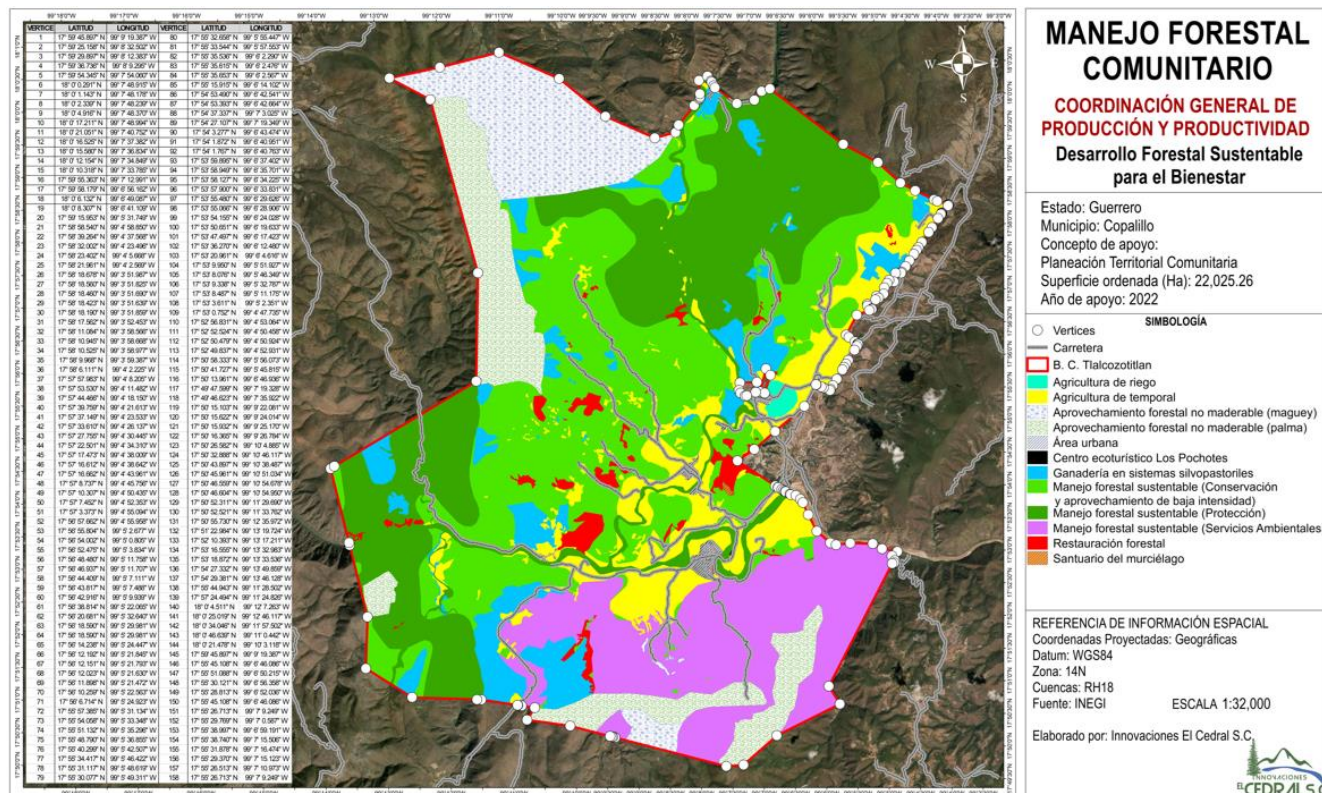
b. Beneficios multidimensionales de la planificación territorial comunitaria y su regionalización

Ampliando la exposición de los hallazgos desde el enfoque de la planeación comunitaria, la implementación de la regionalización plasmada en la planificación territorial comunitaria (figura 4) reporta beneficios estratégicos directos en tres dimensiones cruciales para el desarrollo regional:

- **Gobernanza local y resolución de conflictos:** El principal beneficio organizativo de contar con UGAs explícitas es la certidumbre social y jurídica que confiere a las autoridades agrarias locales. Al sectorizar el espacio, la comunidad cuenta con una base cartográfica legítima para regular el libre tránsito del ganado, delimitando físicamente las zonas de pastoreo y mitigando las disputas históricas por invasión de cultivos o parcelas colindantes entre las diferentes localidades (Arroyo Antúnez, 2021; Vásquez Ortiz et al., 2019).
- **Estabilidad ecológica y prevención de riesgos:** Ambientalmente, la regionalización optimiza la resiliencia del ecosistema frente al cambio climático. Al estar el territorio parcelado bajo criterios técnicos y tradicionales compartidos, las brigadas comunitarias —integradas activamente por jóvenes comuneros— pueden georreferenciar, prevenir y combatir los incendios forestales de forma focalizada, reduciendo el tiempo de respuesta y los costos ambientales de los siniestros (Martínez Sánchez et al., 2019).
- **Sostenibilidad y certificación económica:** En el ámbito productivo, ordenar el espacio bajo directrices agroecológicas abre la puerta a que los Bienes Comunes accedan y mantengan esquemas formales de Pago por Servicios Ambientales (PSA) de la CONAFOR, u obtengan certificaciones de manejo sustentable (ej. sellos bioculturales o *Bat Friendly*). Esto diversifica los ingresos familiares y dota de viabilidad financiera a los esfuerzos comunitarios de conservación



(Valencia-Trejo et al., 2020; Soriano Vicente et al., 2022).



1. Figura 4. Planificación Territorial Comunitaria de los BC de Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

c. Institucionalización del ordenamiento

La relevancia final de esta regionalización radica en que el mapa de zonificación dejó de ser un simple insumo gráfico para convertirse en una norma jurídica vinculante. La validación del mapa definitivo y sus reglas específicas en la asamblea general de comuneros facultó su inserción directa en la actualización del estatuto comunal de Tlalcozotitlán (Arroyo Antúnez, 2021; Vázquez Ortiz et al., 2019). Al institucionalizar el uso del suelo bajo el amparo de la legislación agraria, la comunidad garantiza que la protección de su patrimonio biocultural y sus beneficios económicos asociados trasciendan las administraciones ejidales en turno, consolidando una soberanía territorial técnica y socialmente sustentable (Martínez Sánchez et al., 2019).

5. Conclusiones

La Planificación Territorial Comunitaria constituye un instrumento metodológico y político de vanguardia para mitigar la degradación ambiental en los núcleos agrarios, evidenciando que la conservación de la selva baja caducifolia y la sustentabilidad de los recursos bioculturales dependen directamente del fortalecimiento de la gobernanza local y la democratización en la toma de decisiones. Al articular

bidireccionalmente la Investigación-Acción Participativa con los Sistemas de Información Geográfica, se superaron los enfoques restrictivos y verticales de gabinete, dotando a los Bienes Comunales de Tlalcozotitlán de una plataforma de ordenamiento espacial técnicamente precisa y socialmente legítima, fundamentada en el diálogo de saberes y en la memoria colectiva del territorio.

Bajo este enfoque integrador, la regionalización del espacio a través del establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental reporta beneficios ecológicos y bioculturales estratégicos directos al asegurar la conectividad estructural del paisaje mediante la asignación formal del 63.41% de la superficie a la conservación estricta y la protección de las zonas críticas de recarga hídrica. Asimismo, la compartimentación del territorio bajo criterios bioculturales garantiza la salvaguarda de hábitats sensibles como el Santuario del Murciélago, resguardando de manera efectiva el servicio ecosistémico de polinización que sostiene la variabilidad genética de las poblaciones de maguey mezcalero silvestre y palma, lo cual blindo las cadenas de valor agroartesanales de la región frente a las presiones extractivas desreguladas del mercado.

En el plano social y organizativo, los impactos positivos de esta regionalización proporcionan certidumbre geográfica a las autoridades agrarias locales, permitiendo regular el libre tránsito del ganado extensivo mediante la delimitación física de las áreas de pastoreo, lo que mitiga significativamente las disputas históricas por invasión de parcelas de cultivo entre las diversas localidades que integran los bienes comunales. Además, esta organización espacial optimiza la resiliencia y la capacidad de respuesta comunitaria ante riesgos ambientales, facilitando que las brigadas de jóvenes comuneros focalicen y ejecuten las acciones de prevención y combate de incendios forestales en polígonos previamente delimitados, mientras que en el ámbito económico, faculta al núcleo agrario para gestionar y mantener esquemas institucionales de Pago por Servicios Ambientales ante la Comisión Nacional Forestal e impulsar futuras certificaciones de manejo sustentable.

Finalmente, la viabilidad y permanencia a largo plazo de este ordenamiento derivan directamente de su proceso de institucionalización interna, ya que la validación colectiva de la propuesta ante la Asamblea General de Comuneros permitió elevar la regionalización técnica y sus reglas de uso a un marco normativo vinculante mediante su inserción formal en la actualización del Estatuto Comunal. Este blindaje jurídico institucionalizado bajo el amparo de la legislación agraria mexicana garantiza que las reglas de manejo y los acuerdos de conservación trasciendan las administraciones comunales en turno, consolidando de manera definitiva la soberanía territorial, la resiliencia climática y la autogestión comunitaria para la defensa sostenida de su patrimonio biocultural.

