

100 CIA TEC



HACIA UN PARADIGMA DIGITAL CON ORIENTACIÓN SOSTENIBLE: UNA ALIANZA ESTRATÉGICA PARA EL DESARROLLO

 **smartin.tecnm.mx** 
f i d TecNM - San Martín Texmelucan

 **248 688 64 61**
EXT. 5100 6 5206

#OrgulloHalcón




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



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

Secretaría de Educación del Estado de Puebla

Manuel Chávez Sáenz

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

Gonzalo Amador Juárez Uribe

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

Alberto Enrique García Hernández

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

Jaime Isaí Lozada Cervantes

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

Dulce María Reyes Quiroz

Directora General del
Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Mayra Estrella Tame Macías

Directora Académica

José Abel González Sánchez

Director de Planeación y Vinculación

Marisol López Ruiz

Subdirectora de Posgrado e Investigación

Salvador Pérez Mejía

Subdirector Académico

Yuribel Juárez de Jesús

Encargada de la Subdirección de Vinculación

Elia López Linares

Subdirectora de Planeación

Enrique Martínez Muñoz

Encargado de la Subdirección de Servicios Administrativos

Héctor Luis Cruz Sánchez

Jefe del Departamento de Posgrado e Investigación

Ma. Concepción Alvarado Méndez

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

Cristina Romera Tébar

Universidad de Alicante

Secretaria del Comité de Arbitraje de la Revista 100CIATEC

Luis Carlos Álvarez Simón

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Claudia Yadira Luna Carrasco

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Sabdiel Cruz Luna

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Carlos Madrigal Villarreal

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Graciela Santos Martínez

Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Yoxkin Estévez Martínez

Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Grace Erandy Báez Hernández

Instituto Tecnológico Superior de Guasave

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Sergio Ernesto Medina Cuéllar

División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca

Universidad de Guanajuato Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Jessica Ivón Cuevas Zapata

Instituto Tecnológico Superior de Zacatecas de Occidente

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Susana Casy Téllez Ballesteros

Facultad de Ingeniería UNAM

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

María Mercedes León Sánchez

División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca Universidad de Guanajuato

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Anselmo de Jesús Cabrera Hidalgo

Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Sebastián Irigoyen Ibarra

Management School ESSCA

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Felipe de Jesús Torres del Carmen

Universidad de Guanajuato

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Alma Rosa Netzahuatl Muñoz

Universidad Politécnica de Tlaxcala

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

José Eleazar Aguilar Toalá

Universidad Autónoma Metropolitana

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Adolfo Quiroz Rodríguez

Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Arturo Santos Gómez

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Francisco Javier Gómez Montaña

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Josset Sánchez Olarte

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Luis Ernesto Irigoyen Arroyo

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Vianney Morales Zamora

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Samuel Friarte Córdova Espino

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

María Elena Hernández Hernández

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Clara Romero Cruz

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

ÍNDICE

<i>APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....</i>	<i>1</i>
<i>ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTENTABILIDAD ENFOCADO A RESIDUOS.....</i>	<i>17</i>
<i>IMPLEMENTACIÓN DE IA EN ENTORNOS WEB UTILIZANDO REACT Y TENSORFLOW.JS.....</i>	<i>29</i>
<i>SISTEMA WEB PARA GESTIÓN DE OPERACIONES DE CAFETERÍA CANELA (AD-STOCK).....</i>	<i>44</i>
<i>APLICACIÓN DE MACROS EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE OPERACIONES EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA.....</i>	<i>55</i>
<i>SISTEMA WEB PARA PLANES DEPORTIVOS Y GESTIÓN DE USUARIOS.....</i>	<i>66</i>
<i>ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CARACTERIZACIÓN DE UN POSIBLE ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DEL FRUTO DEL ARÁNDANO (Vaccinium Corybosum L.) MEDIANTE TÉCNICAS COLORIMÉTRICAS Y ÓPTICAS</i>	<i>78</i>
<i>APLICACIÓN MÓVIL Y SISTEMA WEB PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE ESTUDIANTES MEDIANTE RA (REALIDAD AUMENTADA).....</i>	<i>90</i>
<i>IMPACTO DEL TREN MAYA EN INGRESOS DEL HOSPEDAJE EN FELIPE CARRILLO PUERTO</i>	<i>101</i>
<i>ALIANZA ESTRATÉGICA ENTRE EJIDO, ITSSMT Y EMPRESAS: UN MODELO MULTIACTOR PARA LA REFORESTACIÓN EN SANTA RITA TLAHUAPAN.....</i>	<i>108</i>
<i>SISTEMA WEB Y APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS (LOCALHOME)</i>	<i>120</i>
<i>ESTRATEGIAS DE CALIDAD PARA LA MEJORA CONTINUA DEL SERVICIO AL CLIENTE EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE PERFORACIÓN DE POZOS EN GUAMÚCHIL, SINALOA</i>	<i>137</i>
<i>COMPORTAMIENTO DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR COMPUESTO DE ALTA TEMPERATURA ACCC CON NÚCLEO DE FIBRA DE CARBONO MEDIANTE PRUEBAS TERMO-MECÁNICAS.....</i>	<i>148</i>
<i>AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: UN DESAFÍO INVISIBLE PARA EL MEDIO AMBIENTE.....</i>	<i>168</i>
<i>HACIA UNA GUÍA ORGANIZACIONAL PARA CREAR NEGOCIOS QUE INDUSTRIALICEN RESIDUOS (Entrega No. 3/3)</i>	<i>175</i>

<i>DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL Y UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DE PROGRAMAS DE LA SECRETARÍA DE LAS MUJERES ESTATAL DE TLAXCALA</i>	<i>212</i>
<i>PRODUCCIÓN DE ÁCIDO HIALURÓNICO MEDIANTE SISTEMAS MICROBIANOS RECOMBINANTES: ANÁLISIS SISTEMÁTICO Y CIENCIOMÉTRICO</i>	<i>225</i>
<i>RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE VDA 6.3 Y ADONIS EN EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS AUTOMOTRICES</i>	<i>240</i>
<i>SISTEMA WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PEDIDOS Y APLICACIÓN WEB MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE ENTREGAS A DOMICILIO (FORIFAY)</i>	<i>252</i>
<i>DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN NUTRIDIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA NUTRICIÓN EN PACIENTES DIABÉTICOS</i>	<i>267</i>
<i>SISTEMA PARA EL CONTROL INTEGRAL DEL GIMNASIO DRAGON'GYM.....</i>	<i>275</i>
<i>SISTEMA WEB PARA LA COMPRA, VENTA Y COTIZACIONES DE EQUIPOS PARA GIMNASIO PARA LA EMPRESA FITBODY</i>	<i>285</i>
<i>THE BLACK CAT COFFEE: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SERVICIO DE CAFETERÍAS.....</i>	<i>296</i>

Editorial

Estimados lectores, la revista 100CIA TEC presenta con orgullo su número 37, una edición que refleja más de 18 años de trabajo constante y evidencia la evolución tanto de la institución que la publica como todas las personas que, desde sus inicios han contribuido decididamente a su consolidación.

En esta edición se aborda el tema de la sustentabilidad, un asunto que se reconoce como prioritario en el contexto actual, en el que convergen dos transformaciones globales de profundo impacto: la revolución digital y la transición hacia un modelo de desarrollo sostenible. Esta convergencia no solo impone retos significativos, sino que también ofrece oportunidades reales y únicas para redefinir la manera en que se produce, se organiza la sociedad y se interactúa con el medio ambiente.

El paradigma digital, al facilitar la generación masiva de datos, la automatización de procesos y la interconexión de personas y regiones, requiere implementarse de forma estratégica, con la certeza de que su orientación debe estar dirigida a promover la equidad, la resiliencia ambiental y el bienestar colectivo. En este sentido, articular lo digital con lo sostenible, no puede considerarse como la unión de dos esferas separadas, sino como la integración de dimensiones interdependientes de un nuevo modelo de desarrollo. Establecer una alianza estratégica entre ambas dimensiones resulta indispensable para afrontar con éxito los desafíos actuales, que incluyen el cambio climático, la disminución de la biodiversidad y la creación de ciudades inteligentes, equitativas y eficientes.

Sin lugar a dudas, las contribuciones reunidas en este número enriquecerán el debate académico y demostrarán la importancia fundamental del conocimiento en la construcción de futuros sostenibles e inclusivos desde una perspectiva digital.

Comité editorial

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

APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Sánchez, Juárez-Iván Rafael¹, Paredes, Xochihua-Fidel², Aguilar, Hernández-Adrian³, Estrada, Rojas-Juan Diego⁴, Pérez, Hernández-Edgar Axel⁵

1. Profesor de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, ivan_r.sanchez@smartin.tecnm.mx
2. Profesor de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, fidel.paredes@smartin.tecnm.mx
3. Estudiante de la Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240050@smartin.tecnm.mx
4. Estudiante de la Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240021@smartin.tecnm.mx
5. Estudiante de la Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240002@smartin.tecnm.mx

Resumen: La Aplicación Virtual para el Aprendizaje de Circuitos Eléctricos (AVACE) es una herramienta educativa innovadora que favorece el aprendizaje visual de contenidos eléctricos y electrónicos de manera autónoma e intuitiva. Permite transformar diagramas convencionales en modelos 3D que pueden visualizarse e interactuarse desde dispositivos móviles.

Esta funcionalidad facilita la comprensión de la estructura y el funcionamiento de los circuitos, al permitir al estudiante explorar de forma activa los componentes circuitos eléctricos en un entorno real y dinámico. Además, apoya tanto la realización de prácticas de laboratorio como el desarrollo del conocimiento, especialmente en los niveles medio superior y superior.

Palabras clave: 3D, Interacción Móvil, Exploración Activa, Entorno Dinámico, Componentes, Circuitos

Abstract: The Virtual Application for Learning Electrical Circuits (AVACE) is an innovative educational tool that promotes the visual learning of electrical and electronic content in an autonomous and intuitive way. It allows the transformation of conventional diagrams into 3D models that can be viewed and interacted with on mobile devices.

This functionality facilitates the understanding of the structure and operation of circuits by enabling students to actively explore the components of electrical circuits in a real and dynamic environment. Additionally, it supports both the completion of laboratory practices and the development of knowledge, especially at the upper secondary and higher education levels.

Keywords: 3D, Mobile Interaction, Active Exploration, Dynamic Environment, Components, Circuits



1. Introducción

La realidad aumentada se define como un recurso tecnológico que proporciona experiencias interactivas al usuario mediante la combinación de elementos virtuales con el entorno físico, utilizando dispositivos digitales. (Grapsas, 2019).

Este recurso tecnológico permite una manera más eficiente de diseñar, mantener y entregar instrucciones accesibles, al superponer contenido digital sobre espacios de trabajo reales. Según Microsoft (2023), cuando una organización comprende qué es la realidad aumentada y cómo implementarla adecuadamente, posibilita que los equipos trabajen de forma remota sin perder la colaboración efectiva.

Las aplicaciones de la realidad aumentada son diversas, abarcando áreas como videojuegos, logística, marketing, moda y educación, entre otras. El presente proyecto se enfoca en el ámbito educativo, ya que esta tecnología facilita una mejor comprensión de conceptos relacionados con circuitos electrónicos. Esteve Almirall Mezquita y Josep Soler Teixidor (2023) destaca que la realidad aumentada constituye una herramienta poderosa al combinar materiales impresos con proyecciones digitales de elementos tridimensionales, videos, imágenes y texto. Este conjunto de recursos contribuye a que los estudiantes puedan entender con mayor facilidad la aplicación práctica de conceptos complejos que estén estudiando.

Partiendo de esta definición, se desarrolla una aplicación que, mediante la identificación de diagramas de circuitos electrónicos (utilizando marcadores o targets), permite la visualización de imágenes tridimensionales representativas de cada diagrama. Para ello, se crea una base de datos en la plataforma Vuforia, que contiene todos los diagramas a visualizar. Además de la representación visual, la aplicación ofrece una descripción auditiva general de cada figura, haciendo que la interacción con el usuario sea más dinámica e intuitiva.

2. Delimitación textual

La investigación se fundamenta en la necesidad de mejorar la comprensión de los principios electrónicos por parte de los estudiantes de nivel medio superior y superior, quienes enfrentan dificultades al interpretar diagramas electrónicos y asociarlos con los dispositivos físicos reales. En cuanto a las aportaciones, se propone una solución innovadora y accesible a los retos del aprendizaje en áreas electrónicas mediante una herramienta tecnológica que apoya tanto prácticas de laboratorio como proyectos individuales.

Entre sus principales contribuciones se encuentran: La mejora en la comprensión de la simbología y funcionamiento de circuitos eléctricos, el fortalecimiento de habilidades prácticas sin depender de



100CIATEC

materiales físicos costosos o contaminantes, y la promoción de un aprendizaje significativo a través de la interacción visual y auditiva.

Sin embargo, se identifican algunas limitaciones, como la dependencia del correcto diseño de los marcadores para asegurar la funcionalidad de la aplicación, y la necesidad de dispositivos con especificaciones mínimas que soporten la tecnología de RA. Esta investigación se posiciona dentro del campo de la tecnología educativa, aportando una propuesta concreta y fundamentada para integrar la realidad aumentada al aprendizaje de la electrónica.

3. Metodología

ESPIRAL

De acuerdo con Amores-Valencia (2023), la implementación de la Realidad Aumentada (RA) en entornos educativos tiene un impacto positivo tanto en la motivación como en el rendimiento académico del alumnado. Tomando en cuenta lo que nos dice Valéria Vernaschi Lima (2017) sobre la metodología espiral, la describe como una herramienta activa y dinámica que potencia los procesos de enseñanza-aprendizaje. Algunos elementos que menciona son:

- **La identificación de un problema significativo:** El estudiante por naturaleza, está expuesto a escaso entendimiento dentro del salón de clases, no por falta de facultades, las mismas condiciones de un salón de muchos estudiantes, interrumpen el aprendizaje.
- **El trabajo colaborativo:** Dentro de esta etapa, se mejoró el sistema de Realidad Aumentada que se trabajó en AVACE, por sus siglas: “Aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje de circuitos eléctricos”.
- **La reflexión crítica:** Se llevaron a cabo mejoras en la aplicación móvil con el apoyo de un servicio web dirigido a estudiantes, con el propósito de que cualquier estudiante tenga acceso a los recursos de aprendizaje, tomando en cuenta los avances y los resultados obtenidos mediante encuestas y opiniones, hechas a la comunidad estudiantil.
- **La evaluación procesual y formativa:** Durante el proceso, el enfoque de evaluación se centró en el proceso de aprendizaje en lugar de solo en los resultados finales. Implicando una valoración continua del progreso del estudiante a lo largo de su aprendizaje, por ello las últimas actualizaciones se enfocaron en mejorar el desempeño de facilidad e innovación de los recursos.

Tomando como base los aportes de Amores-Valencia (2023), se reconoce que la incorporación de la Realidad Aumentada (RA) en contextos educativos impacta positivamente tanto en la motivación como en



100CIATEC

el rendimiento académico del alumnado. Añadiendo, se retoman las ideas de Valéria Vernaschi Lima (2017) sobre la metodología espiral, la cual es concebida como una estrategia activa y dinámica que fortalece los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante una estructura cíclica y progresiva.

A partir de esta perspectiva metodológica, se concretaron las siguientes fases que guiaron el desarrollo y mejora de la aplicación AVACE (Aplicación de Realidad Aumentada para el Aprendizaje de Circuitos Eléctricos):

La primera fase consistió en la identificación de un problema significativo. En el entorno educativo actual, los estudiantes suelen enfrentarse a dificultades de comprensión dentro del aula, no necesariamente por falta de capacidades, sino debido a factores como la alta densidad estudiantil, lo cual limita la atención individualizada y entorpece el proceso de aprendizaje.

Seguido, se promovió el trabajo colaborativo como estrategia de mejora. En esta etapa, se realizaron ajustes importantes a la aplicación AVACE, optimizando sus funcionalidades con base en la retroalimentación de los usuarios y en colaboración con docentes y estudiantes, con el objetivo de incrementar su eficacia pedagógica.

En la tercera etapa, se impulsó la reflexión crítica, a partir de encuestas y opiniones recogidas de la comunidad estudiantil, se introdujeron mejoras en la interfaz y en la funcionalidad de la aplicación, integrando además un servicio web complementario que permite el acceso remoto a los recursos educativos. Esta actualización busca garantizar una experiencia de aprendizaje más completa y accesible para todos los estudiantes.

Y, por último, se implementó una evaluación procesual y formativa, centrada en monitorear el progreso del aprendizaje a lo largo del uso de la herramienta, no priorizando los resultados finales. Este enfoque permitió ajustar las funcionalidades de AVACE en función de las necesidades detectadas, priorizando la facilidad de uso, la innovación tecnológica y la efectividad didáctica de los recursos ofrecidos.

Podemos ver una representación de estas etapas en la Figura 1.





Figura 1. Metodología Espiral

Fuente: Elaboración propia

4. Desarrollo

La aplicación se construyó mediante un flujo de trabajo integrado entre varias etapas clave. Primero, se modelaron en Blender todos los componentes visuales en 3D, optimizándolos para realidad aumentada. Luego, se diseñaron marcadores físicos basados en esquemas electrónicos, que actuarían como activadores de la experiencia. Para el reconocimiento de imágenes, se configuró una base de datos en Vuforia (Figura 2), cargando los renders generados previamente. Finalmente, en Unity, se sincronizaron los modelos 3D con los marcadores, programando la interacción y superposición de los circuitos en el entorno real, logrando así la experiencia de realidad aumentada funcional.

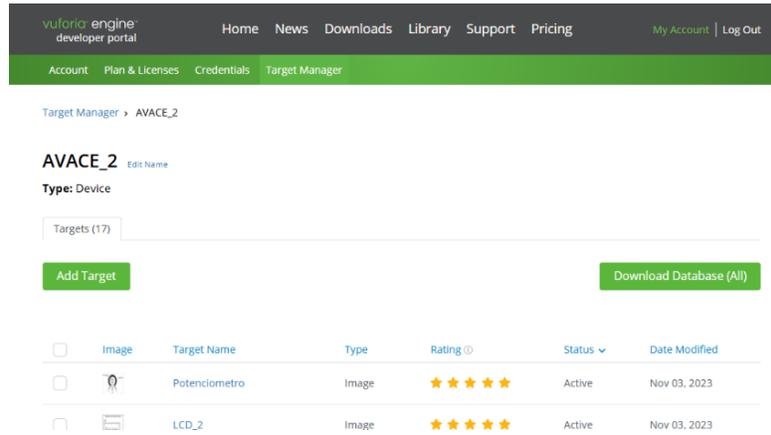


Figura 2. Interfaz de Vuforia.

Fuente: Elaboración propia

La aplicación integra todos los elementos previamente mencionados, combinando lo mejor de cada uno en un solo lugar, lleva por nombre “AVACE”. Gracias a la versatilidad de Unity y su compatibilidad con entornos de Realidad Aumentada, fue posible desarrollar esta solución de manera eficiente y funcional. La vinculación de modelos 3D con bases de datos permitió que, al escanear determinadas imágenes, se activara la visualización de contenido en Realidad Aumentada, ofreciendo así una experiencia interactiva e innovadora para el usuario. (Figura 3)

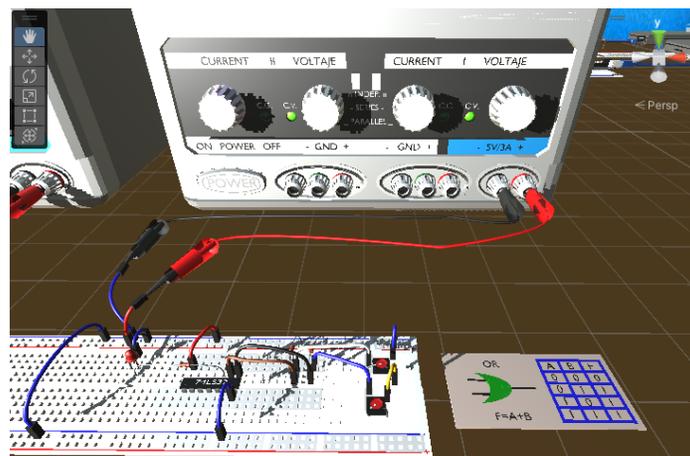


Figura 3. Modelos Blender en Unity

Fuente: Elaboración propia

Para facilitar el uso de estos recursos, se hizo un menú para usuarios, y con ello la aplicación será versátil para ser compartida con más usuarios. La aplicación consta de un inicio de sesión, faltando la validación

de los usuarios, un menú pequeño que contara con las opciones de: Ayuda, cámara AR y redes sociales. (Figura 4 y Figura 5).



Figura 4. Interfaz de Inicio “AVACE”

Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Interfaz de menú “AVACE”

Fuente: Elaboración propia

Esta plataforma integra tres niveles de formación práctica: desde circuitos básicos de laboratorio, manipulación de objetos 3D por medio de movimiento hasta sistemas complejos. Su diseño pedagógico cubre las necesidades formativas de las áreas de electrónica, posicionándose como una herramienta educativa disruptiva.

Esta solución educativa combina el aprendizaje tangible con el digital, creando un puente cognitivo que acelera la asimilación de conceptos complejos. Su arquitectura modular permite adaptarse desde cursos introductorios hasta formación especializada, respondiendo a las demandas de la educación técnica actual.

NUEVA IMPLEMENTACIÓN

En las últimas implementaciones y actualizaciones de AVACE, se intentó hacer un software para manipulación de objetos 3D por medio de movimiento y detección de patrones en la mano. Gracias a librerías como OpenCV dentro del lenguaje de programación Python, fue posible reconocer y manipular los objetos creados en Blender. (Figura 6).

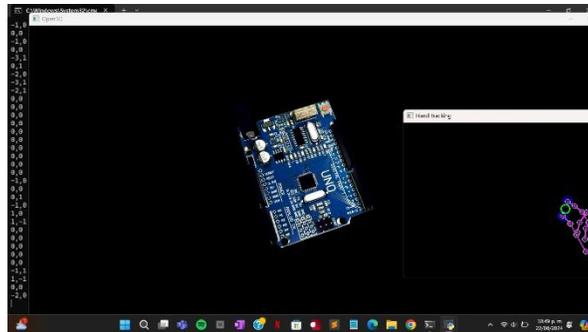


Figura 6. Manipulación de Objetos

Fuente: Elaboración propia

Esta opción abre la posibilidad de implementar nuevas funciones y versatilidad dentro del proyecto, abriendo puerta a todos aquellos que quieran aprender en este nuevo mundo de circuitos eléctricos.

Para el caso de los modelos 3D para la nueva implementación, se ocuparon los mismos modelos, pero el decorado tuvo que ser por medio de imágenes de colores, ya que la librería no aceptaba texturas que no fuera imágenes, y como se puede ver en la Figura 7, el modelo debe ser revisado por Visor 3D, ya que podemos identificar posibles errores de texturas.

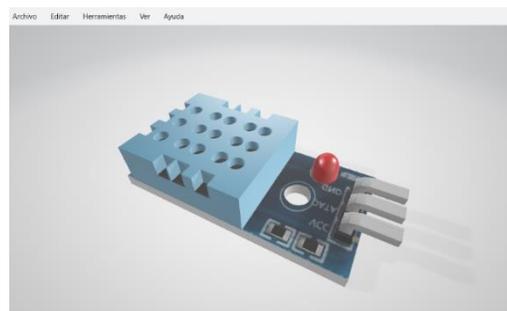


Figura 7. Visor 3D

Fuente: Elaboración propia



Página de la administración de AVACE

Al acceder al entorno del administrador, se muestra una pantalla inicial que permite, mediante las credenciales previamente asignadas, ingresar a los distintos módulos del sistema, como se ilustra en la Figura 8.



Figura 8. Inicio de sesión administrador
Fuente: Elaboración propia

En la pantalla principal se visualizan los usuarios registrados, las suscripciones activas, los distintos apartados y módulos que están en la página principal, así como las secciones destinadas a la descarga de dicha información. Estos datos pueden exportarse en diversos formatos, como gráficos, archivos PDF o Excel. Cabe destacar que las gráficas se actualizan en tiempo real, lo que permite un monitoreo dinámico de la información, asimismo, se presenta la distribución de los usuarios.

Al acceder a la pantalla de 'Usuarios' o seleccionarlo desde la pantalla de inicio, se muestra una lista con la información básica de cada usuario que se encuentra registrado, como el ID, nombre, correo, nombre de usuario y su rol en el sistema. Desde esta sección es posible buscar usuarios utilizando el filtro por cualquiera de sus atributos. También se pueden editar, eliminar o registrar nuevos perfiles, lo que facilita la gestión de usuarios, como se muestra en las Figuras 9 y 10.



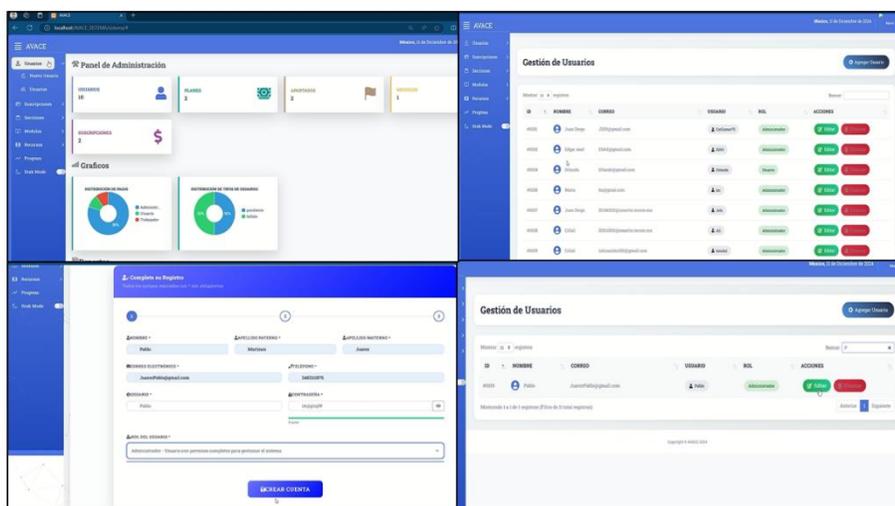


Figura 9. Administración sección de usuarios (lista y creación de usuarios)

Fuente: Elaboración propia

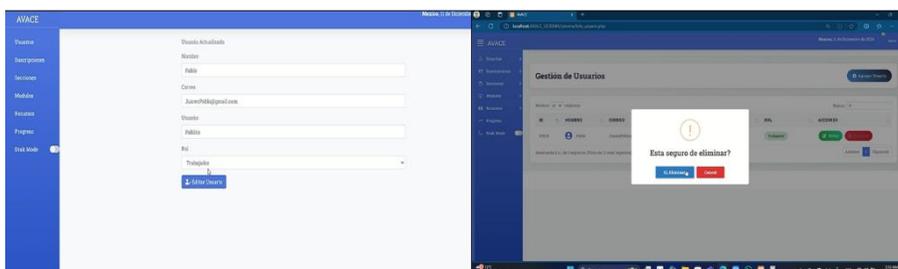


Figura 10. Administración sección de usuarios (Edición y eliminación de usuarios)

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de planes o suscripciones se encuentran las suscripciones que se manejan en AVACE. Esta se presenta en un listado con la información de cada suscripción disponible, incluyendo el ID, nombre del plan, precio, duración y descripción.

Desde esta sección es posible buscar usuarios utilizando el filtro por cualquiera de sus atributos. También esta sección también es posible agregar nuevos planes, así como editar o eliminar los existentes, tal como se ilustra en la figura 11.

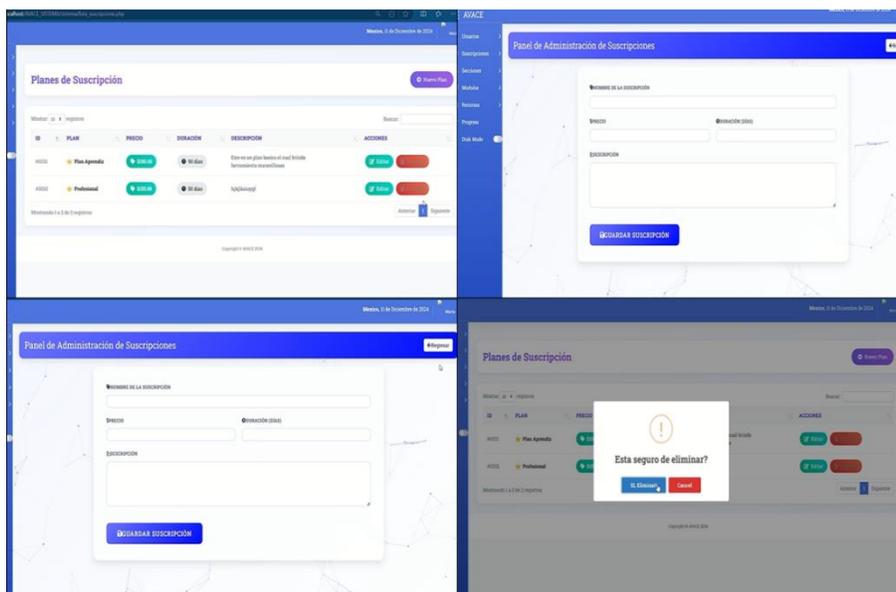


Figura 11. Administración sección de Suscripciones (CRUD de suscripciones)

Fuente: Elaboración propia

En la sección de apartados se encuentra la información relacionada con los contenidos de enseñanza disponibles en la página principal a la que acceden los usuarios. Se muestra el nombre de cada módulo junto con su respectiva descripción, y es posible agregar nuevos contenidos a estos apartados. Además, se pueden buscar o filtrar por nombre, así como editar o eliminar los registros existentes, como se en la figura 12.

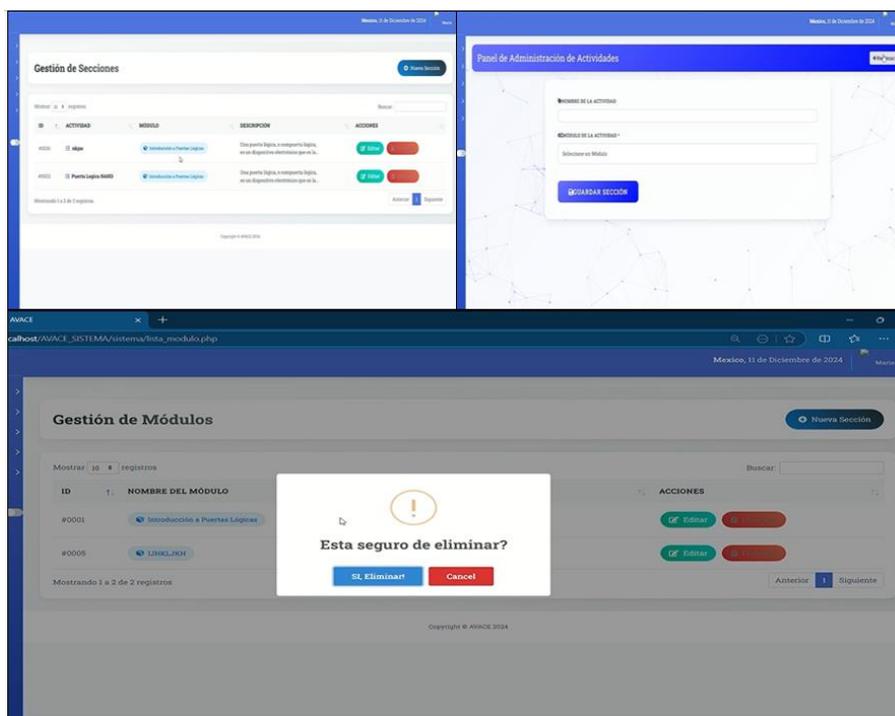


Figura 12. Administración sección de Módulos

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de inicio se presentan diversas opciones que permiten descargar reportes en formato PDF o Excel, así como visualizar información relacionada con las suscripciones y los tipos de usuarios mediante gráficas. Para obtener los reportes, basta con hacer clic en la opción correspondiente (PDF o Excel), y el archivo se descargará según la selección realizada en la figura 13.