6. Referencias

- Arteaga Aguilar, M. A., Ayala Arcipreste, M. E., & Isaac Márquez, R. (2014). Ordenamiento territorial comunitario, participación social y uso del suelo: experiencias en el sureste de México. *Perspectiva Geográfica*, 19(2), 289-308. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-



37692014000200289

- Arroyo Antúnez, V. Y. (2021). Ordenamiento Territorial Comunitario de la comunidad de San Martín Pachivia, Ixcateopan, Guerrero [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Boero, M. L., Agostini, K., & Domingos Melo, A. (2022). Polinización por murciélagos y su importancia. En N. P. Ghilardi-Lopes & E. E. Zattara (Eds.), *Ciencia ciudadana y polinizadores de América del Sur* (pp. 73-80). Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/978-65-86819-21-2.100001.es>
- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2025). Manual Básico para el Ordenamiento Territorial Comunitario. CONAFOR. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1029022/Manual_Ba_sico_de_OTC_2025.pdf
- Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2020). Índice de marginación por localidad 2020. Secretaría de Gobernación. <https://www.gob.mx/conapo>
- Environmental Systems Research Institute [ESRI]. (2015). ArcGIS Desktop: Release 10.3.1 [Software]. Redlands, CA: ESRI.
- Espinoza, N., Gatica, J., & Smyle, J. (1999). *El Pago de Servicios Ambientales y el Desarrollo Sostenible en el Medio Rural*. (Vol. 2). IICA.
- Geilfus, F. (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/items/29447d42-b0a4-4761-9b11-079312b74d26>
- Herrera Tapia, F., & Mercado Salgado, P. (Coords.). (2023). *Agave y mezcal. Entre la tradición y la denominación de origen*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). https://www.researchgate.net/publication/373392628_Agave_y_Mezcal_Entre_la_tradicion_y_la_denominacion_de_origen
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). Cartografía conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 Serie III. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/topografia/50000/#descargas>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2020a). Climas y sus subproductos climáticos derivados. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267568>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020b). Censo de Población y Vivienda 2020. Principales resultados por localidad (ITER). INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#datos_abiertos
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021a). Aspectos Geográficos, Guerrero. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_12.pdf



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021b). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie VII (continuo nacional). INEGI. <http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/usv250s7gw>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2024). Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250 000 Serie II. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551131916>
- Martínez Sánchez, J., Salinas Cruz, E., & Contreras Hinojosa, J. R. (2019). Adopción de innovaciones en maíz bajo el modelo escuelas de campo en Tlalcozotitlán, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1903-1909. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1832>.
- Santana Juárez, M. V., Hoyos Castillo, G., Santana Castañeda, G., Huitrón Rodríguez, R., & González García, B. (Coords.). (2020). Ordenación territorial: una revisión desde los objetivos de desarrollo sostenible. Universidad Autónoma del Estado de México. https://www.researchgate.net/publication/349831238_Ordenacion_Territorial_Una_revision_desde_los_objetivos_de_desarrollo_sostenible
- SEMARNAT. (2021). Informe del Medio Ambiente: Compendio de Estadísticas Ambientales (Suelos). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2021/01_ambiental/suelos.html
- Soriano Vicente, E., Carrasco Gatica, M., Barreto Pavón, Y., Contreras, R., Hersch Martínez, P., & Sedano Díaz, A. C. (2022). La biocultura y la participación social como referentes: una exposición en Tlalcozotitlán, Guerrero. *Gaceta de Museos*, 77, 4-13.
- Toledo, Víctor Manuel. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa. *Ciencias*, 34, 42-59. [PDF] de unam.mx
- Torres-García, I., Rendón-Sandoval, F. J., Blancas, J., & Moreno-Calles, A. I. (2019). El género Agave en los sistemas agroforestales de México. *Botanical Sciences*, 97(3), 263-290. <https://doi.org/10.17129/botsci.2202>
- Valencia-Trejo, G. M., Álvarez Sánchez, M. E., Gómez Díaz, J. D., & Cetina Alcalá, V. M. (2020). Caracterización y diagnóstico participativo para el ordenamiento territorial comunitario con enfoque agroforestal en Xaltepuxtla, Puebla, México. *Agro Productividad*, 13(5). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1535>
- Vásquez-Ortiz, R., Noriega-Cantú, D. H., Morales-Guerra, M., Martínez-Sánchez, J., Salinas-Cruz, E., & Contreras-Hinojosa, J. R. (2019). Producción de hortalizas bajo escuelas de campo para la superación de la pobreza. *Agro Productividad*, 12(6). <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1409>



PROGRAMA DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO DE MAGUEYES MEZCALEROS EN CHILACACHAPA, GUERRERO

Villanueva-Hernández, Gabriela¹, Huerta-Zavala, Jorge², Espinosa-Rodríguez, Mariana^{3*}, Hernández-Castro, Elías⁴, Sabino-López, Juan Elías⁵

1. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAA), Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), gabriela96hdz@gmail.com
2. Doctorado en Sostenibilidad de Recursos Agropecuarios (DSRA), Campus Tuxpan, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), jorgehuza@hotmail.com
3. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAA), Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), maresprodiguez@gmail.com
4. Doctorado en Sostenibilidad de Recursos Agropecuarios (DSRA), Campus Tuxpan, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), ehernandez@uagro.mx
5. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FACAA), Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), juanelias_sab@hotmail.com

*Autor de correspondencia: maresprodiguez@gmail.com

Resumen: Los Productos Forestales No Maderables son de importancia económica, social, cultural y ambiental para las familias, ya que son fuente de alimentos, combustible, plantas medicinales, condimentos y plantas de ornato, y contribuyen a la conservación de los bosques. El objetivo fue determinar la cantidad de magueyes mezcaleros *A. angustifolia* Haw. y *A. cupreata* Trel. & Berger, presentes en las poblaciones silvestres y proponer un sistema de manejo para su aprovechamiento. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a las autoridades locales de la comunidad y recorridos de campo para realizar un diagnóstico general de la zona. El número total de plantas aprovechadas propuesto en el programa de manejo en los cinco años de vigencia del mismo es de 32,874 magueyes. Los ingresos estimados por su comercialización son \$3,311,053.35 MXN. Dentro de las actividades de manejo se contempla el realizar actividades de reforestación y dejar el 20 % de plantas maduras para ser generadoras de semilla y producir plántulas de estas especies de agave en un vivero comunitario, para su posterior reintroducción.

Palabras clave: Diagnóstico, región, comercialización, ingresos económicos, plantas.

Abstract: Non-Timber Forest Products (NTFPs) are of economic, social, cultural, and environmental importance for rural families, as they provide food, fuel, medicinal plants, condiments, and ornamental resources, while also contributing to forest conservation. The objective of this study was to determine the abundance of mezcal agaves, *Agave angustifolia* Haw. and *Agave cupreata* Trel. & Berger, in wild



populations and to propose a management system for their sustainable use. Semi-structured interviews were conducted with local community authorities, and field surveys were carried out to obtain a general diagnosis of the study area. The proposed management program establishes the harvesting of a total of 32,874 agave plants over a five-year period. Estimated revenues from commercialization amount to \$3,311,053.35 MXN. Additionally, the program includes reforestation activities, the retention of 20 % of mature plants as seed producers, and the production of seedlings in a community nursery to promote the conservation and sustainable management of these species.

Keywords: Diagnosis, region, commercialization, economic income, plants.

1. Introducción

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM), también llamados Beneficios Forestales No Madereros, son todos los productos y servicios vegetales, animales o fúngicos, excluidos la madera rolliza industrial y la madera para energía (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008), es decir, los PFNM son un conjunto de recursos biológicos que incluyen una gran diversidad, pueden recolectarse de manera silvestre o realizando plantaciones forestales. Los PFNM son de importancia económica, social, cultural y ambiental debido a que de ellos se obtienen frutas, aceites, semillas, especias, nueces, resinas, plantas medicinales, gomas, entre otros, lo que representa ingresos para el bienestar de las comunidades rurales y contribuye a los procesos de conservación del bosque (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017).

El aprovechamiento de los PFNM a través de proyectos de conservación y desarrollo, deben orientarse a promover su producción y comercialización de manera sostenible, contribuyendo simultáneamente a mejorar las condiciones de vida de la comunidad sin comprometer la integridad y funcionalidad de los ecosistemas (Fierro-Araujo, 2025).

En México, los magueyes son componentes fundamentales de los ecosistemas de bosques y selvas, destacando como productos forestales no maderables con aplicaciones en la construcción, la alimentación y la medicina tradicional. En el estado de Guerrero, diversas comunidades rurales han producido mezcal desde tiempos ancestrales mediante la cocción de piñas maduras de *Agave cupreata* (maguey papalote) y *Agave angustifolia* (maguey espadín criollo). No obstante, en distintas regiones de la entidad, su aprovechamiento se realiza de manera empírica, careciendo de seguimiento técnico y del cumplimiento de los lineamientos normativos que garanticen su sostenibilidad (Kirchmayr *et al.*, 2014). En la comunidad de Chilacachapa, el aprovechamiento forestal se centra en dos especies de maguey: *A. cupreata* y *A. angustifolia*. Los habitantes locales gestionan esta producción mediante la comercialización directa o mediante esquemas de organización comunitaria conocidos como 'a medias', colaborando con productores de mezcal de las localidades de Apetlanca (municipio de Cuetzala del Progreso) y El Calvario (municipio de Teloloapan). No obstante, a pesar de la relevancia socioeconómica de esta actividad, no se dispone de una propuesta formal de manejo que garantice el aprovechamiento sostenible y la persistencia de estos



recursos a mediano y largo plazo (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020). Diversos estudios han documentado la complejidad del manejo de los agaves mezcaleros en México, subrayando su alto valor biocultural y los riesgos asociados de su aprovechamiento. Se ha identificado que especies como *Agave potatorum* presentan una alta vulnerabilidad debido a tasas de extracción que superan las de la regeneración natural, en las que la supervivencia de plántulas y el papel de las plantas nodrizas son críticos para la estabilidad demográfica (Torres et al., 2013). Esta presión extractiva ha impulsado procesos de domesticación incipiente y selección artificial en especies como *A. karwinskii*, donde el manejo intensivo en espacios antropogénicos busca optimizar rasgos morfológicos y productivos (Vázquez-Pérez et al., 2020). Asimismo, el análisis de los sistemas agroforestales (SAF) revela que el género *Agave* cumple funciones ecológicas vitales, como la retención de suelo y la infiltración de agua, aunque se advierte una disminución de su diversidad y de sus usos multipropósito debido a la creciente comercialización del mezcal (Torres-García et al., 2019). En conjunto, estas investigaciones enfatizan la necesidad de transitar hacia esquemas de manejo adaptativo que integren el conocimiento local y garanticen la persistencia del recurso a largo plazo. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la cantidad de magueyes mezcaleros (*Agave angustifolia* y *Agave cupreata*), presentes en las poblaciones silvestres y proponer un sistema de manejo adecuado para su aprovechamiento en Chilacachapa, Guerrero.