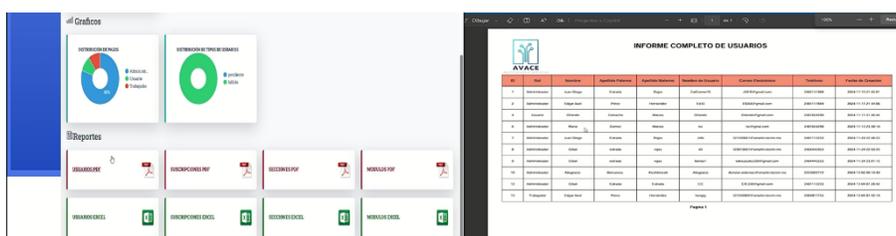


Figura 13. Secciones de gráficas y descarga de reportes (PDF y EXCEL)

Fuente: Elaboración propia

Página Principal de AVACE

100CIATEC

Al ingresar a la página principal de AVACE, es posible acceder a las funciones básicas sin necesidad de contar con una cuenta de usuario. Sin embargo, para utilizar funcionalidades adicionales, se requiere iniciar sesión o registrarse. Esto se realiza haciendo clic en el ícono de usuario ubicado en la parte superior derecha, como se muestra en la Figura 14.

En caso de iniciar sesión, el sistema redirige a una pantalla donde se deben ingresar las credenciales correspondientes. Si se desea crear una nueva cuenta, se accede a un formulario en el que deben completarse los datos necesarios para el registro, tal como se observa en la Figura 15.



Figura 14. Página principal inicio de sesión o creación de cuenta.

Fuente: Elaboración propia

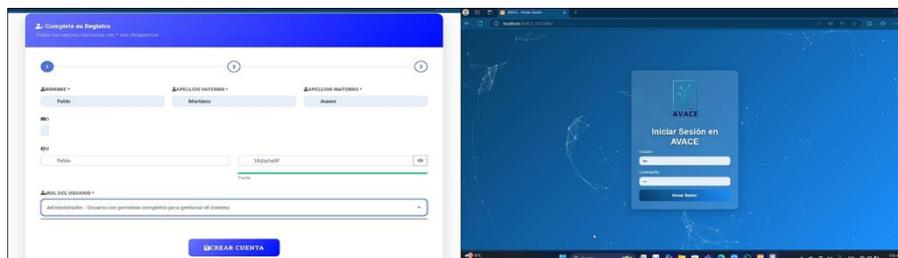


Figura 15. Llenado de información de cuenta nueva.

Fuente: Elaboración propia

Los apartados principales del sitio son los siguientes:

- Inicio: Proporciona la opción de descargar la aplicación, así como una descripción general de la empresa, incluyendo sus logros, proyectos completados y su historia institucional, como se muestra en la Figura 16.

100CIATEC

- Contenido: Presenta imágenes y materiales utilizados en la aplicación móvil, además de mostrar los distintos tipos de suscripciones disponibles, como se ilustra en las Figura 17.
- Servicio técnico: Permite a los usuarios reportar errores o fallos detectados, los cuales serán atendidos a la brevedad, además contendrá la ubicación de la empresa, tal como se observa en la Figura 18.

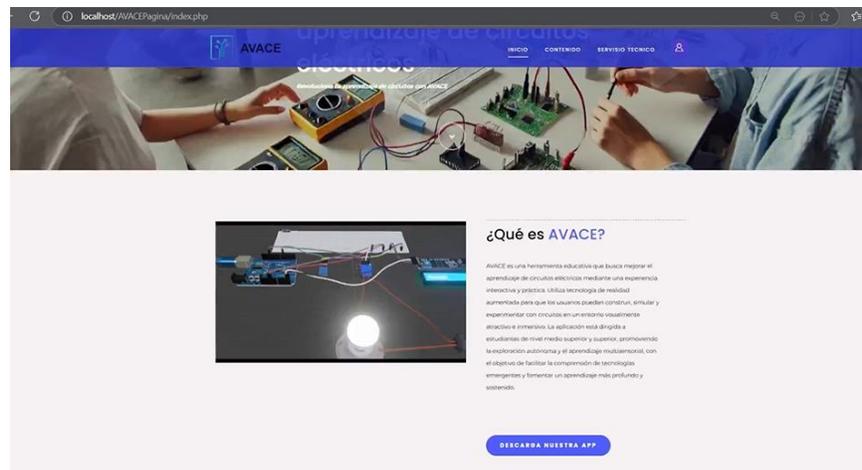


Figura 16. Pantalla principal información de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

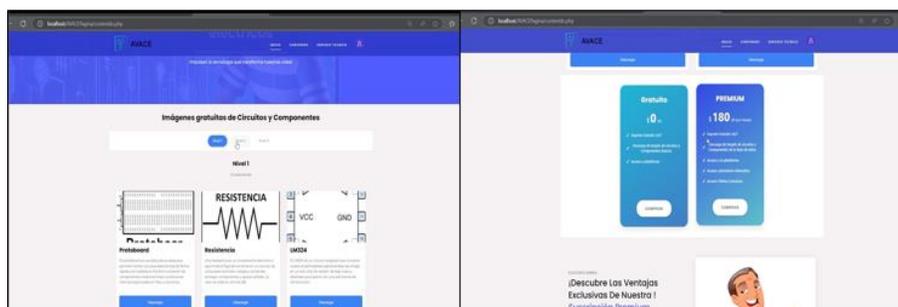


Figura 17. Contenido por nivel y Área de suscripciones.

Fuente: Elaboración propia

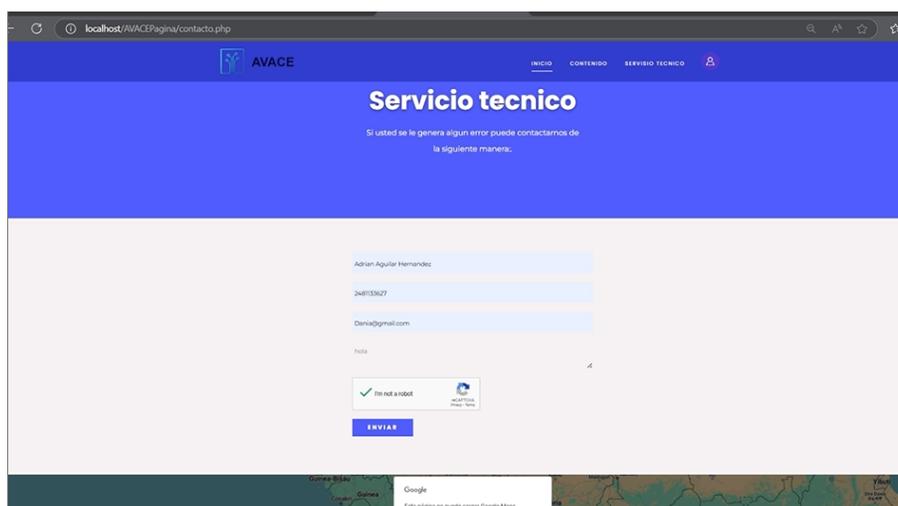


Figura 18. Servicio técnico.

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

La implementación de circuitos electrónicos en entornos de realidad aumentada ha demostrado ser una estrategia efectiva para transformar la enseñanza de conceptos complejos en el área de los circuitos eléctricos. A través del desarrollo de la aplicación AVACE, se ha comprobado que es posible integrar herramientas tecnológicas emergentes en procesos educativos, permitiendo una mayor interacción, comprensión y retención del conocimiento por parte del estudiante. La versión beta de AVACE, con un avance del 85 % en la plataforma iOS y un 98 % general, refleja el compromiso con la innovación pedagógica, aunque su liberación está sujeta al cumplimiento de normativas legales como las del INDAUTOR.

Los resultados obtenidos evidencian que la realidad aumentada no solo facilita la visualización de componentes abstractos, sino que promueve una participación activa, fomenta el aprendizaje autónomo y fortalece habilidades esenciales para el perfil de egreso en carreras relacionadas con la ingeniería eléctrica y electrónica. Esta aplicación representa un aporte relevante al campo educativo al ofrecer una alternativa didáctica que responde a las necesidades tecnológicas y cognitivas de las nuevas generaciones.

Como trabajo futuro, se plantea la expansión de AVACE hacia contenidos más avanzados en electrónica y automatización, así como la inclusión de retroalimentación adaptativa basada en el rendimiento del usuario. Además, sería pertinente evaluar su impacto mediante estudios cuantitativos en contextos

100CIATEC

educativos reales, lo cual permitirá validar su eficacia pedagógica a mayor escala y generar lineamientos para su implementación institucional.

6. Referencias

- Almirall Mezquita, J., & Soler Teixidor, J. (2024, 4 de septiembre). Realidad virtual y realidad aumentada en educación. Beyond by Esade. <https://www.esade.edu/beyond/es/realidad-virtual-realidad-aumentada-educacion/>
- Grapsas, T. (15 de diciembre de 2019). Conoce la realidad aumentada y las posibilidades de interacción que la hacen sobresalir en el mundo digital. <https://rockcontent.com/es/blog/realidad-aumentada/>
- Lima, V. V. (2016). Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. Interface - Comunicação Saúde Educação, 21(61), 421–434. <https://doi.org/10.1590/1807-57622016.0316>
- Microsoft Dynamics 365. (2023). ¿Qué es la realidad aumentada o AR? <https://dynamics.microsoft.com/es-es/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/>
- Valentina, J. (2024). La realidad aumentada (RA) en la educación: herramientas tecnológicas para facilitar el aprendizaje de la ciencia bioquímica en la educación media en Chile. Uchile.cl. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/204496>



ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTENTABILIDAD ENFOCADO A RESIDUOS

Munive, Pérez-Maricruz¹, y Espinoza, García-Tanya Laura²

¹ División de Ingeniería Ambiental, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, maricruzmp@smartin.tecnm.mx

² División de Ingeniería Ambiental, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, tanya.espinoza@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se realiza un análisis general sobre la eficiencia y eficacia de los residuos generados en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) derivado del Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (PEAS) creado en el año 2017 por integrantes de la academia de ingeniería ambiental.

Este Programa cubre la gestión de residuos de las organizaciones, mismo que se comenzó a implementar en el ITSSMT en el 2023.

El presente artículo contempla en análisis de la implementación, desarrollo y eficacia durante el 2023 y 2024.

Palabras clave: Análisis, gestión, Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad, residuos.

Abstract: A general analysis is carried out on the efficiency and effectiveness of the waste generated at the Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) derived from the Environmental Education Program for Sustainability (PEAS in spanish) created in 2017 by members of the engineering academy. environmental.

This Program covers the waste management of organizations, which began to be implemented in the ITSSMT in 2023.

This article contemplates the analysis of the implementation, development and effectiveness during 2023 and 2024.

Keywords: analysis; management; Environmental Education Program for Sustainability, waste.

1. Introducción

El Tecnológico Nacional de México a través de la Dirección de Aseguramiento de la Calidad, adopta los Sistemas de Gestión como herramienta de estandarización de la calidad en el servicio educativo que



100CIATEC

permita mejorar el desempeño global de los 254 Institutos Tecnológicos y Centros, proporcionando una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible; diseñando, coordinando y evaluando los proyectos, procesos, programas y procedimientos conforme a las normativas correspondientes a fin de generar una mejora continua (Tecnm.mx, 2024).

El Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan ha logrado un Sistema de Gestión Integral considerando la ISO 9001:2015, La ISO 14001:2015 y en el año 2022 obtiene la Certificación en Sistemas de Gestión de la Energía ISO 50001:2018.

El “Sistema de Gestión Ambiental” menciona que su objetivo es prevenir y controlar la contaminación a través de medidas como regulaciones, programas de monitoreo y acciones de aplicación. (EQA CERTIFICACION MEXICO S.A. DE C.V., 2015).

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) tiene un control operacional para el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos RSU “TecNM-GA-PR-07”.

Para el cumplimiento legal de la separación de residuos se debe considerar el siguiente marco legal:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). En su Capítulo III Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos y su capítulo IV Prevención y Control de la Contaminación del Suelo. (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. (Procuraduría General de Protección al Ambiente PROFEPA, 2016). Esta ley sirve de referencia fundamental para conocer las estrategias del manejo adecuado de residuos.

El Diagnóstico básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR) identifica la situación que presenta nuestro país en la generación y el manejo de los residuos a nivel nacional. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2020).

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. (Procuraduría Federal de Protección al Ambiental, 2014).

En 2021, se firmó a nivel federal un convenio de colaboración entre la Secretaría de Educación Pública y la Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales con el objetivo de desarrollar programas de



100CIATEC

educación ambiental para la sustentabilidad, el que establece en su segunda cláusula áreas de cooperación como “f) Diseño, operación y evaluación de modelos de gestión ambiental escolar”. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

El Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (PEAS) enfocado a residuos en el ITSSMT es un proyecto que nace como apoyo para la mejora del control operacional del manejo de RSU en el año 2017, por las docentes Rebeca Domínguez Rivas, Tanya Laura Espinoza García y la jefa de División de la Carrera de Ingeniería ambiental Guadalupe Monjarás González.

El objetivo del PEAS es realizar la gestión integral de residuos sólidos valorizables para beneficiar a la institución tecnológica promoviendo la economía circular.

El Programa inicia con la asignación de actividades en enero de 2023, sin embargo, comienza su implementación a finales de mayo del mismo año por falta de contenedores suficientes para lograr una correcta separación.

El programa se mantiene en funcionamiento hasta mayo de 2024.

Métodos

La metodología por realizar fue una metodología propia considerando el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos DBGIR 2020; además de analizar la situación actual del manejo de residuos a través de inspecciones visuales en las diferentes áreas que conforman los 3 edificios del Tecnológico, entrevistas al personal del aseo, entrevistas al personal del departamento de recursos materiales y servicios, así como entrevistas a la comunidad tecnológica.

Se tomaron muestras aleatorias de los botes de basura dentro y fuera de los edificios para conocer la composición y cantidad de residuos generados.

El análisis y estudio se realiza dentro de las instalaciones del Tecnológico de San Martín. A continuación, se desglosan de forma general las actividades por realizar:

1. Realizar el diagnóstico de la generación de los Residuo Sólidos Urbanos valorizables (RSUv)
2. Analizar la documentación disponible sobre el manejo de los RSU. (PROCESOS)
3. Establecer las propuestas de mejora
4. Analizar la eficiencia de la implementación del Programa
5. Se solicita apoyo de estudiantes para liberar créditos complementarios y servicio social.

Materiales

Los materiales utilizados en este programa son:

ISSN 2007-5669
Edición 37
Julio 2025

“Hacia un paradigma digital con orientación sostenible: una alianza estratégica para el desarrollo”



100CIATEC

- 1 equipo de cómputo
- 2 básculas
- 10 contenedores donados
- 6 pares de guantes
- 4 botes de pintura
- 20 costales
- 6 maxi sacos

Para el diagnóstico se llevó un tiempo aproximado de 4 semanas realizadas en el mes de marzo a abril y parte de mayo. Con los resultados obtenidos se decidió realizar la separación temporal de los siguientes residuos valorizables:

1. Tereftalato de Polietileno (PET), botellas de plástico
2. Polietileno de baja densidad (LDPE) bolsas plásticas
3. Polipropileno (PP) tapas y aros de botellas plásticas
4. Metal no ferroso (aluminio) botellas de bebidas.

Se estableció un acuerdo con el dueño de la empresa Liber para entregarle el PET, PP y LDPE correspondiente a la separación. Con el resto de los residuos valorizables se buscaron centros de acopio cercanos a la región para su respectivo pago por la recolección realizada.

Para el análisis de la documentación. Se realiza la investigación documental disponible en el Sistema Unificado de Información (SUI). Identificando la documentación del Sistema de Gestión ambiental y los controles operacionales correspondientes.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) tiene un control operacional para el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos RSU "TecNM-GA-PR-07" del cual se parte el análisis de propuestas de mejoras. Una de las propuestas es desarrollar un procedimiento de recolección, clasificación y pesado de residuos.

Para el cumplimiento del control operacional se establecen capacitaciones al personal perteneciente al departamento de recursos materiales y servicios. Se realizan capacitaciones a los estudiantes que se incorporan al PEAS.

2. Desarrollo

El diagnóstico consistió en establecer tiempos de revisión de los contenedores disponibles en el ITSSMT, así como realizar un sondeo a los estudiantes, administrativos y docentes sobre los residuos generados



100CIATEC

en las diferentes áreas comprendidas por los 3 edificios y el área de comida (compra de alimentos y palapas).

Los estudiantes tomaron evidencia fotográfica de los residuos generados y se hizo un muestreo aleatorio en el almacén temporal de residuos.

Se establecieron fechas de mantenimiento a los contenedores y se rotularon de acuerdo con la iconografía en la Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo integral de los residuos. (SEMARNAT, 2017).

Se colocaron los contenedores en el área de almacén temporal con la intención de disminuir los desechos y separar residuos valorizables. En las siguientes figuras se observa (figura 1) el almacén temporal con desechos sin separar y en la segunda figura (figura 2) se observan los contenedores limpios antes de colocar la iconografía.



Figura 1. Análisis de la generación de residuos en almacén temporal.

Fuente: propia



Figura 2. Limpieza y rotulación de contenedores.

Fuente: propia

100CIATEC

Los contenedores fueron colocados en distintas áreas del Instituto para que los usuarios hicieran uso de ellos. Los estudiantes durante el medio día o al finalizar sus actividades académicas, realizaban la recolección y separación de residuos, colocando en un maxi saco los residuos valorizables.

Considerando el control operacional para el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos RSU “TecNM-GA-PR-07”. Se realiza un Procedimiento que pretende beneficiar al Sistema de Gestión Integral y a los estudiantes a través de liberación de créditos complementarios y Servicio Social. En la figura 3 se puede observar el Procedimiento elaborado y planeado para que sirva de apoyo al departamento de Recursos materiales y servicios, a los docentes que lideren el Programa y otros interesados en participar en la gestión de residuos.

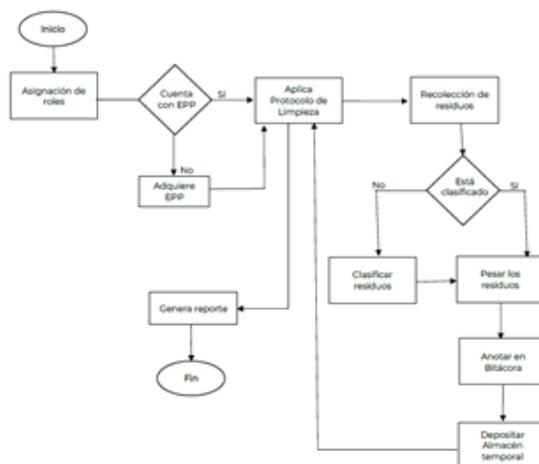


Figura 3. Procedimiento de recolección, clasificación y pesado de residuos.

Fuente: Erika Flores Cortés

La cantidad de estudiantes que participaron en la implementación del PEAS fueron:

- 11 estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental para liberación de créditos complementarios
- 8 estudiantes de la carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales para liberación de créditos complementarios
- 3 estudiantes de ingeniería ambiental para liberación de Servicio Social.

Se realizan 3 capacitaciones y seguimiento del cumplimiento de las actividades a los estudiantes que apoyan en la implementación del programa, en dichas actividades se reafirma que “el papel de los educadores ambientales, en un marco de cooperación con los distintos sectores, es indispensable para



100CIATEC

impulsar la educación para la sustentabilidad”. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006).

Se promueve en la comunidad tecnológica sobre la implementación del programa para realizar una separación adecuada en los contenedores. Se solicita al departamento de recursos materiales y servicios el mantenimiento de los contenedores fijos; sin embargo, a falta de apoyo económico. No se finaliza la rotulación de los contenedores con clasificación “inorgánico” dejando solamente en color gris. Véase la figura 4.



Figura 4. Contenedores fijos sin rotular

Fuente: propia

El Programa presentó varios obstáculos para implementarlo de acuerdo con lo planeado. Algunos de estos fueron:

- Falta de interés por parte de la comunidad tecnológica para colocar los residuos en los contenedores establecidos.
- Insuficiente presupuesto para rótulos adecuados.
- Mezcla de residuos que provocaban contaminación de los residuos valorizables.
- Falta de espacio adecuado para el almacenamiento temporal de los residuos valorizables.
- Falta de disponibilidad de la comunidad tecnológica para informar sobre el Programa.
- Insuficiente apoyo del personal de materiales y servicios para separar los residuos en los tiempos establecidos.
- Fuga de residuos valorizables por diversas personas pertenecientes a la comunidad tecnológica.

El Programa finaliza su implementación en mayo de 2024. Siendo fecha en que la empresa Liber recolecta el PET llevándose a sus instalaciones. En las figuras 5 y 6 se muestran evidencia:





Figura 5. Residuos valorizables recolectados.

Fuente: propia



Figura 6. Residuos en el camión de la empresa Liber.

Fuente: propia

A continuación, se muestra la cantidad de residuos valorizables recolectada:

Tabla 1. Peso en kilogramos de los residuos valorizables

PET	LDPE	Aluminio	Polipropileno	Vidrio
Botellas	Etiquetas	Botellas	Tapas	Botellas
109	2.5	11	9	11

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

Para analizar la eficiencia de la implementación del Programa, se realiza un cuestionario en formulario Forms a la comunidad tecnológica con el fin de conocer el impacto generado durante un año de implementación del Programa. (Sánchez A; Espinoza T; Munive M., 2024).

Se obtienen solamente 58 respuestas de las cuales el 63.8% pertenecen a la carrera de ingeniería industrial, el 19% a ingeniería electromecánica 12.1% de ingeniería ambiental y el 5.1% al resto de las carreras.

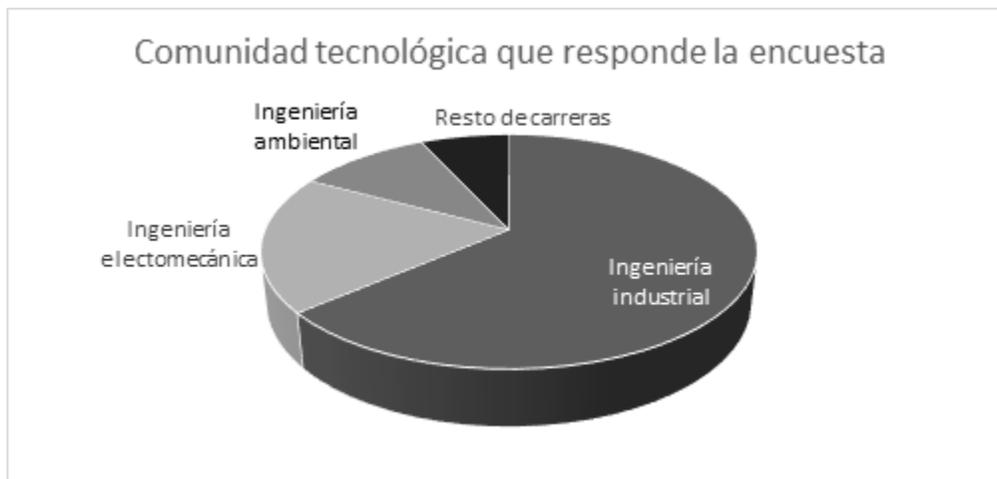


Figura 7. Gráfico de carreras que responden la encuesta.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los docentes, solamente responden de ingeniería electromecánica (40%), ingeniería en gestión empresarial (40%) e ingeniería ambiental (20%).

De los 58 encuestados el 81.4% menciona llevar consigo una botella de agua y el 18.6% comenta que no lleva botella para beber.

El 100% menciona que los residuos plásticos son un problema significativo para el ambiente, y el 96.6% menciona conocer la disposición adecuada de los residuos mientras el 72.9% considera que existe una separación adecuada de residuos en el Tecnológico, sin embargo, el 91.5% considera que el Tecnológico debería tomar más medidas para reducir el uso de plásticos. Ver figura 8.



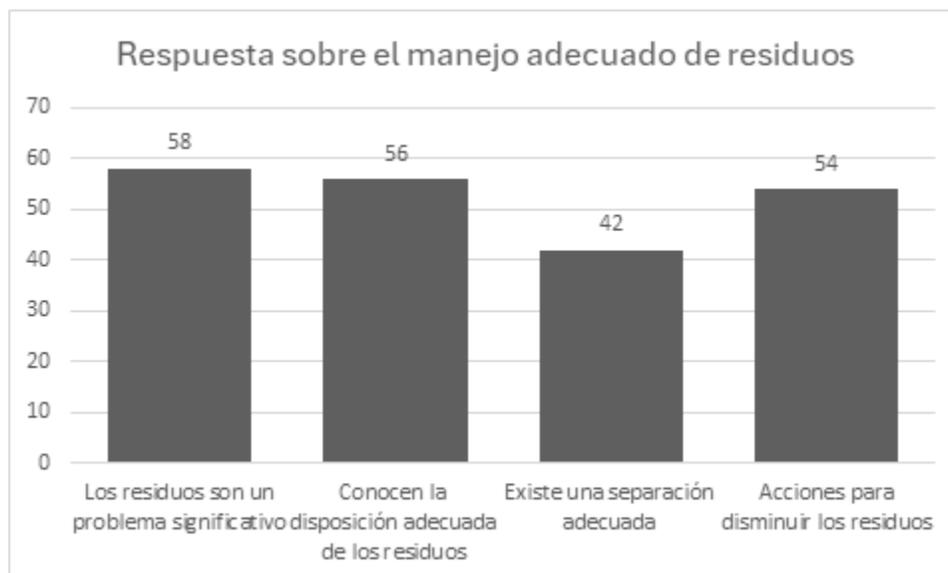


Figura 8. Gráfico de respuesta sobre el manejo de residuos.

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

El Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (PEAS) ha demostrado que, se necesita la participación de toda la comunidad tecnológica para tener éxito. A pesar de la falta de personal y estudiantes para lograr una separación adecuada, se lograron recolectar 109 kg de PET mismos que apoyaron a la empresa Liber como materia prima para realizar productos con plástico reciclado promoviendo la economía circular. De llevarse a cabo el Programa conforme a lo planeado, podría observarse la disminución de residuos plásticos generando también un ingreso económico que permita dar continuidad a las actividades de la gestión de residuos, los estudiantes liberan créditos complementarios y servicio social y empresas como Liber tendrán insumos constantes que les permitan mejorar sus productos con materiales reciclados.

Para realizar un cambio en la estructura convencional de la separación de residuos, debe realizarse una implementación continua, que permita realizar el cambio paulatinamente entre la comunidad tecnológica.

La implementación de este Programa de Educación Ambiental conlleva a abordar un tema de conciencia y causa-efecto al grado de comprender que los actos realizados, tendrán eventualmente una consecuencia, además de que compartimos la responsabilidad de no comprometer los recursos de generaciones futuras, tal como lo establece el desarrollo sustentable.

100CIATEC

El 59.3% de los entrevistados considera “probable” que las campañas de concientización en el campus reduzcan el uso de botellas plásticas. Sin embargo, se demuestra con este artículo que la cantidad de residuos recolectados durante la implementación del Programa se logró recolectar apenas el 40% aproximadamente de los residuos generados en el Instituto.

La falta de coordinación e interés ha permitido que la cantidad de residuos generados no disminuya, y cientos de kilos de residuos valorizables son llevados al relleno sanitario desperdiciando un área de oportunidad muy importante que agrega valor al Sistema de Gestión Integral.

5. Referencias

- EQA CERTIFICACION MEXICO S.A. DE C.V. (2015). Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (01 de junio de 2020). Gobierno de México. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/diagnostico-basico-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-2020>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiental. (30 de septiembre de 2014). Gobierno de México. NOM-161-SEMARNAT-2011: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-161-semarnat-2011>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (5 de septiembre de 2016). Documentos. LGEEPA: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-del-equilibrio-ecologico-y-la-proteccion-al-ambiente-63043>
- Procuraduría General de Protección al Ambiente PROFEPA. (5 de septiembre de 2016). Gobierno de México. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914>
- Sánchez A; Espinoza T; Munive M. (1 de noviembre de 2024). Cuestionario diagnóstico sobre residuos plásticos. Forms: https://docs.google.com/forms/d/1W8gugsY6WDB1M9iAe2T7Q1eIC_Zzotl8Hy0ioFSqBaY/edit?ts=6747798d#responses



100CIATEC

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Estrategia de educación ambiental para la sustentabilidad en México. Estrategia Nacional: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/599626/1-Estrategia_Educacion_Ambiental_Sustentabilidad_SEMARNAT_1.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (26 de abril de 2021). Secretaría de Educación Pública. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://educacionambiental.sep.gob.mx/storage/recursos/que%20es/7KldkiG7nC-Convenio-Semarnat-Sep.pdf
- SEMARNAT. (17 de enero de 2017). Clasificación, reciclaje y valoración de los RSU. <https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/residuos/solidos/Documents/guia-diseno.pdf>
- Tecnm.mx. (13 de mayo de 2024). ITSSMT. Sistema de Gestión: https://www.tecnm.mx/?vista=Dir_Calidad



IMPLEMENTACIÓN DE IA EN ENTORNOS WEB UTILIZANDO REACT Y TENSORFLOW.JS

Zavala, Galicia-Jesús¹, Hernández, Orta-Myrna², Altamirano, Juárez-Francisco Javier³, Juárez, Hernández-Eleazar⁴, Quiroz, Lucas-Fernando Damian⁵

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 eleazar.jh@altiplano.tecnm.mx
5. Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala correoparapilotzi@gmail.com

Resumen: Este artículo explora la integración de modelos de Inteligencia Artificial (IA) en aplicaciones web mediante el uso de librerías React y TensorFlow.js. Se desarrolló un prototipo funcional capaz de realizar clasificación de imágenes en tiempo real directamente en el navegador, utilizando la cámara del dispositivo del usuario. La metodología implementada incluyó el diseño de la arquitectura del sistema, la configuración de componentes en React y la integración de un modelo preentrenado MobileNet. Los resultados experimentales indican que la solución ofrece tiempos de inferencia menores a 100 ms por fotograma, un consumo moderado de recursos del cliente y una experiencia de usuario fluida. Se concluye que esta aproximación permite construir aplicaciones inteligentes, accesibles y eficientes sin necesidad de infraestructura backend, lo que representa una alternativa viable para contextos educativos, comerciales y de inclusión digital.

Palabras clave: inteligencia artificial, aplicaciones web, TensorFlow.js, React, inferencia en el navegador.

Abstract: This article explores the integration of artificial intelligence models into web applications using React and TensorFlow.js. A functional prototype was developed to perform real-time image classification directly in the browser, utilizing the device's camera. The methodology included system architecture design, configuration of React components, and integration of a pre-trained MobileNet model. Experimental results show inference times under 100 ms per frame, moderate client resource consumption, and a smooth user experience. The study concludes that this approach enables the development of intelligent, accessible, and



efficient web applications without relying on backend infrastructure, making it a viable alternative for educational, commercial, and inclusive technology contexts.

Keywords: artificial intelligence, web applications, TensorFlow.js, React, browser-based inference.