2. Sustento Teórico

La biodiversidad juega un papel muy importante en las comunidades rurales, dado que constituye una fuente relevante de sustento económico y bienestar para las familias, sobre todo en comunidades marginadas o aisladas geográficamente. Esta biodiversidad satisface sus necesidades básicas y complementa sus ingresos (León-Merino *et al.*, 2017). Los PFNM son parte integral de la biodiversidad y han sido utilizados desde la época prehispánica y siguen permitiendo el desarrollo socioeconómico y cultural de numerosas regiones, ya que en zonas de América Latina y el Caribe el bienestar de las comunidades está estrechamente relacionado con el uso y el consumo de estos recursos (León-Merino *et al.*, 2017). Dentro de estos recursos no maderables se encuentran los agaves, de importancia económica, social, ambiental y cultural, siendo considerados clave en algunas regiones, ya que se han aprovechado durante siglos como fuente de alimento, bebida, medicina, combustible, cobijo, ornato, fibras duras, textiles, abono, materiales para la construcción y para la producción de bebidas destiladas como mezcal y tequila (Pérez *et al.*, 2016).

Durante el año 2018, la producción de Productos Forestales No Maderables en México mantuvo una trayectoria ascendente, alcanzando un valor económico significativo dentro del sector forestal nacional. En este panorama, el estado de Guerrero se consolidó como el principal productor de fibras a nivel de país, con un volumen de 1510 toneladas, y destacó también en la categoría de "otros productos" con una aportación de 4394 toneladas (SEMARNAT, 2021). Estos indicadores subrayan la relevancia estratégica de la entidad en el aprovechamiento de recursos no maderables, donde el manejo de especies como *A.*



cupreata y *A. angustifolia* resulta fundamental no solo para la economía de las comunidades rurales, sino también para la preservación de los servicios ecosistémicos asociados a los bosques y selvas de la región. La comercialización sostenible de los PFNM a nivel local realizada por campesinos y pequeños recolectores, quienes generalmente acceden al mercado en volúmenes reducidos a través de intermediarios, constituye una estrategia para la conservación de los bosques, la preservación cultural y el mantenimiento de los medios de vida tradicionales, este tipo de aprovechamiento favorece el uso racional de los recursos sin la degradación permanente del ecosistema caso contrario a otras opciones económicas, como la tala no sostenible (Stockdale *et al.*, 2019).

La importancia de los programas de manejo de los PFNM es fundamental para garantizar su aprovechamiento sostenible, ya que establecen los lineamientos técnicos, ecológicos y sociales que regulan la extracción, regeneración y comercialización de estos recursos, permitiendo mantener el equilibrio entre el uso productivo y la conservación de la biodiversidad, evitando la sobreexplotación y promoviendo la continuidad de las poblaciones silvestres a la par, fortalece la organización comunitaria, la gobernanza local y la generación de ingresos, contribuyendo al desarrollo rural sin comprometer la integridad de los ecosistemas (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008). Sin embargo, por su carácter estacional y por las condiciones variables de disponibilidad y viabilidad productiva, resulta complejo mantener inventarios precisos sobre sus volúmenes de producción y comercialización (López-Camacho, 2008). Los únicos PFNM registrados en el inventario anual forestal son aquellos que están regulados y se comercializan en grandes cantidades, y existe una norma oficial que reglamenta su extracción y transporte (Stockdale *et al.*, 2019).

3. Metodología

El área de estudio se localizó en la comunidad agraria de Chilacachapa, Cuetzala del Progreso, Guerrero. Se ubica al norte del Estado en las coordenadas 18°13'21.2" y 18°18'59.5" N, y 99°42'39.1" y 99°47'52.0" O. Con altitudes que van de 1,277 a 1,830 m s.n.m. Los climas predominantes son el templado subhúmedo y semicálido subhúmedo, con una precipitación media anual de 1000 a 1200 mm y temperatura media anual de 21 °C. A partir del recorrido de campo y la delimitación del predio con el GPS (Garmin® Gpsmap 62s) se generó el archivo shape correspondiente, el cual fue integrado al Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS Versión: 10.3.1 Copyright ©1999-2015 Esri Inc. Con el SIG se realizó la delimitación y la estimación de la superficie del predio de aprovechamiento forestal no maderable (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020).

Se realizó un recorrido de campo al sitio de aprovechamiento, para la determinación de las características físicas del predio; la geología, orografía, topografía, clima, hidrología y tipo de suelo, esta información se complementó con apoyo de cartografía de INEGI disponible de cada tema (INEGI, 2008b, 2010, 2013a, 2013b, 2013c, 2016 y 2018) y del inventario estatal forestal y de suelos del estado de Guerrero (CONAFOR, 2013). La información fue integrada y analizada mediante el SIG.



Para la acreditación legal de la propiedad del predio de interés y la anuencia para realizar el aprovechamiento de las especies consideradas, se realizó la consulta y el levantamiento de la carpeta básica de la comunidad (acta de asamblea 06 de febrero de 2020) y manifestación de no contar con problemas agrarios.

El inventario forestal se realizó con apoyo de las personas de la comunidad, auxiliadas por técnicos forestales. Para ello, se realizó un muestreo sistemático con rumbos francos, con distancias entre sitios de 180 metros, se distribuyó para obtener una muestra representativa de la superficie total del terreno. Se levantaron un total de 17 sitios de forma circular con un radio de 17.84 metros, equivalente a una superficie de 1 000 m² (0.1 ha). Las coordenadas geográficas de los puntos centrales de los sitios de muestreo se obtuvieron utilizando un equipo receptor GPS Garmin Gpsmap 62s procurando un error máximo de 3 m. Los centros de los sitios fueron señalados con una estaca metálica pintada con aerosol para facilitar su visualización (Figura 1). Los sitios fueron delimitados marcando los cuatro puntos cardinales (Figura 2). Se determinó la pendiente general de los sitios con un clisímetro Site Pro®, modelo 642 y brújula (Coleman®, modelo 2000002813). Con una cuerda compensada y graduada en porcentajes de pendiente se realizó la respectiva compensación de la distancia horizontal para un radio de 17.84 m, de acuerdo con la pendiente predominante (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020). La superficie total muestreada fue de 1.7 ha, lo que representa un tamaño de muestra de 2.8 % de las 58.96 ha que conforman la superficie total del área bajo estudio (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020).



Figura 1 y 2. Ubicación del punto central y delimitación del sitio de muestreo.

En cada sitio (Figura 3) se recopilaron datos de control: número de sitios, ubicación geográfica, paraje y fecha. Las variables ecológicas evaluadas fueron: altitud sobre el nivel del mar, exposición, fisiografía, pendiente del sitio, compactación, textura, material predominante, espesor de materia orgánica, espesor de hojarasca, usos de suelo, tipo de erosión y porcentaje de afectación, cobertura de arbustos, pastos, herbáceas y hojarasca (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020).





Figura 3. Registro de información ecológica y de control.

Posteriormente, se determinó la rodalización con base en las densidades de las dos especies de interés derivadas de los datos recabados en los 17 sitios de muestreo definidos. Se identificaron dos zonas con densidades medias distintas entre sí. La región con una densidad en número de plantas mayores a la media general (de los 17 sitios) se le denominó Rodal I; mientras que, la segunda región con menor densidad se conformó de las regiones restantes, divididas en sub-rodales del Rodal II (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020).

En los sitios de muestreo se midió la pendiente, así como una evaluación dasométrica y una estimación de la edad de las especies de maguey. Las variables dasométricas evaluadas fueron: especie, diámetro de la roseta, la altura total sin el escapo floral, edad, estado de qurote y el número de hijuelos presentes (Figura 4 y 5).



Figura 4 y 5. Medición de la pendiente del terreno y la altura total de *Agave cupreata*.

Para el análisis e interpretación de los datos, la información se sistematizó y procesó en una base de datos mediante hojas de cálculo (Excel®). Los registros se organizaron inicialmente conforme a los sitios de muestreo, rodales y subrodales correspondientes; posteriormente, los valores se reclasificaron en categorías de edad para su evaluación (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020). El promedio de individuos por sitio se determinó como la sumatoria de las plantas registradas en cada unidad de muestreo, dividida entre el número total de sitios por subrodal. Con base en este inventario y en apego a la NOM-007-SEMARNAT-1997, se estableció una reserva del 20 % de la población para garantizar que alcance la madurez reproductiva, asegurando así la producción de semilla y la conservación de las especies. A partir de este criterio, se calcularon, a nivel de sitio, hectárea y subrodal, las siguientes variables para cada anualidad: densidad de plantas existentes, existencias reales disponibles (aplicando 80 % de intensidad de aprovechamiento) y la biomasa extraíble expresada en toneladas (BIOFORESTAL y CAPDER, 2020).

4. Resultados de discusión

La superficie total de los Bienes Comunales de Chilacachapa es de 6,664.16 (INEGI, 2018) de las cuales el polígono del predio que se propone para este programa de manejo es de 58.96 hectáreas (Figura 6) que corresponde a un área de manejo comunitario. Esta superficie propuesta es menor a las realizadas en las comunidades indígenas de Temalac, Atenango del Río y de Mexquitlan, Copalillo con 1600 ha cada una, para aprovechamiento de ejemplares de *Agave angustifolia* y *Agave cupreata* (Próvida Verde, 2019).