1. Introducción

En los últimos años, el desarrollo web ha evolucionado significativamente, dando paso a aplicaciones inteligentes que pueden aprender, adaptarse y responder en tiempo real a las necesidades del usuario. Esta transformación ha sido impulsada por la incorporación de técnicas de inteligencia artificial (IA) en entornos web, las cuales han mejorado la personalización, la interacción humano-máquina y la automatización de procesos. No obstante, la implementación de IA en aplicaciones web generalmente requiere infraestructura robusta del lado del servidor, lo que introduce desafíos como alta latencia, costos elevados y riesgos relacionados con la privacidad de los datos. En este contexto, tecnologías como TensorFlow.js han abierto nuevas posibilidades al permitir la ejecución de modelos de IA directamente en el navegador, eliminando la necesidad de servidores externos y aprovechando el poder computacional del cliente. Aunque ya existen ejemplos de aplicaciones que integran React con TensorFlow.js para realizar tareas de inferencia en el navegador, muchas de ellas se limitan a demostraciones técnicas o carecen de una evaluación sistemática del desempeño en entornos reales. Este artículo tiene como propósito presentar el desarrollo de un prototipo funcional que permite la clasificación de imágenes en tiempo real usando la cámara del dispositivo, todo ejecutado en el cliente. Además, se documenta una metodología reproducible y se evalúan métricas clave como tiempo de carga, latencia, uso de recursos y experiencia de usuario. La propuesta busca contribuir a la democratización del acceso a tecnologías inteligentes, validando su aplicabilidad en contextos educativos, comerciales y sociales, especialmente en regiones con infraestructura limitada. Asimismo, se promueve una arquitectura sostenible, accesible y centrada en la privacidad del usuario.

2. Sustento Teórico



100CIATEC

2.1 Inteligencia Artificial en aplicaciones web

La Inteligencia Artificial (IA) se ha consolidado como una de las tecnologías más disruptivas del siglo XXI, con aplicaciones que abarcan desde asistentes virtuales hasta sistemas de recomendación y visión por computadora (Jordan & Mitchell, 2023). En el desarrollo web, su integración ha enriquecido la experiencia del usuario a través de funcionalidades como reconocimiento facial, predicción de comportamiento y clasificación en tiempo real (Zhang et al., 2022). Tradicionalmente, la ejecución de modelos de IA requería servidores de alto rendimiento, utilizando frameworks como TensorFlow o PyTorch (Brownlee, 2022). Sin embargo, esto introduce problemas como latencia elevada, alto consumo de recursos y riesgos de privacidad (Wu et al., 2021). La aparición de tecnologías como WebAssembly, WebGL y JavaScript optimizado ha permitido la inferencia directamente en el navegador, reduciendo la dependencia de servidores externos (Simo-Serra & Iizuka, 2020). Esta arquitectura cliente ofrece beneficios como menor latencia, mayor privacidad y autonomía computacional del usuario final (Liu et al., 2021).

2.2 TensorFlow.js: arquitectura y capacidades

TensorFlow.js es una biblioteca desarrollada por Google que permite implementar modelos de aprendizaje automático en navegadores o entornos Node.js (Smilkov et al., 2022). Su diseño basado en WebGL posibilita la aceleración por GPU, permitiendo inferencia eficiente incluso en dispositivos de gama media (Wang et al., 2023). Entre sus funciones más relevantes se encuentran la conversión de modelos entrenados en Python a JSON, la ejecución local en el cliente, y el entrenamiento de modelos directamente con datos locales (TensorFlow.js, 2024). Estas características facilitan el desarrollo de aplicaciones inteligentes sin comprometer la privacidad del usuario ni requerir infraestructura costosa (Chen & Kumar, 2022).

2.3 React: biblioteca moderna para interfaces dinámicas

React es una biblioteca de JavaScript desarrollada por Meta que permite construir interfaces de usuario altamente interactivas. Su enfoque basado en componentes reutilizables y el uso de Virtual DOM lo hacen ideal para aplicaciones web modernas (Álvarez & González, 2022).



El uso de hooks como useState y useEffect simplifica el control del estado y la lógica de los componentes, lo cual es fundamental cuando se trabaja con modelos de IA que responden en tiempo real (ReactJS, 2024). Su compatibilidad con tecnologías como TensorFlow.js permite integrar inferencias dinámicas dentro de interfaces reactivas, potenciando la creación de experiencias inteligentes accesibles (Singh & Patel, 2023).

3. Metodología

La presente investigación se llevó a cabo implementando una metodología de prototipado evolutivo, orientada al desarrollo ágil de soluciones funcionales mediante iteraciones cortas, prueba constante y validación de requisitos. Esta metodología es especialmente adecuada cuando se busca evaluar la viabilidad técnica de una solución interactiva, como en el caso de integrar inteligencia artificial directamente en el navegador.

El proceso se dividió en cinco fases:

3.1 Fase 1: Análisis de requerimientos

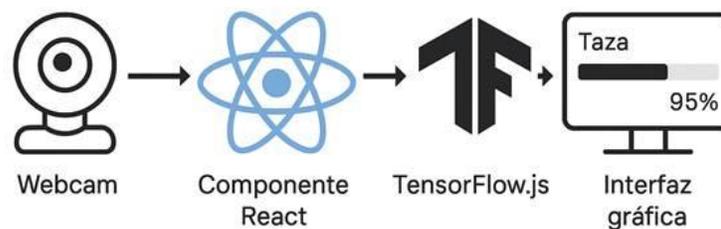
Durante esta etapa se identificaron los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

Requerimientos funcionales:

- Captura de video desde la cámara del usuario.
- Clasificación de objetos en tiempo real mediante IA.
- Visualización inmediata de resultados en pantalla.

Requerimientos no funcionales:

- Procesamiento completamente en el navegador.
- Baja latencia y buen rendimiento en equipos estándar.
- Interfaz intuitiva y accesible.



Arquitectura del prototipo

Figura 1. Arquitectura del prototipo.

Fuente: Elaboración propia.



La figura 1 muestra el diagrama de la arquitectura general de la aplicación

3.2 Fase 2: Diseño del prototipo

Se diseñó la arquitectura general del sistema, segmentada en cinco módulos clave: interfaz UI, captura de video, preprocesamiento de imágenes, módulo de inferencia y visualización de resultados (véase Figura 2).

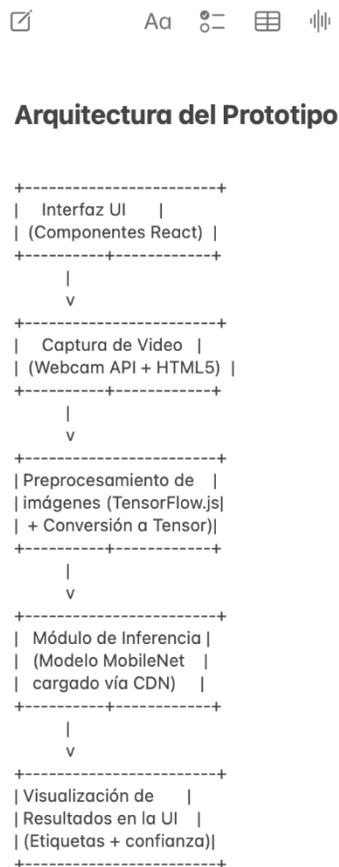


Figura 2. Arquitectura del Prototipo.

Fuente: Elaboración propia.

La arquitectura del prototipo propuesto está compuesta por cinco módulos principales que interactúan de forma secuencial dentro del navegador del usuario. Cada uno de ellos cumple una función específica dentro del flujo de inferencia en tiempo real:



1. **Interfaz de usuario (React):** A través de componentes funcionales de React se construyen la estructura y el diseño de la aplicación. Se manejan los estados de la cámara, la carga del modelo y las predicciones.
2. **Captura de video (Webcam API):** Utiliza la API `getUserMedia` del navegador para acceder al stream de la cámara. Cada fotograma capturado se actualiza en tiempo real.
3. **Preprocesamiento de imágenes:** Los fotogramas capturados se convierten en tensores (`tf.browser.fromPixels`) y se adaptan al tamaño requerido por el modelo (224x224 píxeles), normalizando sus valores para el proceso de inferencia.
4. **Módulo de inferencia (TensorFlow.js):** El modelo MobileNet, previamente entrenado y alojado en un CDN, es cargado y ejecutado en el navegador utilizando TensorFlow.js. La inferencia genera una lista de predicciones con niveles de probabilidad.
5. **Visualización de resultados:** Las predicciones obtenidas se renderizan dinámicamente en la interfaz, mostrando el nombre del objeto identificado y su nivel de confianza. Este proceso se repite continuamente en tiempo real.

Este diseño modular, basado en tecnologías abiertas y ejecutado 100% en el cliente, permite desarrollar soluciones de inteligencia artificial accesibles, portables y sostenibles, sin depender de infraestructura de backend.

3.2.1 Maquetado de la interfaz

Como parte del diseño inicial, se elaboraron maquetas de baja fidelidad para definir la estructura visual de la aplicación. Esto permitió planificar de forma anticipada la interacción entre los elementos gráficos y la lógica de inferencia.

El diseño incluyó:

- Una vista central para mostrar el video en tiempo real.
- Una sección inferior para desplegar las predicciones generadas.
- Espacio reservado para etiquetas con el nombre del objeto y el nivel de confianza.

Este maquetado sirvió como base para implementar la interfaz en React, asegurando una experiencia centrada en el usuario desde el inicio del desarrollo.



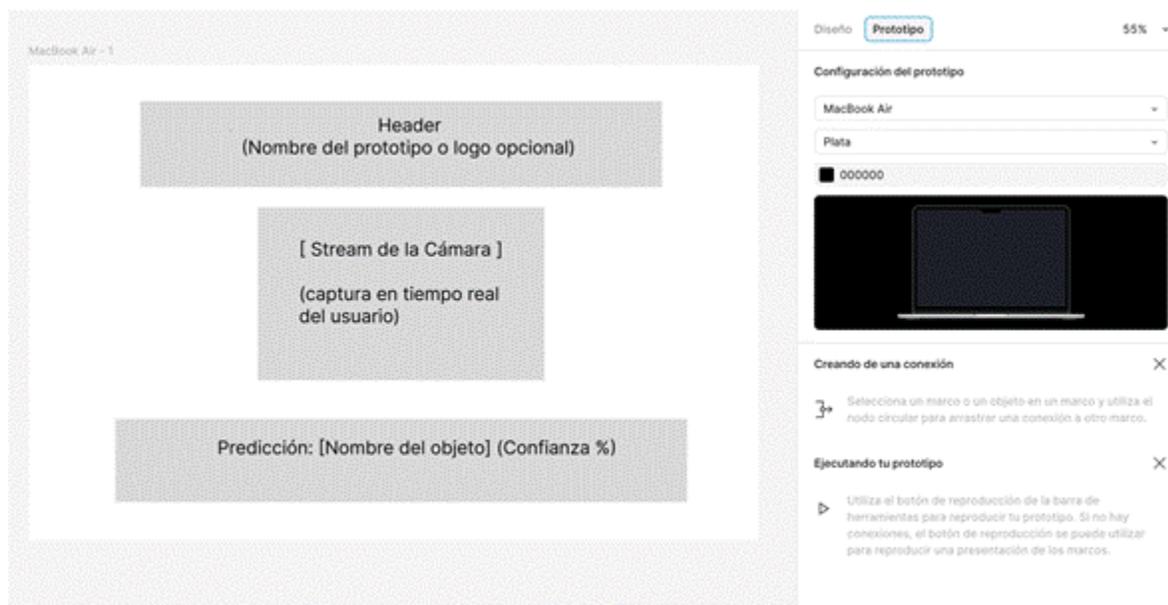


Figura 3. Maquetado inicial de la interfaz.

Fuente: Elaboración propia.

Este maquetado fue utilizado como referencia para construir los componentes funcionales en React, garantizando una experiencia de usuario clara y centrada en la tarea principal de clasificación visual en tiempo real.

3.3 Fase 3: Implementación iterativa

El desarrollo se llevó a cabo en ciclos cortos, siguiendo los siguientes pasos:

1. **Inicialización del entorno React** con Vite para mayor velocidad de compilación.
2. **Integración de TensorFlow.js** y carga del modelo MobileNet desde un CDN.
3. **Captura del video en tiempo real** usando `navigator.mediaDevices.getUserMedia`.
4. **Conversión de fotogramas a tensores** utilizando `tf.browser.fromPixels`.
5. **Ejecución del modelo** con predicciones por fotograma.
6. **Visualización dinámica** de resultados en componentes React.

Cada iteración fue validada mediante pruebas funcionales hasta estabilizar el prototipo.

3.4 Fase 4: Pruebas y evaluación del sistema

Se definieron y aplicaron los siguientes criterios de evaluación para validar el prototipo:

100CIATEC

- **Tiempo de carga del modelo:** desde la apertura de la app hasta la disponibilidad de MobileNet.
- **Latencia de inferencia:** tiempo promedio entre la captura del fotograma y la obtención de la predicción.
- **Precisión estimada:** comparación empírica de resultados con objetos comunes (taza, teclado, celular).
- **Consumo de recursos:** uso de CPU y RAM durante la ejecución.
- **Experiencia del usuario:** fluidez, claridad visual, facilidad de uso.

Los datos fueron recolectados mediante herramientas de análisis del navegador (DevTools) y observación directa.

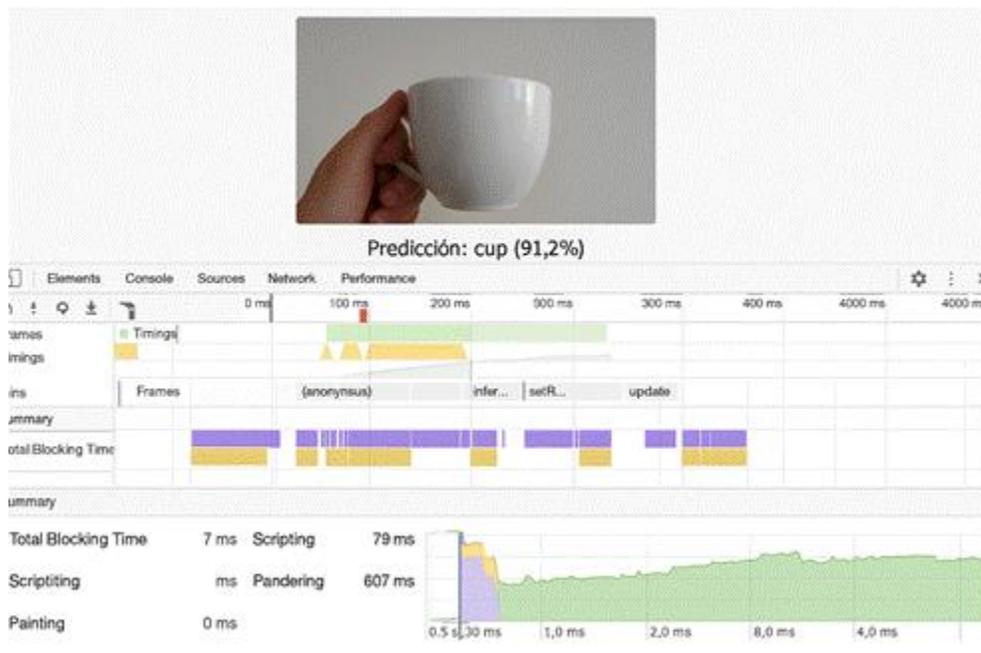


Figura 4. Análisis de rendimiento con herramientas del navegador.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Fase 5: Documentación y análisis de resultados

En esta fase se sistematizó todo el proceso técnico y experimental del desarrollo del prototipo.

La documentación incluyó:

- Especificaciones técnicas del sistema (tecnologías utilizadas, arquitectura, modelo empleado).
- Capturas de pantalla del sistema en funcionamiento.
- Resultados cuantitativos organizados en una tabla comparativa.
- Gráficos ilustrativos para mostrar la eficiencia del modelo en tiempo real.