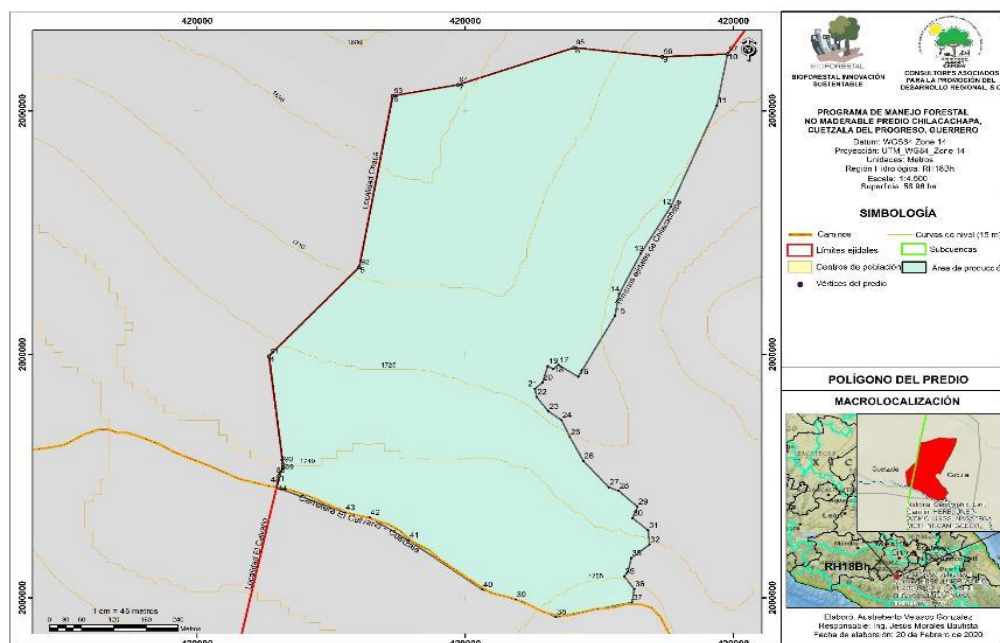


Figura 6. Ubicación del área de aprovechamiento forestal no maderable de maguey mezcalero *A. angustifolia* y *A. cupreata*, en los bienes comunales Chilacachapa, Cuetzala del Progreso, Guerrero.

Las características físicas, biológicas y ecológicas del predio (Cuadro 1) son propias de la región Norte del estado, zonas montañosas o de lomeríos.

Tabla 1. Diagnóstico general de las características físicas, biológicas y ecológicas del predio

	Características
Geología	Roca de origen sedimentario (INEGI, 2013c)
Orografía y topografía	Topo formas conocido como sierra de cumbres tendidas, comprendido a su vez dentro de la subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses (INEGI, 2016)
Clima	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad, con temperatura promedio de 20 °C y 1200 mm de precipitación anual (INEGI, 2008 b).
Hidrología	Región Hidrológica No. 18 Río Balsas, subcuenca Cocula (CONAGUA, 2007)
Suelo	Luvisol (INEGI, 2013 c)
Tipos de vegetación	Vegetación arbustiva secundaria de selva baja caducifolia (INEGI, 2013a y CONAFOR, 2013).
Fauna silvestre	Mamíferos medianos: conejos, gato montés, armadillo, venado; reptiles como la víbora de cascabel, lagartos pequeños, tortugas de tierra, iguanas y diferentes especies de serpientes no venenosas; aves asociadas a la vegetación predominante del municipio y colindantes; así como diversas especies de insectos y arácnidos como los alacranes (Entrevistas realizadas a autoridades locales de Chilacachapa, 2020).

El aprovechamiento del maguey es principalmente para mezcal, la producción es de manera tradicional, aprovechando por año como máximo unas 20 cabezas de maguey ya sean de maguey ancho o delgado a una edad aproximada de 7 a 15 años dependiendo de la especie, en extensiones de territorio que van de las cinco hasta las 50 hectáreas por productor. Los agaves se cortan antes de que el escapo floral alcance los 1.5 m de altura, cuando el escapo rebasa esa altura, la planta se conserva para que continúe la floración, fructificación y liberación de semillas. La extracción de las piñas se realiza mediante el empleo de animales de carga dependiendo de las condiciones del terreno y la cantidad de piñas a aprovechar. Para la producción de mezcal, se eliminan las hojas de las plantas y se dejan durante algunas semanas para que ocurra la concentración de compuestos que le dará la calidad deseada al mezcal (Kirchmayr *et al.*, 2014). El estudio regional forestal UMAFOR Norte de Guerrero menciona que en los municipios de Huitzucu y Pilcaya existen dos programas de manejo de maguey mezcalero, en los cuales se reporta una productividad promedio de 0.422 t ha⁻¹ para el año 2008 (CONAFOR y ASSES, 2008).



Las especies aprovechadas son los magueyes mezcaleros *A. angustifolia* y *A. cupreata* (Cuadro 2). Para el caso de esta último, las cantidades de extracción fueron inferiores a las de la especie de *A. angustifolia*, debido a que las existencias actuales de *A. cupreata* son menores. El primer período de aprovechamiento para esta especie se realizó en el segundo año.

Tabla 2. Superficies y cantidades de maguey mezcalero aprovechadas anualmente en el área de aprovechamiento forestal no maderable de los Bienes Comunes de Chilacachapa.

Año (período)	Especie	Rodal	Superficie (ha)	Categoría de edad (años) actual	No. de plantas	Peso promedio (kg)	Peso total (t)
2020	<i>Agave angustifolia</i>	I	28.0484	7 a 8	84	18	1.515
		IIA	6.1366		0	18	0.000
		IIB	18.8928		30	18	0.544
		IIC	2.7630		0	18	0.000
		IID	3.1202		0	18	0.000
	<i>Agave cupreata</i>	I	28.0484	7 a 8	0	36	0.000
		IIA	6.1366		0	36	0.000
		IIB	18.8928		0	36	0.000
		IIC	2.7630		0	36	0.000
		IID	3.1202		0	36	0.000
	TOTAL				114		2.059
2021	<i>Agave angustifolia</i>	I	28.0484	5 a 6	729	18	13.127
		IIA	6.1366		0	18	0.000
		IIB	18.8928		302	18	5.441
		IIC	2.7630		22	18	0.398
		IID	3.1202		25	18	0.449
	<i>Agave cupreata</i>	I	28.0484	5 a 6	112	36	4.039
		IIA	6.1366		0	36	0.000
		IIB	18.8928		0	36	0.000
		IIC	2.7630		0	36	0.000
		IID	3.1202		0	36	0.000
	TOTAL				1191		23.454
2022	<i>Agave angustifolia</i>	I	28.0484	3 a 4	1599	18	28.778
		IIA	6.1366		614	18	11.046
		IIB	18.8928		1118	18	20.132
		IIC	2.7630		0	18	0.000
		IID	3.1202		75	18	1.348



Año (período)	Especie	Rodal	Superficie (ha)	Categoría de edad (años) actual	No. de plantas	Peso promedio (kg)	Peso total (t)
2023	Agave cupreata	I	28.0484	3 a 4	4684	36	168.627
		IIA	6.1366		614	36	22.092
		IIB	18.8928		0	36	0.000
		IIC	2.7630		0	36	0.000
		IID	3.1202		0	36	0.000
	TOTAL				8704		252.022
	Agave angustifolia	I	28.0484	1 a 2	6928	18	124.703
		IIA	6.1366		74	18	1.326
		IIB	18.8928		3779	18	68.014
		IIC	2.7630		0	18	0.000
		IID	3.1202		100	18	1.797
	Agave cupreata	I	28.0484	1 a 2	449	36	16.156
		IIA	6.1366		74	36	2.651
		IIB	18.8928		30	36	1.088
		IIC	2.7630		0	36	0.000
		IID	3.1202		0	36	0.000
	TOTAL				11433		215.735
2024	Agave angustifolia	I	28.0484	1 a 2	6928	18	124.703
		IIA	6.1366		74	18	1.326
		IIB	18.8928		3779	18	68.014
		IIC	2.7630		0	18	0.000
		IID	3.1202		100	18	1.797
	Agave cupreata	I	28.0484	1 a 2	449	36	16.156
		IIA	6.1366		74	36	2.651
		IIB	18.8928		30	36	1.088
		IIC	2.7630		0	36	0.000
		IID	3.1202		0	36	0.000
	TOTAL				11433		215.735
GRAN TOTAL				32874		709.005	

En la tabla tres se muestran las cantidades totales extraídas en cada período de aprovechamiento para cada especie, a excepción del tercer año de aprovechamiento (2022), que corresponde a la categoría de edad con mayor cantidad de plantas de la especie *A. cupreata* y cuyo aprovechamiento supera al de *A. angustifolia*.



TABLA 3. Superficies y cantidades de maguey mezcalero aprovechadas anualmente en el área de aprovechamiento forestal no maderable.

Año (período)	Especie	No. de plantas	Peso promedio (kg)	Peso total en toneladas (t)
2020	<i>A. angustifolia</i>	114	18	2.059
	<i>A. cupreata</i>	0	36	0.000
	Total	114		2.059
2021	<i>A. angustifolia</i>	1079	18	19.415
	<i>A. cupreata</i>	112	36	4.039
	Total	1191		23.454
2022	<i>A. angustifolia</i>	3406	18	61.304
	<i>A. cupreata</i>	5298	36	190.719
	Total	8704		252.022
2023	<i>A. angustifolia</i>	10880	18	195.840
	<i>A. cupreata</i>	553	36	19.895
	Total	11433		215.735
2024	<i>A. angustifolia</i>	10880	18	195.840
	<i>A. cupreata</i>	553	36	19.895
	Total	11433		215.735
Totales por especie	<i>A. angustifolia</i>	26359	18	474.457
	<i>A. cupreata</i>	6515	36	234.548
Total por aprovechar en el PMF		32874		709.005

Con base en los datos dasométricos obtenidos en el muestreo (Cuadro 4), la información desglosada por rodal para las dos especies de interés, maguey mezcalero de hoja ancha (*A. cupreata*) y de hoja angosta (*A. angustifolia*), se agruparon en categorías por edades de las plantas la categoría dos son de uno y dos años; la categoría cuatro son de tres y cuatro años; la categoría 6 son de cinco y seis años y la categoría ocho son magueyes de siete y ocho años. Las categorías de edad con mayor número de plantas de *A. angustifolia* son dos (1-2 años) y cuatro (3-4 años), por lo que la mayor parte del aprovechamiento se realizó en los últimos años del programa. Estas categorías fueron menores a las empleadas en Temalac y Mexquitlan, donde se definieron 10 categorías de agaves (Próvida Verde, 2019a, 2019b) sin embargo, en la presente investigación no se encontraron ejemplares en las categorías nueve y diez.

En el caso de *A. cupreata*, con menor densidad en el predio, la categoría con mayor número de plantas por hectárea es la de 3-4 años (categoría 4). Por esta razón, su aprovechamiento se realizó en el segundo año, cuando las plantas de la categoría seis pasaron a la edad de aprovechamiento. Es importante mencionar que la mayor parte de su aprovechamiento se logró entre los 3 y 4 años del presente plan de manejo.



Tabla 4. Plantas promedio por rodal según su categoría de edad.