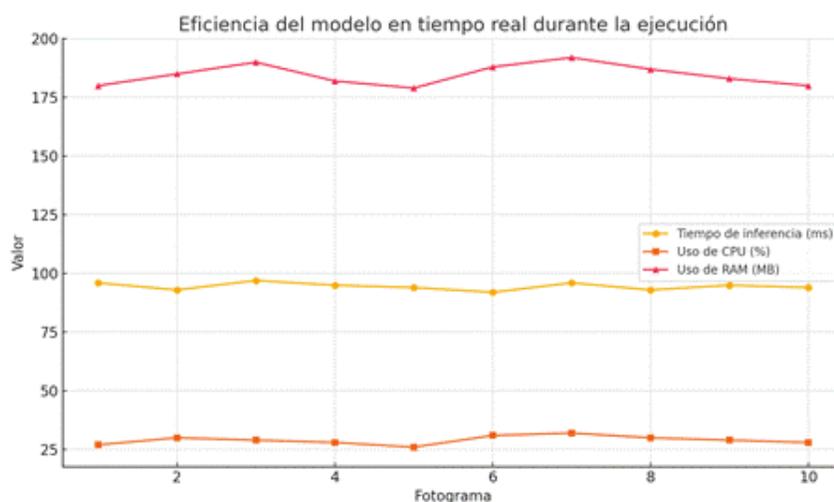


Figura 5. Eficiencia del modelo en tiempo real durante la ejecución.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se analizaron los resultados con base en los objetivos establecidos. Se confirmó que el sistema fue capaz de ejecutar inferencia con una latencia menor a 100 ms por fotograma, con un consumo moderado de recursos y una experiencia fluida para el usuario. La precisión alcanzada (85–90%) se consideró aceptable para aplicaciones prácticas con modelos ligeros como MobileNet. El análisis permitió identificar las limitaciones del enfoque, como la dependencia del modelo preentrenado y la posible degradación del rendimiento en dispositivos de gama baja. Sin embargo, se reafirmó que el procesamiento local aporta beneficios clave en términos de privacidad, portabilidad y sostenibilidad. La documentación generada busca servir como guía para replicar o escalar el sistema, fomentando la adopción de soluciones inteligentes accesibles, especialmente en contextos educativos o con recursos limitados.

4. Resultados de discusión

4.1 Desempeño técnico

Durante las pruebas del prototipo, se observaron los siguientes resultados:

Tabla 1. Resultados

Métrica	Valor promedio
Tiempo de carga del modelo	1.8 segundos
Tiempo promedio de inferencia	95 ms por fotograma
Precisión estimada	85–90% en objetos comunes
Consumo de CPU	25–40% (procesador i5-10th)
Consumo de RAM	150–250 MB

Fuente: Elaboración propia.

La ejecución local del modelo permitió una inferencia prácticamente en tiempo real (alrededor de 10 cuadros por segundo), suficiente para aplicaciones interactivas. A pesar del uso moderado de CPU, el desempeño se mantuvo fluido y sin bloqueos en navegadores modernos como Chrome y Firefox.

4.2 Comprobación funcional

Se realizaron pruebas utilizando diversos objetos (botella, teléfono móvil, auriculares, teclado), confirmando que el modelo MobileNet pudo clasificarlos con una precisión aceptable, considerando que no fue entrenado específicamente para este conjunto de pruebas. El resultado fue mostrado en pantalla junto con un puntaje de confianza, permitiendo al usuario interpretar fácilmente la predicción del sistema.

La siguiente figura muestra una captura de la aplicación en ejecución:





Figura 6. Prototipo en funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Interfaz del prototipo clasificando un objeto (ejemplo: Taza de Café) con un 84,85% de confianza. Se observan los componentes de React y los resultados de TensorFlow.js.

```

1 import React, { useState, useEffect, useRef } from 'react';
2 import * as tf from '@tensorflow/tfjs';
3 import '@tensorflow/tfjs-backend-webgl';
4 import * as mobilenet from '@tensorflow-models/mobilenet';
5
6 function ImageClassifier() {
7   const videoRef = useRef();
8   const [model, setModel] = useState(null);
9   const [prediction, setPrediction] = useState('');
10
11   useEffect(() => {
12     async function setupCamera() {
13       const stream = await navigator.mediaDevices.getUserMedia({ video: true });
14       videoRef.current.srcObject = stream;
15     }
16
17     async function loadModel() {
18       await tf.setBackend('webgl');
19       const loadedModel = await mobilenet.load();
20       setModel(loadedModel);
21     }
22
23     setupCamera();
24     loadModel();
25   }, []);
26
27   useEffect(() => {
28     if (model) {
29       const interval = setInterval(async () => {
30         const predictions = await model.classify(videoRef.current);
31         if (predictions.length > 0) {
32           setPrediction(`${predictions[0].className} (${(predictions[0].probability * 100).toFixed(2)}%)`);
33         }
34       }, 100);
35     }
36   });
37 }
38
39 export default ImageClassifier;

```

Figura 7. Código Fuente.

Fuente: Elaboración propia.



Componente con el código principal y las bibliotecas de **TensorFlow.js**

4.3 Comparativa con soluciones tradicionales

A diferencia de las soluciones basadas en backend, donde la imagen del usuario debe enviarse a un servidor para ser procesada por un modelo de IA, el enfoque propuesto elimina la transferencia de datos sensibles, reduciendo:

- La latencia en la respuesta.
- El uso del ancho de banda.
- Los riesgos de privacidad.

Además, evita la necesidad de mantener infraestructura de cómputo en la nube, haciendo la solución más económica y sostenible a largo plazo.

4.4 Limitaciones

Aunque la propuesta demuestra ser efectiva, existen algunas limitaciones:

La precisión está limitada por la calidad del modelo preentrenado (MobileNet no es tan preciso como modelos más pesados como Inception o EfficientNet).

El rendimiento puede verse afectado en dispositivos de gama baja.

La ejecución de modelos más complejos puede requerir mayor optimización o hardware especializado (e.g., aceleración por WebGPU).

4.5 Potencial de Aplicación

Los resultados sugieren que esta arquitectura es ideal para:

- **Aplicaciones educativas** que requieran interacción visual (e.g., identificación de objetos en clases de ciencias).
- **E-commerce inteligente**, donde los usuarios pueden buscar productos mediante la cámara.
- **Soluciones inclusivas**, como asistentes visuales para personas con discapacidad visual.



100CIATEC

- La portabilidad, escalabilidad y privacidad de esta propuesta la convierten en una opción atractiva para desarrollar servicios web inteligentes en regiones con infraestructura limitada.

5. Conclusiones

La presente investigación demostró que es técnicamente viable y estratégicamente beneficioso integrar modelos de inteligencia artificial directamente en aplicaciones web usando TensorFlow.js y React. Si bien existieron algunas limitaciones en la fase de resultados, en cuanto a calidad del modelo preentrenado y el desempeño en dispositivos de baja gama, el desarrollo del prototipo confirmó que este enfoque permite realizar inferencias en tiempo real sin depender de infraestructura en la nube, lo que representa una mejora notable en términos de eficiencia, costos y privacidad.

Entre los principales hallazgos de esta investigación se destacan:

- **Desempeño técnico:** El prototipo alcanzó tiempos de inferencia por debajo de los 100 ms, demostrando su capacidad para aplicaciones interactivas y de respuesta inmediata.
- **Privacidad y autonomía:** Al ejecutar los modelos en el navegador, se evita la transmisión de datos sensibles, mejorando la privacidad del usuario.
- **Accesibilidad:** Este enfoque reduce significativamente las barreras de entrada para el desarrollo de soluciones basadas en IA en regiones con infraestructura limitada o costos restringidos.
- **Escalabilidad y portabilidad:** Al no depender de servidores, la solución es fácilmente replicable en diversos contextos educativos, sociales y comerciales.

Adicionalmente, el uso combinado de React y TensorFlow.js demostró ser una plataforma robusta para el desarrollo rápido de interfaces inteligentes y dinámicas. Esta arquitectura sienta las bases para futuras soluciones que integren visión por computadora, interfaces adaptativas y aprendizaje local en el navegador.

Trabajos futuros

A partir de los resultados obtenidos y considerando las oportunidades identificadas, se proponen las siguientes líneas de trabajo para futuras investigaciones y desarrollos:



- **Entrenamiento personalizado en el navegador:** Explorar el uso de datos locales del usuario para reentrenar modelos de forma incremental, aprovechando TensorFlow.js y evitando el envío de datos sensibles a servidores externos.
- **Ampliación del conjunto de modelos:** Integrar modelos más complejos (como EfficientNet o modelos de detección de objetos tipo YOLO) mediante técnicas de optimización (e.g., quantization, pruning) para mantener un buen desempeño en el cliente.
- **Aceleración con WebGPU:** Evaluar el impacto de la integración de WebGPU en la mejora del rendimiento de inferencia en comparación con WebGL, particularmente en dispositivos de gama baja.
- **Aplicaciones multimodales:** Combinar visión por computadora con entrada de voz, texto o ubicación (micrófono, GPS) para crear sistemas de interacción más ricos y contextuales.
- **Comparativa entre frameworks de desarrollo web:** Analizar la eficiencia, facilidad de integración y rendimiento de TensorFlow.js en distintos entornos como Vue.js, Angular y Svelte.
- **Diseño accesible e inclusivo:** Desarrollar herramientas para personas con discapacidad visual o cognitiva, integrando tecnologías como OCR, detección de obstáculos, y generación de descripciones automáticas mediante IA.

Estas líneas de trabajo buscan no solo profundizar en los aspectos técnicos de la inferencia en el cliente, sino también ampliar el impacto social y educativo de las soluciones propuestas, fomentando una inteligencia artificial más cercana, accesible y centrada en el usuario.

6. Referencias

- Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358.
- Brownlee, J. (2022). *Machine Learning Mastery with Python*. Machine Learning Mastery.
- Chen, Y., & Kumar, A. (2022). Browser-based AI: Opportunities and limitations. *ACM Computing Surveys*, 55(6), 1–30.
- Chollet, F. (2018). *Deep learning with Python*. Manning Publications.



- Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347.
- Howard, A. G., et al. (2017). MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *arXiv preprint arXiv:1704.04861*.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2023). Artificial intelligence: Trends, challenges, and opportunities. *Communications of the ACM*, 66(3), 40–49.
- Liu, R., Zhao, Y., & Chen, L. (2021). Edge AI and Web Deployment Using JavaScript. *Future Internet*, 13(11), 289.
- Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Moliterni, A. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide case. *Zeitschrift für Kristallographie - New Crystal Structures*, 213(5), 259–265.
- Mozilla Developer Network (MDN). (2023). *MediaDevices.getUserMedia*. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/MediaDevices/getUserMedia>
- ReactJS. (2024). *Documentación oficial*. <https://reactjs.org/>
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*.
- Smilkov, D., Carter, S., & Sculley, D. (2022). TensorFlow.js: Bringing ML to the browser and beyond. Google AI Blog.
- Singh, R., & Patel, D. (2023). Building Real-Time Applications with React and TensorFlow.js. *Software Development Review*, 39(2), 15–29.
- Simo-Serra, E., & Iizuka, S. (2020). Real-Time Neural Inference in Web Browsers. *arXiv preprint arXiv:2012.01775*.
- TensorFlow.js. (2024). *Documentación oficial*. <https://www.tensorflow.org/js>
- Wang, T., Huang, X., & Lin, H. (2023). Accelerating deep learning models in web browsers. *Web Technologies Journal*, 31(4), 122–134.
- Wu, H., Lin, C., & Yu, K. (2021). Privacy-Preserving AI Models in the Browser. *IEEE Access*, 9, 87654–87663.
- Zhang, Y., Li, J., & Wu, X. (2022). Web-based AI: Trends and Applications. *Journal of Web Engineering*, 21(1), 45–60.



SISTEMA WEB PARA GESTIÓN DE OPERACIONES DE CAFETERÍA CANELA (AD-STOCK)

Salazar-Christian¹, Martínez, Juárez- Luis Angel², Quiroz, Meneses- Vicente ³

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240020@smartin.tecnm.mx
2. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240040@smartin.tecnm.mx
3. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240038@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo de un sistema web y una aplicación móvil diseñado para optimizar el funcionamiento operativo de la Cafetería Canela, donde los pedidos se anotaban en papel, haciendo que el control del inventario resultara impreciso y la comunicación entre el personal fuera deficiente. Para solucionar estos problemas, se creó AD- STOCK (juego de palabras entre “add” y “stock”). Siguiendo el modelo de desarrollo en cascada, tras definir los requerimientos con el equipo, se diseñaron prototipos de baja fidelidad y luego se implementaron los módulos específicos para el control de inventario, la gestión de pedidos y la generación de reportes empleando únicamente tecnologías web y móviles. Gracias a AD- STOCK, el personal reduce notablemente el tiempo dedicado a tareas manuales, minimiza errores y mejora la agilidad en la atención al cliente, modernizando por completo sus operaciones diarias.

Palabras Clave: aplicación móvil, automatización, cafetería, gestión, sistema web.

Abstract: This article presents the development of a web system and a mobile application designed to optimize the operational performance of Cafetería Canela, where orders were previously recorded on paper, leading to imprecise inventory control and deficient communication among staff. To address these issues, **AD- STOCK** (a play on the words “add” and “stock”) was created. Following the waterfall development model, after defining the requirements with the team, low-fidelity prototypes were designed and then modules specifically for inventory control, order management, and report generation were implemented using only web and mobile technologies. Thanks to AD- STOCK, staff significantly reduce the time spent on manual tasks, minimize errors, and improve agility in customer service, fully modernizing their daily operations.

Keywords: mobile application, automation. coffe, management, web system.



1. Introducción

La Cafetería Canela es un establecimiento que busca ofrecer una experiencia cálida y acogedora para sus clientes, combinando un servicio de calidad con una oferta gastronómica cuidadosamente seleccionada. A lo largo de los años, ha mantenido un enfoque tradicional en su administración, lo que ha permitido conservar su esencia y cercanía con los consumidores. Sin embargo, ante las nuevas demandas del mercado y la necesidad de mejorar la eficiencia operativa, ha identificado la importancia de optimizar sus procesos mediante herramientas digitales que permitan una mejor gestión de inventarios, pedidos y atención al cliente. Esta evolución representa una oportunidad para consolidarse como un negocio moderno sin perder su autenticidad.

El nombre “AD- STOCK” combina AD (añadir) y STOCK (existencias), reflejando la doble función del sistema: registrar nuevos pedidos y mantener el inventario actualizado en tiempo real. Esta denominación sintetiza el objetivo central del proyecto y lo hace fácilmente reconocible tanto para el personal operativo como para futuros usuarios o clientes.

En este artículo, se fomenta la importancia de resolver la problemática en base al uso de las herramientas digitales, donde se encuentra la importancia de la gestión, y planificación de la elaboración de un sistema web en base a las necesidades administrativas en la cafetería canela; para la gestión y control de la información de los usuarios, con un enfoque a ellos mismo en donde se ha podido detectar la importancia de un sistema que atienda las necesidades de los empleados para mejorar su forma de trabajo, dicho sistema, será desarrollado con herramientas digitales.

La dependencia de sistemas manuales para el control de inventarios, la toma de pedidos y la comunicación interna genera demoras y errores que afectan tanto al equipo como a la experiencia del cliente. Ante esta situación, se propone integrar una plataforma digital (compuesta por una aplicación móvil y un sistema web) para gestionar en tiempo real todas las operaciones esenciales del negocio, buscando consigo mismo mejorar la atención al cliente al agilizar el servicio y minimizar confusiones en la operación diaria.

Este sistema optimizará la eficiencia del negocio al reducir el tiempo que los empleados destinan a tareas repetitivas y mejorar la comunicación entre las distintas áreas. Con herramientas como el control de inventario en tiempo real, la gestión automática de pedidos y la generación de



100CIATEC

reportes detallados, la cafetería podrá operar de manera más ágil y organizada. Además, la digitalización permitirá adaptar las operaciones a las necesidades del mercado actual, ofreciendo un servicio más rápido y eficiente.

Por otra parte, la implementación del sistema brindará múltiples beneficios: ya que permitirá registrar y analizar datos de consumo, mejorar la experiencia del cliente al reducir tiempos de espera y proporcionar información actualizada sobre productos y disponibilidad. También facilitará la toma de decisiones basadas en datos precisos, lo que contribuirá al crecimiento y sostenibilidad del negocio. En definitiva, el impacto positivo de este sistema se reflejará en una gestión más eficiente, empleados mejor organizados y clientes más satisfechos, posicionando a la Cafetería Canela como un establecimiento moderno y competitivo en la industria gastronómica.