Especie	Rodal	Superficie (ha)	Plantas promedio por sitio			
			Categoría 2	Categoría 4	Categoría 6	Categoría 8
<i>Agave angustifolia</i>	1	28.048	31	7	3	0
	2A	6.136	2	13	0	0
	2B	18.892	25	7	2	0
	2C	2.763	0	0	1	0
	2D	3.120	4	3	1	0
	Subtotal		61	30	7	1
<i>Agave cupreata</i>	1	28.048	2	21	1	0
	2A	6.136	2	13	0	0
	2B	18.892	0	0	0	0
	2C	2.763	0	0	0	0
	2D	3.120	0	0	0	0
	Subtotal		4	33	1	0
Total			65	63	8	1

El número de plantas promedio por hectárea (Cuadro 5) en cada categoría diamétrica, por rodal y por especie, se generó partiendo de que el sitio representa 0.1 ha. Para estimar el número de plantas por hectárea, se multiplicó cada dato del cuadro 4 por un factor de 10.

Tabla 5. Plantas promedio por hectárea, según su categoría de edad, en la superficie por aprovechar.

Especie	Rodal	Superficie (ha)	Plantas promedio por sitio			
			Categoría 2	Categoría 4	Categoría 6	Categoría 8
<i>Agave angustifolia</i>	1	28.048	309	71	33	4
	2A	6.136	15	125	0	0
	2B	18.892	250	74	20	2
	2C	2.763	0	0	10	0
	2D	3.120	40	30	10	0
	Subtotal		614	300	73	6
<i>Agave cupreata</i>	1	28.048	20	209	5	0
	2A	6.136	15	125	0	0
	2B	18.892	2	0	0	0
	2C	2.763	0	0	0	0
	2D	3.120	0	0	0	0
	Subtotal		37	334	5	0
Total			651	634	78	6



El peso de los magueyes mezcaleros (Cuadro 6), de la categoría dos no se realizó debido a falta de información del peso de las plantas de esa categoría, aunque no se considera necesaria para la estimación de los aprovechamientos, debido a que sólo se aprovechó las categorías de edad superiores que han alcanzado la madurez de cosecha. Los magueyes de la categoría seis presentaron pesos intermedios con relación a la totalidad de las categorías; sin embargo, para la categoría cuatro, presentaron los mayores pesos entre las categorías, dado el mayor número de individuos que la integraron. Por lo tanto, la disponibilidad de materia prima estimada fue 12,025.19 kg ha⁻¹, valor que supera en mucho lo reportado para la comunidad de Temalac y Mexquitlan, con 353.77 y 715.04 kg ha⁻¹, respectivamente (Próvida Verde, 2019a).

Tabla 6. Existencias reales en toneladas (t) por categoría de edad.

Especie	Rodal	Superficie (ha)	Peso total (t) por ha			
			Categoría 2	Categoría 4	Categoría 6	Categoría 8
<i>Agave angustifolia</i>	1	28.048	-	19.984	14.585	1.893
	2A	6.136	-	7.671	0	0
	2B	18.892	-	13.981	6.046	0.680
	2C	2.763	-	0	0.442	0
	2D	3.120	-	0.936	0.499	0
	Subtotal		-	42.572	21.572	2.573
<i>Agave cupreata</i>	1	28.048	-	81.971	3.646	0
	2A	6.136	-	10.739	0	0
	2B	18.892	-	0	0	0
	2C	2.763	-	0	0	0
	2D	3.120	-	0	0	0
	Subtotal		-	92.711	3.646	0
Total				135.282	25.218	2.573

La cantidad extraída durante la vigencia del Estudio Técnico Forestal No Maderable de cada especie, se presenta el Cuadro 7, en el que se agrupan los aprovechamientos propuestos en todos los rodales por período de cada especie.



Tabla 7. Aprovechamientos generales por período por especie de maguey.

Anualidad	Especie	No. de plantas	Peso promedio (kg)	Peso total en toneladas (t)
2020	<i>A. angustifolia</i>	114	18	2.059
	<i>A. cupreata</i>	0	36	0.000
	Total	114		2.059
2021	<i>A. angustifolia</i>	1079	18	19.415
	<i>A. cupreata</i>	112	36	4.039
	Total	1191		23.454
2022	<i>A. angustifolia</i>	3406	18	61.304
	<i>A. cupreata</i>	5298	36	190.719
	Total	8704		252.022
2023	<i>A. angustifolia</i>	10880	18	195.840
	<i>A. cupreata</i>	553	36	19.895
	Total	11433		215.735
2024	<i>A. angustifolia</i>	10880	18	195.840
	<i>A. cupreata</i>	553	36	19.895
	Total	11433		215.735
Totales por especie	<i>A. angustifolia</i>	26359	18	474.457
	<i>A. cupreata</i>	6515	36	234.548
Total por aprovechar en el PMF		32874		709.005

Para *A. angustifolia* se tuvo una población total de 19,348 plantas de todas las categorías de edad en la superficie del predio, con una densidad de 690 plantas por hectárea; mientras que para *A. cupreata* se tuvo una población total de 7,453 plantas de todas las categorías de edad, establecidas en 25.03 hectáreas en las que se localizaron plantas de esta especie, con una densidad de 298 plantas. Estos resultados coinciden con lo observado en la comunidad de Mexquitlan donde la especie más abundante fue *A. angustifolia* con una densidad de 29 ejemplares por hectárea, caso contrario para Temalac donde la especie más abundante fue *A. cupreata* con una densidad de 19 ejemplares por hectárea (Próvida Verde, 2019b). Ambas especies tienen un ciclo de vida de aproximadamente 10 años, cuya evidencia de madurez es la aparición del escapo floral en el centro de la roseta. También se aprovecharon las plantas que pasaron de los 10 años, ya que cuando se desarrollan los escapos florales y después de la floración, las plantas del género *Agave* mueren. Por lo tanto, se considera que se está aprovechando la mortalidad natural de las plantas y se espera la regeneración mediante la emisión de brotes en las bases de las plantas muertas y por propagación a partir de semillas. Cuando la regeneración natural fue nula o insuficiente, se implementó la plantación directa.

La población juvenil perteneciente a categorías de edad inferiores a las susceptibles de aprovechamiento



que, en años subsecuentes, pasaron a reemplazar las plantas extraídas en cada ciclo. En este sentido, el período de recuperación de la especie se estimó en un año, tiempo en el que las categorías inmediatas inferiores alcanzaron la categoría de edad aprovechable, con base en los criterios y especificaciones establecidos en la NOM-007-SEMARNAT-1997.

La floración de estas especies de agave tiene una duración de cuatro meses y suele ocurrir en los meses de septiembre a diciembre. La fructificación se presenta desde la segunda quincena de diciembre y se extiende hasta junio, pudiendo encontrarse frutos maduros desde mayo. La edad madura es con la formación del escapo floral, el cual cuando alcanza una altura de 1.5 m, se considera adecuado para aprovechar la planta. Después de la floración y la formación de frutos, ocurre la dispersión de semillas en un período muy corto antes de que la planta muera, suele ocurrir en la segunda quincena de mayo y prolongarse durante todo el mes de junio. La formación de hijuelos o rebrotes hacia los extremos de la roseta suele ocurrir meses antes de la formación del escapo floral, por lo que también se considera una edad reproductiva de forma vegetativa.

Para los sitios del predio bajo aprovechamientos en los que la regeneración y propagación de las especies de interés no ocurrió en el ritmo esperado por factores bióticos como la presencia de plagas y enfermedades o abióticos como la presencia de sequías o incendios, se realizaron actividades de reforestación con el fin de aumentar las densidades de plantas por unidad de superficie hasta un nivel mínimo superior al de las existencias presentes antes del aprovechamiento. Se realizaron labores de mantenimiento como la limpieza del terreno para eliminar malezas. Asimismo, se trasplantaron los brotes a áreas de menor población de las especies aprovechadas.

Para las reforestaciones en las áreas aprovechadas, la colecta de semillas se realizó en ejemplares previamente seleccionados como de mejor calidad, considerando el tamaño de las piñas y del escapo floral, así como la calidad y cantidad de las semillas presentes en la planta, con el fin de mejorar las poblaciones.

El control correcto de los desperdicios, es decir, las hojas eliminadas tras extraer las piñas, se colocaron en forma de líneas horizontales para la contención de la erosión hídrica, contribuyendo con su descomposición y reincorporación al mantenimiento del estado del suelo.

Se implementó un programa de vigilancia permanente de las zonas bajo manejo para la detección temprana de incendios, así como de factores de riesgo que pudieron ocurrir, como la presencia de fogatas dentro de la superficie del predio y regiones adyacentes, quemas controladas para cultivo, entre otros.

Como medidas de protección y prevención de incendios, se abrieron franjas cortafuegos y el control de material combustible en los límites del predio. Asimismo, se estableció un protocolo de respuesta inmediata que instruye a los productores a notificar al responsable técnico y, de ser necesario, a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ante cualquier siniestro detectado en el área o en sus inmediaciones. Por otro lado, la extracción se realizó de forma manual, prescindiendo de maquinaria pesada o insumos químicos; esta metodología asegura la integridad de la flora, fauna y cuerpos de agua, eliminando externalidades



negativas sobre los recursos naturales del sitio.

El esquema de manejo propuesto se fundamenta en las experiencias implementadas en Temalac y Mexquitlán. En la primera localidad, las acciones se centraron en la replantación de hijuelos y la señalización de plantas madre para la producción de semilla; por su parte, en Mexquitlán se trasplantaron dos hijuelos por cada individuo cosechado, manteniendo la reserva del 20% que estipula la NOM-007-SEMARNAT-1997 (Próvida Verde, 2019a, 2019b). La presente investigación robustece dichas estrategias mediante la incorporación de medidas fitosanitarias para el control de plagas y enfermedades, así como la mitigación de factores abióticos (como incendios y sequías). Además, se incorporan actividades de reforestación, exclusión de áreas mediante cercados perimetrales y construcción de brechas cortafuegos, con el objetivo de incrementar las densidades poblacionales.

Respecto al análisis económico, aunque Mexquitlán registró los ingresos brutos más elevados por la venta de cabezas de maguey (\$5,342,750.86 MXN), seguido de Chilacachapa (\$3,311,053.35 MXN) y Temalac (\$2,643,341.42 MXN), la rentabilidad por unidad de superficie destaca a Chilacachapa como el predio de mayor rendimiento, con una utilidad de \$56,157.64 por hectárea. Cabe señalar que, en todos los escenarios, los márgenes de ganancia son susceptibles de incrementarse significativamente si se integra el valor agregado mediante la transformación del maguey en mezcal.

5. Conclusiones

Con base al diagnóstico dasométrico se determinó una existencia real aprovechable de 32,874 individuos de *A. angustifolia* y *A. cupreata* para un ciclo de cinco años, con una distribución por edades que permite la extracción escalonada y sostenible. La aplicación de la NOM-007-SEMARNAT-1997, permite la conservación del 20 % de plantas maduras como parentales, y la creación de un vivero comunitario para el fortalecimiento de la regeneración natural y la conservación de las poblaciones silvestres. El programa de manejo proyecta ingresos de \$3,311,053.35 MXN por la comercialización de piñas, además de dotar a la comunidad de certeza legal y técnica sobre sus recursos. Asimismo, la implementación de protocolos de protección contra incendios, brechas cortafuegos y la exclusión mediante cercado perimetral no solo protege el valor comercial de los agaves, sino que preserva los servicios ecosistémicos de retención de suelo e infiltración de agua. Finalmente, la rentabilidad del programa podría incrementarse sustancialmente si la comunidad transita hacia la transformación local de la materia prima en mezcal, integrándose a una mayor parte de la cadena de valor.

6. Referencias

- Aguilar, P. A., Quesada, S. K., Sibaja, B. R. & B. J. R. Vega. (2005). Utilización de las fibras del rastrojo de piña (*Ananas comsus*, variedad champaka) como material de refuerzo en resinas de poliéster. *Rev. Iberoamericana de polímeros*



- Anastacio-Martínez, N. D., Franco-Maass, S., Valtierra-Pacheco, E., & Nava-Bernal, G. (2016). Aprovechamiento de productos forestales no maderables en los bosques de montaña alta, centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(37): 21–38. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i37.49>
- BIOFORESTAL y Consultores Asociados para la Promoción del Desarrollo Regional (CAPDER). (2020). Estudio técnico para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables con fines comerciales de maguey mezcalero para *Agave angustifolia* y *Agave cupreata*, en la comunidad de Chilacachapa, Cuetzala, Gro.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2007). Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana. Consultado el 07 de junio de (2021). http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rh250kgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Agencia de Servicios Especializados para el Desarrollo (ASSES). (2008). Estudio Regional Forestal UMAFOR Norte de Guerrero. 406 Pág. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/2875Estudio%20Regional%20Forestal%201201.pdf> (23/10/2021).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Guerrero. Conjunto de Datos vectoriales Guerrero de la Carta de Recursos Forestales Estatal Guerrero.
- Fierro-Araujo, O. (2025). Caracterización de la Recolección y Aprovechamiento de los Productos Forestales No Maderables (PFNM) en el municipio de San José del Guaviare departamento del Guaviare. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/69908/or83tru921.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2008b). Cartografía digital de climas escala 1:1 000 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Cartografía estados y municipios, escala 1:1 000 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013a). Cartografía Uso de suelo y vegetación escala 1:250 000 Serie V.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013b). Sistema de descarga del continuo de elevaciones mexicano, 3.0 (CEM 3.0).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013c). Conjunto de Datos de Perfiles de Suelos, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). Cartografía conjunta de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 Serie III.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Marco geoestadístico nacional 2018. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/mapas/mg/> (07/02/2021).
- Kirchmayr, R. M., M. Arellano-Plaza, M. Estarrón-Espinosa, J. Gallardo-Valdez, A. Ch. Gschaedler Mathis, J. E. López-Ramírez, A. Navarro-Hurtado, R. Prado-Ramírez y Ramírez-Romo, E. (2014). Manual para la estandarización de los procesos de producción de mezcal guerrerense. Fundación Produce Guerrero A. C.



- México. pp: 28-30. Recuperado de <https://centrosconacyt.mx/wp-content/uploads/2015/04/manualmezcalguerrerense.pdf> (07/02/2021).
- León Merino, A., Rivera Peña, R., Hernández Juárez, M., Sangerman Jarquín, D. Ma., Jiménez Sánchez, L. y Valtierra Pacheco, E. (2017). Aprovechamiento de productos forestales no maderables en la comunidad pensamiento Liberal Mexicano, Oaxaca. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 8 (18): 3725-3738. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i18.217>
 - López-Camacho R. (2008). Productos forestales no maderables: Importancia e impacto en su aprovechamiento. *Colombia forestal*. 11: 215- 231.
 - Norma Oficial Mexicana. (NOM-007-SEMARNAT- 1997). Diario Oficial de la Federación. México. 23 de octubre de (1995). 8 p. (consultado el 19 de agosto de 2023) en <http://sigajalisco.gob.mx/assets/documentos/normatividad/nom007semarnat1997.htm#:~:text=NORMA%20OFICIAL%20MEXICANA%20NOM%2D007%2DRECNAT%2D1997%2C%20QUE,30%20de%20mayo%20de%201997>).
 - Pérez-Hernández, E., Chávez-Parga, M., y González Hernández, J. C. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 18(1), 148-164. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.49552>
 - Provida verde. (2019a). Programa de manejo simplificado para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables con fines comerciales maguey (*Agave cupreata* y *Agave angustifolia*), de los Bienes Comunales de Temalac, Municipio de Atenango del Río, Guerrero.
 - Provida verde. (2019b). Programa de manejo simplificado para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables con fines comerciales maguey (*Agave cupreata* y *Agave angustifolia*), de los Bienes Comunales de Mexquitlan, Municipio de Copalillo, Guerrero.
 - SEMARNAT. (2021). Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018. Ciudad de México, México: SEMARNAT. <https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2021/2018.pdf>
 - Stockdale, M., López-Binnqüist, C., Blaurt, J., Miranda-Jimenez, B., Arancibia, E., y Edouard, F. (2019). Manejo Comunitario Sustentable de Productos Forestales No Maderables. Un Manual para América Latina. Universidad Veracruzana. pp 265.
 - Tapia-Tapia, E. D. C., & Reyes-Chilpa, R. (2008). Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y bosques*. 14(3): 95-112.
 - Torres-García, I., Rendón-Sandoval, F. J., Blancas, J., & Moreno-Calles, A. I. (2019). El género *Agave* en los sistemas agroforestales de México. *Botanical Sciences*. 97(3): 263-290. <https://doi.org/10.17129/botsci.2202>
 - Torres, I., Casas, A., Delgado-Lemus, A., & Rangel-Landa, S. (2013). Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: Aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable. *Zonas Áridas*. 15 (1): 92–109.
 - Vázquez-Pérez, N., Blancas, J., Torres-García, I., García-Mendoza, A., Casas, A., Moreno-Calles, A. I., ... & Rendón-Aguilar, B. (2020). Conocimiento y manejo tradicional de *Agave karwinskii* en el sur de México. *Botanical Sciences*. 98(2): 328-347.



SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DE LA LIGA DE BÉISBOL DE ACATLÁN DE OSORIO

Rojas Nando Julio Cesar¹, Reyes Luna Nayely², Roque Lima Royher³,
Medina Ramírez José Ángel⁴, Rubio Luna Karol⁵

- 1 Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, jc.rojas@hotmail.com
- 2 Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Nayely.reyes@itsao.edu.mx
- 3 Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309044@acatlan.tecnm.mx
- 4 Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309031@acatlan.tecnm.mx
- 5 Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309045@acatlan.tecnm.mx

Resumen: La presente investigación describe el desarrollo e implementación de un sistema web orientado a mejorar la gestión administrativa de la Liga de Béisbol de Acatlán de Osorio, Puebla. El proyecto surge como respuesta a las dificultades relacionadas con el registro manual de jugadores, programación de partidos y control de estadísticas deportivas. Para el desarrollo del sistema se empleó la metodología ágil Extreme Programming (XP), la cual permitió organizar el proyecto mediante ciclos de planificación, diseño, codificación y pruebas. El sistema fue desarrollado utilizando, HTML, CSS, JavaScript y PHP en Visual Studio Code, mientras que MySQL y Wampserver fueron utilizados para la administración de la base de y el entorno de desarrollo local. Asimismo, se diseñaron prototipos interactivos en Figma para mejorar la experiencia del usuario y validar la estructura visual del sistema antes de su implementación. Durante las pruebas funcionales se comprobó el correcto funcionamiento de los módulos de registro de equipos, programación de partidos, control de estadísticas y autenticación de usuarios. Los resultados obtenidos muestran que la plataforma facilita la administración deportiva y contribuye a mejorar la organización de las temporadas en ligas locales.

Palabras Clave: Liga de béisbol, sistema web, Figma, Visual Studio Code, Wampserver, gestión deportiva, estadísticas deportivas.

Abstract: This research describes the development and implementation of a web-based system designed to improve the administrative management of the Acatlán de Osorio Baseball League in Puebla, Mexico. The project arose in response to difficulties related to the manual registration of players, scheduling of



games, and tracking of sports statistics. The system was developed using the agile Extreme Programming (XP) methodology, which allowed for the organization of the project through cycles of planning, design, coding, and testing. The system was developed using HTML, CSS, JavaScript, and PHP in Visual Studio Code, while MySQL and WampServer were used for database administration and the local development environment. Interactive prototypes were also designed in Figma to enhance the user experience and validate the system's visual structure before implementation. Functional testing verified the correct operation of the team registration, game scheduling, statistics tracking, and user authentication modules. The results show that the platform facilitates sports administration and contributes to improved organization of seasons in local leagues.

Keywords: Baseball league, web system, Figma, Visual Studio Code, Wampserver, sports management, sports statistics.

1. Introducción

La gestión administrativa de ligas deportivas amateurs representa un desafío recurrente en diversas comunidades como Acatlán de Osorio, Puebla debido al manejo manual de información relacionada con jugadores, calendarios y estadísticas deportivas. Las exigencias relacionadas con el registro de jugadores, la programación de partidos, el control de resultados y las responsabilidades administrativas generan una presión constante en organizadores y equipos, lo que puede afectar la continuidad de la liga y la motivación de los participantes. De acuerdo con García y López (2020), la administración manual de torneos deportivos puede generar errores en los registros estadísticos y retrasos en la programación de encuentros deportivos.