2. Delimitación contextual

La transformación presentada se aplica en un entorno real de trabajo en el que se han identificado deficiencias en la recolección de datos y la administración de la información, evidenciando la necesidad de adoptar herramientas tecnológicas que optimicen tanto el flujo de trabajo interno como la experiencia del usuario final. Para el desarrollo del sistema, se emplea el modelo en cascada como estrategia estructurada para el desarrollo de software. Se optó por el modelo de cascada porque permite abordar el desarrollo del sistema de manera secuencial y organizada, garantizando que cada fase, se complete de forma exhaustiva antes de avanzar a la siguiente. Dentro las aportaciones del sistema, se destaca la optimización en la gestión de inventarios, la agilización de la toma de pedidos y la automatización del registro de datos, lo que contribuye a mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio. Además, la implementación de herramientas digitales permitirá un monitoreo en tiempo real, facilitando la toma de decisiones basada en información precisa y actualizada.

3. Metodología

Para la elaboración del sistema se adoptó el modelo de desarrollo en cascada, dada su estructura secuencial y la claridad en la determinación de requerimientos. El proceso iniciaba con la identificación de las necesidades específicas a través de reuniones e entrevistas con el personal y propietario de la cafetería. Entre las principales problemáticas detectadas se encontraban la lentitud en la toma de pedidos, la imprecisión en el control de inventario y la falta de comunicación



100CIATEC

efectiva entre las áreas operativas. Posteriormente, se procedió a la fase de análisis, donde se documentaron tanto los requerimientos funcionales, como los no funcionales (como la seguridad y la usabilidad de la aplicación). Destacando los siguientes:

- Gestión de Inventario
- Seguimiento de pedidos
- Administración y retroalimentación de ventas

Posteriormente, se diseñó y definió la arquitectura del sistema la cual se tomó el modelo Vista-Controlador, ya que garantiza una separación clara entre la lógica de negocio y la interfaz de usuario, Se diseñó, la base de datos, que fuera relacional y optimizada para consultas rápidas, además de diagramas que representaran el comportamiento del sistema y de la aplicación, prototipos de baja fidelidad utilizando herramientas como Balsamiq, y se definieron los módulos del sistema. En las etapas de desarrollo e implementación se utilizaron tecnologías como PHP, JavaScript, HTML, CSS, MySQL, y Android Studio, integrando mediante el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) para facilitar el mantenimiento y escalabilidad del proyecto.

Por el lado de la aplicación móvil, dado que busca tener una conexión con el sistema web, se encuentra implementada en Kotlin, comunicándose con los módulos web mediante API REST.

Una vez finalizado el desarrollo del sistema, para asegurar la operatividad del sistema, se realizaron diversas pruebas, entre las que se tiene pruebas unitarias de los módulos, pruebas de rendimiento, pruebas de conexión con la base de datos, y pruebas entre APIs con la aplicación móvil.

4. Desarrollo

El desarrollo del sistema web y de la aplicación móvil para la cafetería canela, se realizó siguiendo las fases establecidas de la metodología, dicho esto, a continuación, se presenta el proceso de desarrollo del sistema y de la aplicación móvil. Para la arquitectura del sistema web, se encuentra basada en el patrón Modelo-Vista-Controlador, permitiendo separar de manera ordenada la capa de presentación, o las vistas del sistema, la lógica de negocio y el acceso a la información de la base de datos utilizada, mientras que la aplicación móvil, se destaca el consumo de API restful, para mantener una comunicación entre el sistema.



Dentro del diseño de la base de datos, se encuentra construida por diversas tablas relacionadas, que, dentro del desarrollo de la misma, se fueron aplicando reglas de normalización para asegurar la integridad de los datos. A continuación, se presentan mediante una tabla, destacando las tablas que contiene la base de datos, así como los campos principales, y las relaciones que tienen entre las tablas.

Tabla 1. Tabla para el diseño de la base de datos

Tabla	Campos	Relación
tipo_empleado	id_tipo_emp, Nombre_tipo	Relacionado con empleados.id_tipo_emp
empleados	id_empleado, Nombre_emp, id_tipo_emp, id_area,	Relacionado con tipo_empleado.id_tipo_emp y area_cafeteria.id_area
categoria_gasto	id_cat_gasto, Nombre_cat_gasto	Relacionado con gastos.id_Cat_gasto
gastos	id_gasto, id_Cat_gasto, Monto_gasto, Nombre_gasto, id_empleado, Fecha_Gasto	Relacionado con categoria_gasto.id_cat_gasto y empleados.id_empleado
area_cafeteria	id_area, Nombre_area	Relacionado con empleados.id_area y entradas_insumo.id_area
inventario_insumos	id_inv_insumo, Nombre_insumo, id_unidad, Cantidad_disponible, Costo_unitario, Proveedor,	Relacionado con unidades_medida.id_unidad
entradas_insumo	id_ent_in, Fecha_entrada, id_inv_insumo, Fecha_caducidad, Cantidad, Precio, id_area	Relacionado con inventario_insumos.id_inv_insumo y area_cafeteria.id_area
unidades_medida	id_unidad, Unidad_nombre	Relacionado con inventario_insumos.id_unidad
salidas	id_salida, id_inv_insumo, Cant_producto, id_alimento	Relacionado con inventario_insumos.id_inv_insumo y alimentos.id_alimento
alimentos	id_alimento, Nombre_Alimento, id_area, Precio_Alimento, id_tipo_alim	Relacionado con tipo_alimento.id_tipo_alim y area_cafeteria.id_area
tipo_alimento	id_tipo_alim, Nombre_t_alim	Relacionado con alimentos.
mesas	id_mesa, Nombre_mesa	Relacionado con ventas.
ventas	id_venta, Fecha_venta, Nombre_cliente, id_mesa, Cant_pagar, id_tip_pago, id_empleado	Relacionado con mesas, tipo_pago, empleados.



100CIATEC

detalle_venta	id_detalle_v, id_alimento, Cant_alimento, id_venta, monto_d_v	Relacionado con alimentos y ventas.
tipo_pago	id_tip_pago, Nombre_pago	Relacionado con ventas.
quejas_sugerencias	id_queja, Correo_consumidor, queja, nombre_coms id_tipo_empleado	Relacionado con tipo_empleado

Fuente: Elaboración propia

Una vez estructurado la base de datos, se trabajó el desarrollo del sistema, para lo cual se fue haciendo uso de herramientas como HTML, CSS, y Bootstrap para la parte gráfica, mientras que para la lógica del servidor y de conexión de datos, se utilizó, PHP y Javascript, implementando módulos y funciones que eran parte de los objetivos del sistema como:

- Levantamiento de Pedidos para los clientes.
- Administración de Usuarios.
- Sección de Comentarios y Sugerencias.
- Método de Gestión de Inventario.



Figura 1. Apartado del administrador

Fuente: Elaboración propia





Figura 2. Apartado para consumidores

Fuente: Elaboración propia

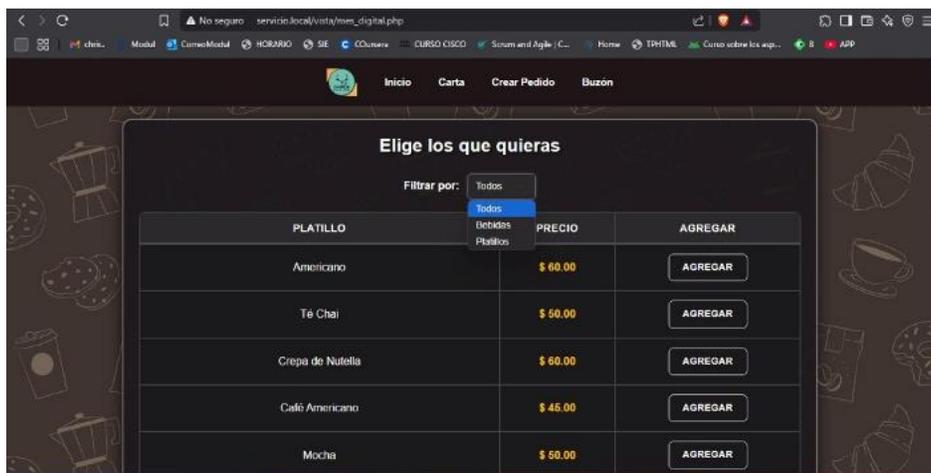


Figura 3. Apartado del consumidor para ordenar

Fuente: Elaboración propia



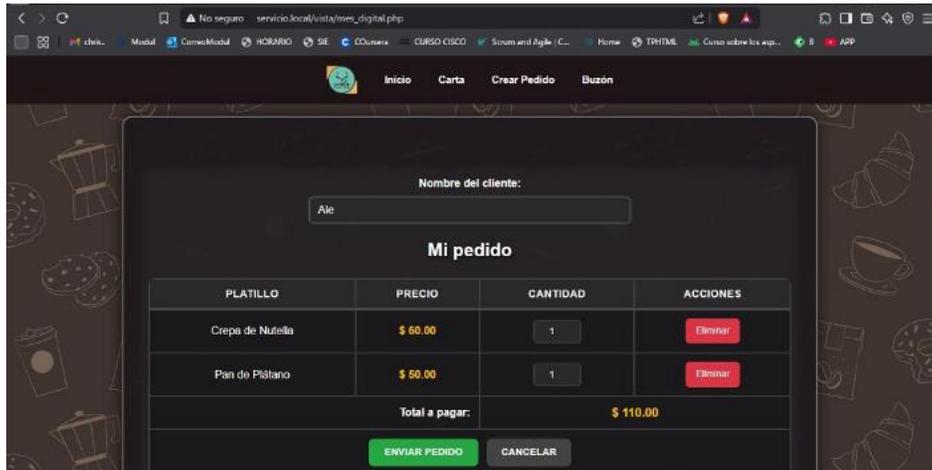


Figura 4. Apartado de consumidor para ordenar

Fuente: Elaboración propia

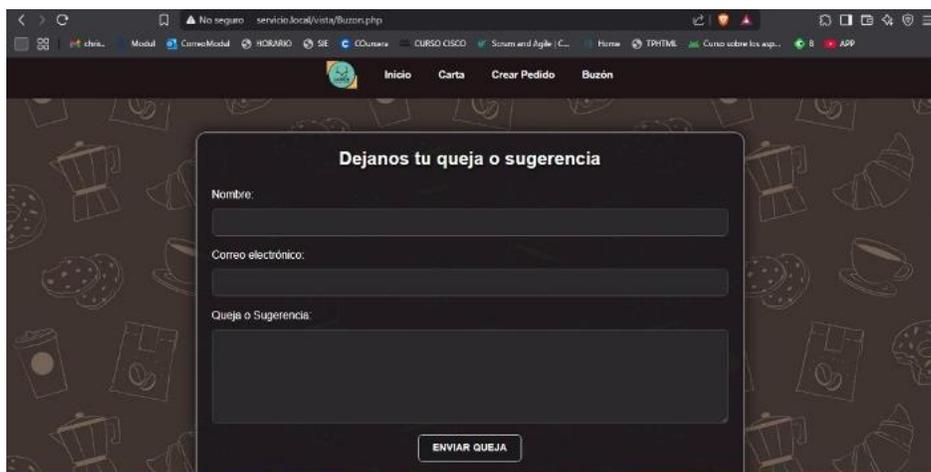


Figura 5. Apartado de Buzón para quejas o sugerencias

Fuente: Elaboración propia



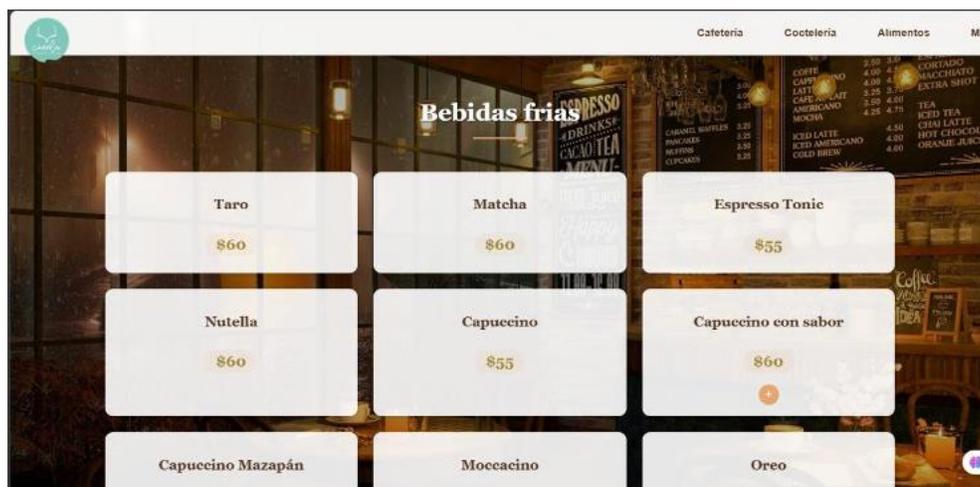


Figura 6. Apartado de Carta

Fuente: Elaboración propia

Aplicación Móvil

Por otra parte, para el desarrollo de la aplicación móvil, se ha desarrollado con lenguaje Kotlin, con una interfaz moderna, tomando en cuenta, que se utilizaría API rest para conectar con la base de datos y con los módulos del sistema, teniendo como resultado, módulos como los de:

- Registro de Pedidos.
- Gestión de Inventario.
- Autenticación para ingreso de módulos específicos.

Para el control de seguridad se implementó un Autenticación para los módulos del administrador, y uno en la aplicación móvil para los empleados, tomando políticas de acceso por rol. además de que se realizaron pruebas para evitar inyección de datos masiva, y mediante la estructura MVC, se asegura que toda interacción se realice de forma controlada y protegida. Para las pruebas se realizaron permitieron comprobar la funcionalidad y rendimiento del sistema, pues una destacable fue para evitar inyecciones de datos, y para evitar anomalías de seguridad.

Finalizando con la parte de la documentación se contó con una documentación técnica muy completa que sirvió de guía para cada fase del proyecto. Este documento recogió la formulación de la problemática, los objetivos a alcanzar y los requerimientos técnicos y funcionales

necesarios para la implementación de una solución integral. Esta rica documentación se utilizó como punto de partida para establecer un marco de trabajo sólido, permitiendo una planificación meticulosa y una ejecución sistemática de las actividades de desarrollo.

5. Conclusiones

La implementación del sistema AD-STOCK demuestra que la transformación digital de procesos tradicionales es una estrategia viable y necesaria para mejorar la competitividad de negocios en el sector gastronómico. La digitalización del registro de pedidos, el control automatizado del inventario y la generación de reportes han permitido optimizar la gestión operativa interna en la Cafetería Canela, reduciendo errores y agilizando la atención.

Además, el uso de herramientas modernas como Kotlin, PHP, y bases de datos relacionales ha garantizado una solución robusta, segura y escalable, adecuada a las necesidades específicas del negocio. La metodología en cascada permitió una planificación ordenada y clara, asegurando que cada etapa del desarrollo fuera validada conforme a los requerimientos planteados inicialmente.

La implementación del sistema no solo mejora la eficiencia del personal, sino que también permite una experiencia de cliente más fluida, gracias a la reducción de tiempos de espera y la disponibilidad de información precisa en tiempo real. El sistema promueve una cultura organizacional más profesional, basada en datos y en la automatización de tareas críticas.