Además, factores como el aumento de información por temporada, la necesidad de mantener calendarios actualizados y la demanda de acceso rápido a estadísticas generan dificultades para los organizadores cuando no se cuenta con sistemas automatizados. Como consecuencia, algunas ligas presentan problemas relacionados con pérdida de información, retrasos en la publicación de resultados y desorganización en la programación de encuentros deportivos.

En los últimos años, los sistemas web han adquirido relevancia como herramientas accesibles para apoyar la gestión de actividades deportivas debido a su capacidad para centralizar información y automatizar procesos administrativos. Estas plataformas permiten registrar participantes, programar partidos, consultar estadísticas y generar reportes en tiempo real mediante interfaces accesibles desde computadoras o dispositivos móviles. De igual forma, el uso de prototipos interactivos mediante herramientas como Figma ha permitido mejorar la experiencia del usuario durante el desarrollo de aplicaciones web. El prototipado facilita la validación temprana de interfaces y funcionalidades antes de la implementación final del sistema, permitiendo detectar problemas de navegación y mejorar la usabilidad de las plataformas digitales.

En el ámbito deportivo, diversas investigaciones han explorado la implementación de sistemas web



orientados a la administración de ligas amateurs. Estos estudios concluyen que las herramientas digitales contribuyen a mejorar la organización de torneos, optimizar el control de información y fortalecer la comunicación entre organizadores, jugadores y aficionados, especialmente cuando integran módulos interactivos de fácil acceso.

A partir de este contexto surge el Sistema Web para la Liga de Béisbol de Acatlán de Osorio, diseñado como una herramienta de apoyo para organizadores y equipos que buscan mejorar la gestión de temporadas y partidos. El sistema integra funcionalidades interactivas orientadas a la administración deportiva, tales como registro de jugadores, programación de juegos y consulta de estadísticas que buscan fomentar una organización eficiente en la liga.

El desarrollo del sistema se llevó a cabo utilizando Visual Studio Code para la construcción del frontend con HTML, CSS y JavaScript, y Wampserver con PHP y MySQL para la base de datos y backend. Asimismo, para organizar el proceso de desarrollo del software se utilizó un enfoque iterativo ágil, el cual permitió estructurar el trabajo en etapas cortas y realizar pruebas constantes para garantizar el funcionamiento adecuado de los módulos del sistema.

El presente artículo describe el proceso de desarrollo del sistema, así como los fundamentos conceptuales que sustentan el proyecto, la metodología empleada y los resultados obtenidos durante las pruebas del sistema. De esta manera, se busca mostrar la viabilidad de utilizar sistemas web como herramientas tecnológicas de apoyo para la gestión de ligas de béisbol locales.

2. Sustento Teórico

Las diversas investigaciones han señalado las consecuencias que la mala organización produce en las ligas de béisbol locales, las cuales pueden traducirse en efectos negativos para la continuidad de los torneos, así como para la motivación de los jugadores. Es posible identificar entre las consecuencias más habituales en las ligas de béisbol locales, errores en sus calendarios, la pérdida de los datos de los resultados, pérdida de interés por parte de los equipos y una disminución de la participación. También, la presión por jugar muchos partidos, la competencia entre los equipos o las expectativas de los espectadores pueden contribuir a que el fenómeno se intensifique en comunidades como Acatlán de Osorio en Estado de Puebla.

En consecuencia, se ha comenzado a describir el uso de tecnologías digitales para poder dar soporte a la gestión de las ligas deportivas. En particular, los sistemas web han comenzado a posicionarse como herramientas informáticas que permiten registrar jugadores, programar juegos, consultar estadísticas, etcétera. Las ventajas de estos sistemas son que suelen ser accesibles, portátiles y fáciles de usar, lo que permitirá a organizadores y a los equipos interactuar con el sistema desde cualquier lugar y en cualquier momento, incluso desde un celular o una computadora.

Dentro de las herramientas digitales orientadas a la administración deportiva, se ha posicionado el diseño de prototipos como una estrategia de trabajo primordial. El diseño de prototipos se refiere al diseño de



maquetas interactivas.

Este proyecto fue creado con las siguientes herramientas tecnológicas:

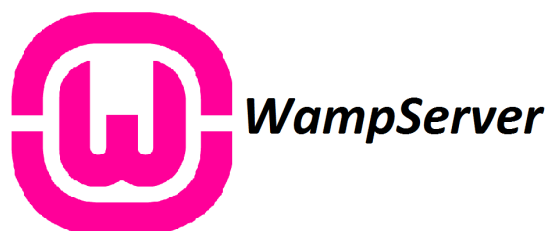
Figura 1. Visual Studio Code



Nota: Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) ligero y versátil de Microsoft para crear sistemas web y aplicaciones.

Visual Studio Code es un entorno de desarrollo integrado (IDE) diseñado específicamente para la creación de aplicaciones y sistemas web. Esta herramienta fue desarrollada por Microsoft y proporciona a los programadores un conjunto de utilidades que permiten escribir código, diseñar interfaces, compilar proyectos, ejecutar pruebas y detectar errores durante el proceso de desarrollo. Además, está basado en Electron e incluye extensiones como Live Server, PHP Intelephense y MySQL para trabajar con frontend y backend, junto con un emulador de navegador que permite probar todo sin necesidad de un servidor físico (Microsoft Docs, 2025).

Figura 2. Entorno de desarrollo local WampServer



Nota: Entorno de Desarrollo Local para aplicaciones web con PHP, MySQL y Apache.

Wampserver es un servidor de desarrollo local diseñado específicamente para crear y probar aplicaciones web con tecnologías Windows. Esta herramienta proporciona a los programadores un paquete completo que incluye Apache (servidor web), MySQL (base de datos) y PHP (lenguaje de programación backend), todo integrado en un solo instalador fácil de usar. Además, permite configurar bases de datos, ejecutar scripts PHP y acceder a phpMyAdmin para gestionar tablas sin necesidad de servidores remotos. Es ideal para desarrollo local antes de subir a internet (Wampserver.com, 2025).



Figura 3. Figma



Nota: Plataforma líder de diseño colaborativo para interfaces digitales (UI/UX) y desarrollo de productos. Figma es una herramienta de diseño colaborativo diseñada para crear prototipos e interfaces de usuarios, proporciona a los diseñadores utilidades para dibujar pantallas, agregar interacciones, probar flujos y compartir maquetas en tiempo real sin instalar nada es ideal para validar ideas antes de programar (Figma.com, 2025).

3. Metodología

Para el desarrollo del sistema web se empleó la metodología ágil Extreme Programming (XP), propuesta por Beck (2004), la cual se caracteriza por promover ciclos de desarrollo cortos, retroalimentación continua y entrega frecuente de versiones funcionales del software.

La implementación de esta metodología permitió organizar el desarrollo del sistema mediante etapas iterativas orientadas a mejorar progresivamente las funcionalidades de la plataforma web para la Liga de Béisbol de Acatlán de Osorio.

3.1 Planificación

Durante esta etapa se identificaron las principales problemáticas relacionadas con la gestión manual de la liga, tales como dificultades en el registro de jugadores, programación de partidos y actualización de estadísticas deportivas.

Asimismo, se realizó un levantamiento de requerimientos mediante entrevistas con organizadores y participantes de la liga. Entre los requerimientos funcionales identificados destacan:

- Registro de equipos y jugadores.
- Programación automática de partidos.
- Consulta de estadísticas deportivas.
- Administración de temporadas.
- Inicio de sesión para usuarios registrados.

También se definieron los requerimientos no funcionales relacionados con facilidad de uso, accesibilidad y seguridad de la información.

3.2 Diseño

En esta fase se definió la arquitectura general del sistema y la organización de los módulos que integran



la plataforma web.

Además, se diseñaron prototipos interactivos mediante Figma con la finalidad de validar la estructura visual y mejorar la experiencia del usuario antes de iniciar la etapa de codificación.

Las interfaces fueron diseñadas manteniendo coherencia visual entre pantallas, utilizando elementos de navegación consistentes y estructuras orientadas a facilitar el acceso a las diferentes funcionalidades del sistema.

Entre las principales interfaces desarrolladas se encuentran:

- Inicio de sesión.
- Registro de usuarios.
- Panel principal.
- Administración de equipos.
- Gestión de jornadas y partidos.
- Consulta de estadísticas.
-

Figura 4. Creación de una cuenta



 **Liga Acatlán**

Inicia sesión en tu cuenta

Usuario

Contraseña

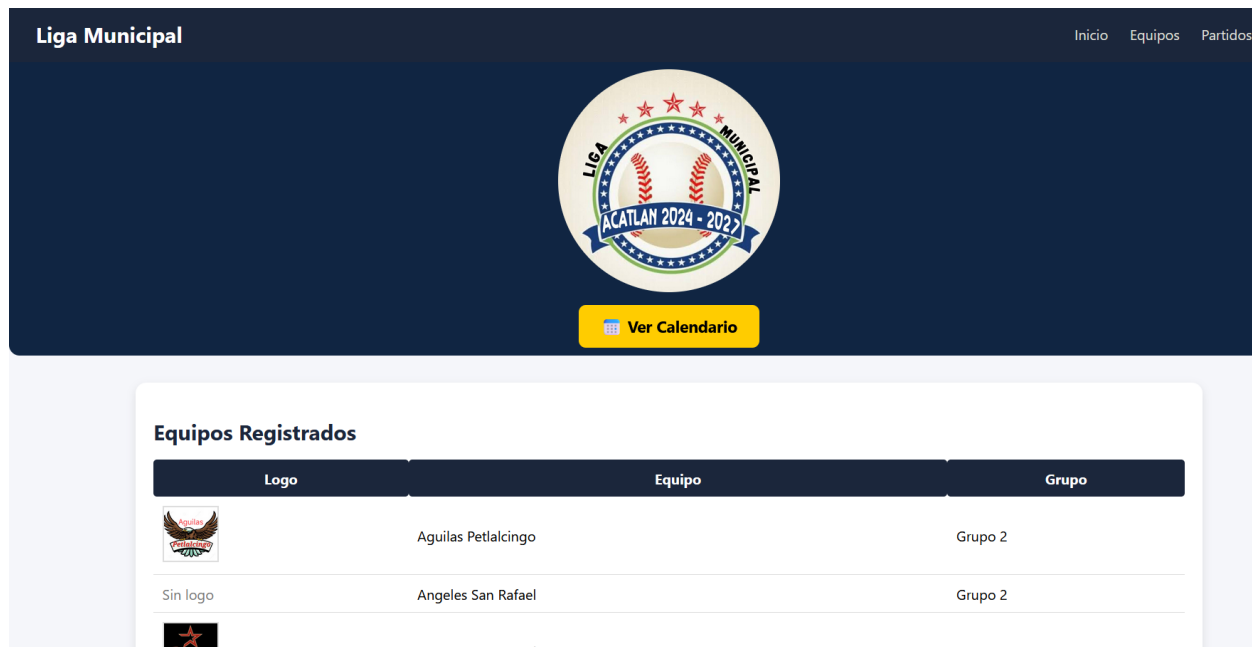
Iniciar Sesión

Sistema de Gestión de Liga Acatlán

Nota: Se muestra la interfaz cuando el usuario quiera iniciar sesión.



Figura 5. Menú principal



Nota: Se muestra la pantalla principal del sistema.

Figura 6. Módulos del sistema.

Nota: Se muestran las interfaces de los módulos del sistema (Equipos, Temporadas, Jornadas, Partidos y Usuarios).



3.3 Codificación

La fase de codificación consistió en la implementación del código necesario para el funcionamiento del sistema web de la Liga de Béisbol de Acatlán de Osorio. Durante esta etapa se programaron las diferentes funcionalidades del sistema utilizando Visual Studio Code como entorno principal, con HTML, CSS y JavaScript para la parte visual y PHP para conectar con la base de datos.

En esta etapa se desarrollaron los distintos módulos que conforman el sistema, incluyendo el sistema de registro de equipos y jugadores, el módulo de inicio de sesión, la programación de partidos y la consulta de estadísticas. Cada una de estas funcionalidades fue implementada siguiendo una estructura organizada del código que permitiera facilitar futuras modificaciones o mejoras en el sistema.

Además, se integró **Wampserver** con MySQL para gestionar el almacenamiento de la información de la liga. Esto permitió que los datos de jugadores, resultados de partidos y calendarios pudieran almacenarse de forma segura y consultarse correctamente desde cualquier parte del sistema.

El proceso de codificación se realizó de manera iterativa, siguiendo los principios de la metodología XP. Esto permitió realizar mejoras continuas en el código, corregir errores detectados durante el desarrollo y optimizar el funcionamiento de los módulos implementados en el sistema web.

Figura 7. Líneas de código (wampserver)

```

1  <?php
2  // Archivo: conexion.php
3
4  $host = 'localhost';
5  $dbname = 'liga_acatlan';
6  $username = 'root';
7  $password = '';
8
9  try {
10     $pdo = new PDO("mysql:host=$host;dbname=$dbname;charset=utf8mb4", $username, $password);
11     $pdo->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
12 } catch(PDOException $e) {
13     die("Error de conexión: " . $e->getMessage());
14 }
15 ?>
16

```

Notas: Este código muestra la conexión con WampServer.



Figura 8. Código del inicio de sesión

```

login.php
1  <?php
2  session_start();
3
4  // Configuración de la base de datos
5  $host = 'localhost';
6  $dbname = 'liga_acatlan';
7  $username = 'root';
8  $password = '';
9
10 // Conexión a la base de datos
11 try {
12     $pdo = new PDO("mysql:host=$host;dbname=$dbname;charset=utf8mb4", $username, $password);
13     $pdo->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
14 } catch(PDOException $e) {
15     die("Error de conexión: " . $e->getMessage());
16 }
17
18 $error = '';
19
20 // Procesar el formulario cuando se envía
21 if ($_SERVER['REQUEST_METHOD'] === 'POST') {
22     $usuario = trim($_POST['usuario'] ?? '');
23     $contrasena = $_POST['contrasena'] ?? '';
24
25     if (!empty($usuario) && !empty($contrasena)) {
26         // Consultar usuario en la base de datos
27         $stmt = $pdo->prepare("SELECT id_usuario, usuario, contrasena, rol FROM usuarios WHERE usuario = ?");
28         $stmt->execute([$usuario]);
29         $user = $stmt->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);
30
31         if ($user && password_verify($contrasena, $user['contrasena'])) {
32             // Login exitoso
33             $_SESSION['user_id'] = $user['id_usuario'];
34             $_SESSION['usuario'] = $user['usuario'];
35             $_SESSION['rol'] = $user['rol'];
36

```

Nota: Estas líneas muestran una parte del inicio de sesión

3.4 Pruebas

En esta etapa se realizaron pruebas funcionales orientadas a verificar el correcto funcionamiento de los módulos implementados en el sistema.

Entre las pruebas realizadas destacan:

- Validación de inicio de sesión.
- Registro de usuarios y equipos.
- Almacenamiento correcto de información en la base de datos.
- Navegación entre módulos.
- Consulta de estadísticas deportivas.
- Compatibilidad básica en dispositivos móviles.

Asimismo, se realizaron pruebas de usabilidad con usuarios locales, quienes evaluaron la facilidad de navegación y acceso a las funciones principales del sistema.

Los resultados obtenidos permitieron identificar pequeños errores en la interfaz y funcionamiento de algunos módulos, los cuales fueron corregidos antes de la versión final.



Figura 9. Registro de equipos

Liga Municipal			Inicio	Equipos	Partidos
Equipos Registrados					
Logo	Equipo	Grupo			
	Aguilas Petalcingo	Grupo 2			
Sin logo	Angeles San Rafael	Grupo 2			
	Astros San Bernardo	Grupo 2			
	Aztecas 03 de Mayo	Grupo 1			

Nota: Se muestra el ingreso de algunos equipos.

Figura 10. Cuentas registrada en WampServer

				id_usuario	usuario	contrasena	rol	fecha_creacion
☐	 Editar	 Copiar	 Borrar	2	Administrador	\$2y\$10\$BrPRCc44j.rfvT1oXYFL4O048OrTHh1oAQIRPxEBTZt...	Admin	2025-11-14 23:52:55
☐	 Editar	 Copiar	 Borrar	3	Medina	\$2y\$10\$jhmct6FwwYIVfyk1pmjQePg0Nt6ez2LTW5LDuN5dlI...	Equipo	2025-11-15 21:44:24
☐	 Editar	 Copiar	 Borrar	4	Admin	\$2y\$10\$PvD41Ug2MmnRYIHmTgu5O4NEe/c2npxCZK/soipVyE...	Admin	2025-11-25 10:53:26

Nota: Se muestran los usuarios que pueden ingresar al sistema.

4. Resultados de discusión

Durante el desarrollo del sistema web se obtuvo como resultado una plataforma funcional orientada a apoyar la gestión de la Liga de Béisbol de Acatlán de Osorio, Puebla. El sistema integra diferentes módulos que permiten a los organizadores, equipos y jugadores interactuar con la plataforma y utilizar herramientas diseñadas para mejorar la organización deportiva.

Uno de los primeros resultados observados durante las pruebas del sistema fue el correcto funcionamiento del módulo de registro e inicio de sesión de usuarios, el cual permite crear cuentas para equipos y acceder a las funcionalidades de la plataforma. El registro de jugadores y equipos y el almacenamiento de información se gestionan mediante la base de datos MySQL en Wampserver, lo que facilita el manejo seguro de los datos de la liga.

Además, el sistema incluye un módulo de consulta de estadísticas, con tablas de posiciones, líderes de bateo y pitcheo, con el objetivo de fomentar la participación de los equipos y mantener motivados a los jugadores. Las estadísticas se actualizan automáticamente al registrar los resultados de cada partido, lo que mantiene la información siempre actualizada.

Durante las pruebas realizadas se verificó que los usuarios pueden navegar de manera adecuada entre las diferentes pantallas del sistema y utilizar las herramientas disponibles sin dificultades, incluso desde celulares básicos. Asimismo, se comprobó que la información de jugadores, partidos y estadísticas se



almacena correctamente en la base de datos.

5. Conclusiones

El desarrollo del sistema web permitió demostrar que las herramientas digitales pueden contribuir significativamente a mejorar la administración de ligas deportivas amateurs como la Liga de Béisbol de Acatlán de Osorio.

La implementación de funcionalidades relacionadas con el registro de jugadores, programación de partidos y consulta de estadísticas permitió optimizar diversos procesos administrativos que anteriormente se realizaban de manera manual.

Asimismo, la metodología Extreme Programming (XP) facilitó el desarrollo iterativo del sistema y permitió realizar mejoras continuas durante cada una de las etapas del proyecto.

Los resultados obtenidos durante las pruebas funcionales evidenciaron que la plataforma ofrece una alternativa viable para apoyar la organización de competencias deportivas locales mediante herramientas digitales accesibles y fáciles de utilizar.

Finalmente, como trabajo futuro se propone incorporar tecnologías de inteligencia artificial orientadas al análisis predictivo de estadísticas deportivas, generación automática de reportes y envío de notificaciones inteligentes para jugadores, organizadores y aficionados.

6. Referencias

- Beck, K. (2004). Extreme Programming Explained: Embrace Change (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Federación Mexicana de Béisbol. (2022). Organización y administración de ligas deportivas en México.
- Figma. (2025). Herramienta de diseño colaborativo. <https://www.figma.com>
- García, J., & López, M. (2020). Sistemas digitales para la gestión deportiva amateur. Revista Mexicana de Tecnología Deportiva, 12(2), 45-58.
- Microsoft. (2025). Visual Studio Code Documentation. <https://code.visualstudio.com/docs>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). Ingeniería de software: Un enfoque práctico (9.^a ed.). McGraw-Hill.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2019). Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction (5th ed.). Wiley.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de software (9.^a ed.). Pearson.
- Wampserver. (2025). Wampserver Official Documentation. <https://www.wampserver.com/en/>