6. Referencias

- o Apache Friends. (2022). XAMPP (Versión 8.2.12) [Software]. Apache Friends. <https://www.apachefriends.org/>
- o Arguello, A. M., Llumiguano Poma, M. E., Gavilánez Cárdenas, C. V., & Torres Ordoñez, L. H. (2020). Administración de empresas: Elementos básicos. Pons Publishing House.
- o Balsamiq. (2025). Balsamiq (versión 4.8.3) [Software]. Balsamiq Studios. <https://balsamiq.com/>
- o Celi, R. J., Boné, M. F., & Mora, A. P. (2023). Programación Web. Del Frontend al Backend. Editorial Grupo AEA.
- o Google. (2022). Android Studio (Versión 2024.2.2.14) [Software]. Google. <https://developer.android.com/studio>



100CIATEC

- o Haverbeke, M. (2018). Eloquent JavaScript.
- o Valenzuela, C., Benalcázar, G., & Delgado, Z. (2024). Gestión de inventarios en organizaciones de emprendimiento: Una aproximación teórica. Prohominum. Revista de Ciencias Sociales y Humanas, 6(2), 1-15. DOI: doi.org/10.47606/acven/ph0242



APLICACIÓN DE MACROS EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE OPERACIONES EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA

Morales, Zamora-Vianney ¹, Aguilar, Pérez-Esmeralda ²

1. Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, vianney.morales@smartin.tecnm.mx
2. Docente de la carrera de Contador Público, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, esmeralda.aguilar@smartin.tecnm.mx

Resumen: La implementación de macros en procesos administrativos y operativos representa una herramienta clave para la automatización en pequeñas y medianas empresas (Pymes). Estas permiten reducir significativamente el tiempo invertido en tareas repetitivas y mejorar la precisión en el manejo de grandes volúmenes de datos. En este trabajo se presenta la experiencia del uso de macros en la empresa CA, donde fueron aplicadas específicamente para el filtrado de información relacionada con piezas elaboradas, piezas faltantes, así como aquellas que ya han sido pagadas o se encuentran pendientes de pago. La automatización mediante macros no solo facilitó la clasificación y análisis de estos datos, sino que también optimizó los tiempos. Esta experiencia demuestra cómo herramientas simples, como las macros de Excel, pueden convertirse en soluciones efectivas para mejorar la productividad y el control interno en las Pymes.

Palabras Clave: macros, Excel, automatización, procesos, tiempos.

Abstract: The implementation of macros in administrative and operational processes represents a key tool for automation in small and medium-sized enterprises (Pymes). They significantly reduce the time spent on repetitive tasks and improve accuracy in handling large volumes of data. This paper presents the experience of using macros in the company CA, where they were specifically applied to filter information related to manufactured parts, missing parts, as well as those that have been paid or are still pending payment. Automation through macros not only facilitated the classification and analysis of this data but also optimized processing times. This experience demonstrates how simple tools, such as Excel macros, can become effective solutions for improving productivity and internal control in Pymes.

Keywords: Macros; Excel; Automation, process, times.



1. Introducción

En el entorno empresarial actual, caracterizado por la necesidad de optimizar recursos y aumentar la eficiencia, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) enfrentan el reto constante de mejorar sus procesos. Una solución accesible y altamente efectiva para automatizar tareas repetitivas es el uso de macros, especialmente aquellas integradas en programas como Microsoft Excel. Las macros son secuencias de instrucciones que permiten ejecutar automáticamente una serie de pasos previamente definidos, lo que resulta particularmente útil en la gestión de grandes volúmenes de información.

Este artículo se enfoca en el potencial de las macros como una herramienta de automatización dentro de las Pymes, destacando su capacidad para reducir los errores humanos, acelerar procesos operativos y mejorar la organización de datos. A través de su implementación, es posible transformar procesos manuales en flujos de trabajo más ágiles y controlados, lo cual impacta positivamente en la toma de decisiones y en la productividad general de las organizaciones.

Además, se presentará una experiencia práctica aplicada en la empresa CA, en la cual las macros fueron utilizadas para filtrar información relevante sobre piezas elaboradas, faltantes, pagadas y pendientes. Esta aplicación concreta ilustra cómo, las macros pueden convertirse en un recurso clave para el desarrollo operativo de una empresa.

El objetivo de este trabajo es mostrar de forma clara y accesible cómo el uso de macros puede ser integrado en las actividades cotidianas de una Pyme, demostrando que la automatización está al alcance de todos cuando se aprovechan adecuadamente las herramientas disponibles.

2. Delimitación contextual

En el contexto actual de transformación digital, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) enfrentan el desafío de modernizar sus procesos sin disponer, en muchos casos, de infraestructura tecnológica avanzada ni de personal altamente especializado. García y Martínez (2020) indican que herramientas como Microsoft Excel —comúnmente disponibles y utilizadas en entornos empresariales— ofrecen soluciones de automatización a través del uso de macros, permitiendo la optimización de tareas repetitivas y la mejora en la gestión de información.



100CIATEC

Este estudio se desarrolla en el marco de la necesidad de automatización de procesos administrativos y operativos dentro de las Pymes, con un enfoque práctico centrado en la empresa CA. En ella, se aplicaron macros para el filtrado automatizado de datos, específicamente en el control de piezas elaboradas, faltantes, pagadas y pendientes, lo que permitió un análisis más eficiente de la información relacionada con la producción y la contabilidad interna.

El método de análisis aplicado en esta investigación se basa en la observación de procesos manuales, la identificación de tareas susceptibles de automatización y el diseño de macros funcionales que respondan a necesidades concretas de organización y clasificación de datos. Este enfoque se alinea con investigaciones previas que destacan la importancia de las herramientas de ofimática como soluciones inmediatas y de bajo costo para mejorar la productividad en Pymes, especialmente en regiones donde el acceso a software especializado es limitado (Ramírez & Torres, 2019; López & Sánchez, 2021).

Entre las principales aportaciones de este trabajo se encuentra la demostración de que, mediante el uso de macros, es posible generar resultados significativos en términos de eficiencia operativa sin requerir inversiones adicionales en software. No obstante, se reconoce como limitación el hecho de que el uso de macros depende del conocimiento básico de programación por parte del usuario y de la correcta estructuración de los datos (Silva et al., 2018). También se considera la necesidad de mantener actualizadas las macros ante cualquier cambio en los formatos o procesos internos de la empresa.

Esta investigación se suma a los trabajos ya existentes sobre automatización en Pymes, aportando una experiencia práctica documentada que puede servir como modelo para otras empresas con características similares. A través de esta contribución, se busca fomentar el uso de soluciones simples, accesibles y efectivas para enfrentar los retos cotidianos de gestión y procesamiento de datos.

3. Metodología

El presente estudio se desarrolló con base en una experiencia empírica aplicada en una pequeña empresa del sector manufacturero identificada como “CA”, dedicada a la elaboración de fundas de automóviles de la empresa Volkswagen. El trabajo se centró en el análisis y automatización



100CIATEC

del registro de piezas elaboradas, faltantes, pagadas y pendientes de pago, actividades que originalmente se realizaban de forma manual mediante hojas de cálculo convencionales.

Para llevar a cabo la automatización, se utilizó Microsoft Excel (versión 2019), aprovechando su capacidad de generar y ejecutar macros mediante el editor de Visual Basic for Applications (VBA). La información analizada fue obtenida de registros internos de producción y control de pagos que la empresa almacena en archivos Excel mensuales. Estos archivos contenían datos sobre códigos de producto, estado de producción, fechas de entrega, así como montos y fechas de pago. No se incluyeron datos personales ni identificadores de clientes o empleados, en cumplimiento de las recomendaciones éticas y de privacidad establecidas para este tipo de trabajos.

El proceso metodológico consistió en tres etapas:

Diagnóstico del proceso manual actual, mediante observación directa y entrevistas con personal administrativo, para identificar cuellos de botella y errores frecuentes en el filtrado de datos.

Diseño e implementación de macros personalizadas, que permitieran automatizar el filtrado por categoría (elaboradas, faltantes, pagadas y pendientes), generando reportes automáticos en nuevas hojas de cálculo dentro del mismo archivo.

Prueba, validación y ajuste, durante un período de un mes, en el que se evaluó la funcionalidad de las macros con datos reales y se realizaron ajustes a partir del uso operativo cotidiano.

La elección de esta metodología se debió a su carácter accesible y replicable, ya que no requiere software adicional ni conocimientos técnicos avanzados, lo que la hace ideal para empresas con recursos limitados. Además, permite una rápida adaptación a otros procesos internos, siempre que estos se encuentren organizados en hojas de cálculo estructuradas (García & Martínez, 2020; Ramírez & Torres, 2019).

Una posible limitación del método empleado es que las macros desarrolladas son sensibles a cambios en la estructura de los archivos de origen. Por tanto, si los datos no se introducen siguiendo un formato estandarizado, la automatización puede fallar. Asimismo, se detectó que el éxito de la implementación depende del grado de familiaridad del personal con el uso básico de Excel y VBA, lo cual puede representar una barrera inicial para algunos usuarios (Silva et al., 2018).

Esta metodología puede ser replicada fácilmente en otras Pymes que utilicen hojas de cálculo para el control de inventario, pagos o producción. Su aplicación contribuye a reducir los tiempos



100CIATEC

de procesamiento de información y a disminuir los errores humanos asociados a tareas repetitivas, generando beneficios medibles a corto plazo (López & Sánchez, 2021).

4. Desarrollo

La implementación de macros personalizadas en Microsoft Excel permitió automatizar con éxito el filtrado de datos en la empresa CA, específicamente en el área de control de producción y pagos. El procedimiento, basado en codificación mediante Visual Basic for Applications (VBA), consistió en generar filtros que se generaban automáticamente consolidados en una nueva hoja de archivo. Aunque el uso de macros en Excel ha sido abordado previamente (García & Martínez, 2020; Ramírez & Torres, 2019), en este caso se realizaron adaptaciones específicas al flujo de trabajo interno de la empresa.

Los resultados más prominentes incluyen:

Reducción del tiempo de clasificación de datos de aproximadamente 2 horas diarias a 3.5 minutos, gracias al uso de macros que ejecutaban tareas de filtrado, ordenamiento y agrupación de registros de forma automática de varias hojas de archivos.

Disminución de errores humanos, ya que antes de la automatización, el personal cometía errores frecuentes al aplicar filtros manuales o al copiar datos a otras hojas, lo cual se redujo en más del 80% tras la implementación.

Generación automática de filtros separados por categoría: piezas elaboradas, piezas faltantes, piezas pagadas y pendientes de pago. Estos informes se generaban con un solo clic y se actualizaban con cada ingreso de datos nuevos.

En la Figura 1, se muestra el número de archivos de Excel que se manipularon para los filtros, por motivos de confidencialidad los nombres se muestran recortados.



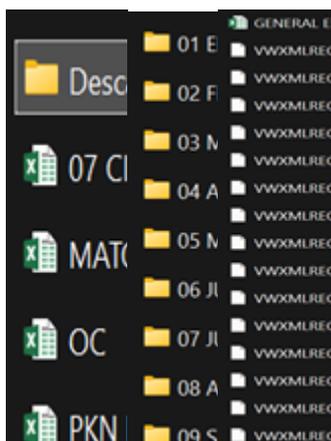


Figura 1. Archivos en Excel utilizados para el filtrado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se muestra una primera parte del código de las macros utilizadas, de la misma manera se recortaron algunos datos por motivos de confidencial.

```

Sub CombinarRangosEspecificos()
On Error GoTo ManejoDeErrores ' Manejo de errores

' Define las rutas de los archivos que deseas combinar
Dim rutaArchivo1 As String
rutaArchivo1 = "C:\Users\WIANNEY MORALES\Desktop\Proyecto Conta\07 CIFR"
rutaArchivo2 = "C:\Users\WIANNEY MORALES\Desktop\Proyecto Conta\0C"

' Crea un nuevo libro de trabajo para almacenar los datos combinados
Dim libroDestino As Workbook
Set libroDestino = Workbooks.Add

' Renombra las hojas y crea las necesarias
libroDestino.Sheets(1).Name = "PC8" ' Renombrar la hoja principal
libroDestino.Sheets.Add(After:=libroDestino.Sheets(1)).Name = "General"
libroDestino.Sheets.Add(After:=libroDestino.Sheets(2)).Name = "Dobles"
libroDestino.Sheets.Add(After:=libroDestino.Sheets(3)).Name = "0C"

' Seleccionar la hoja "0C" para trabajar

Dim hojaDestino2 As Worksheet
Set hojaDestino2 = libroDestino.Sheets("0C")

' Variable para manejar la posición de la última fila en el archivo
Dim ultimaFila2 As Long
ultimaFila2 = 1

' Abre el libro origen y trabaja con la primera hoja
Dim libroOrigen2 As Workbook
Dim hojaOrigen2 As Worksheet
Set libroOrigen2 = Workbooks.Open(rutaArchivo2)

' Usar la primera hoja del archivo origen
Set hojaOrigen2 = libroOrigen2.Sheets(1)
' Copiar datos de la primera hoja del origen a la hoja "PC8" en el destino
hojaOrigen2.Range("C1:C30358").Copy
hojaDestino2.Range("C" & ultimaFila2).PasteSpecial xlPasteValues
hojaOrigen2.Range("D1:D30358").Copy
hojaDestino2.Range("D" & ultimaFila2).PasteSpecial xlPasteValues

' Seleccionar la hoja "PC8" para trabajar
Dim hojaDestino As Worksheet
Set hojaDestino = libroDestino.Sheets("PC8")

' Variable para manejar la posición de la última fila en el archivo de destino
Dim ultimaFila As Long
ultimaFila = 1

' Abre el libro origen y trabaja con la primera hoja
Dim libroOrigen As Workbook
Dim hojaOrigen As Worksheet
Set libroOrigen = Workbooks.Open(rutaArchivo1)
    
```

Figura 2. Código de las macros

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestra una segunda parte del código de las macros utilizadas, de la misma manera se recortaron algunos datos por motivos de confidencial.



```

Sub CombinarRangosPorFila()
    ' Formato de Fecha para la columna A
    hojaDestino.Range("A1:AM2024").NumberFormat = "m/d/yyyy"

    ' Cerrar el libro origen
    libroOrigen.Close False

    ' Aplicar filtro a la hoja "PCB"
    ultimaFila = hojaDestino.Cells(hojaDestino.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row ' Detectar la última fila
    hojaDestino.Rows("1:" & ultimaFila).AutoFilter Field:=2, Criteria1:="<"

    ' Copiar los datos de la hoja "PCB" a las hojas "General" y "Dobles"
    hojaDestino.Copy
    libroDestino.Sheets("General").Range("A1").PasteSpecial Paste:=xlPasteAll
    libroDestino.Sheets("Dobles").Range("A1").PasteSpecial Paste:=xlPasteAll

    ' Separar dígitos en la columna B de las tres hojas
    SepararDigitos "PCB"
    SepararDigitos "General"
    SepararDigitos "Dobles"

    ' Limpia la selección de copiado
    Application.CutCopyMode = False

    ' Notificación de finalización
    MsgBox "Rangos combinados, filtro aplicado, datos copiados y separación de dígitos completada en 'PCB', 'General' y 'Dobles'"
    Exit Sub
End Sub

Sub SepararDigitos(hojaNombre As String)
    Dim libroDestino As Workbook
    Dim hojaDestino As Worksheet
    Dim ultimaFila As Long
    Dim i As Long
    Dim j As Long
    Dim valorCelda As String
    Dim digito As String

    ' Asegurate de que el libro destino está activo
    Set libroDestino = ActiveWorkbook
    Set hojaDestino = libroDestino.Sheets(hojaNombre)

    ' Detecta la última fila en la columna B
    ultimaFila = hojaDestino.Cells(hojaDestino.Rows.Count, "B").End(xlUp).Row

    ' Itera a través de cada fila de la columna B a partir de la fila 3
    For i = 3 To ultimaFila
        valorCelda = hojaDestino.Cells(i, "B").Value ' Toma el valor de la celda en la columna B

        ' Si la celda no está vacía, procesa los dígitos
        If Not IsEmpty(valorCelda) Then
            ' Asegurate de que sea texto para manipularlo carácter por carácter
            valorCelda = CStr(valorCelda)

            ' Itera por cada carácter del valor de la celda
            For j = 1 To Len(valorCelda)
                digito = Mid(valorCelda, j, 1) ' Extrae el carácter j-ésimo
            Next j
        End If
    Next i
End Sub

```

Figura 3. Código de las macros

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 se resumen los tiempos de procesamiento de las pruebas que se realizaron para minimizar los tiempos.

Tabla 1. Comparación de tiempos de tareas antes y después del uso de macros

Tarea	Tiempo antes (min)	Primera prueba (min)	Segunda prueba(%)	Tercera prueba(%)	Cuarta prueba(%)	Quinta prueba(%)
Filtrado de piezas	60	3.5	3	2	1.5	1
Revisión de pagos	40	3.5	3	2	1.5	1
Reporte diario	80	5	4	3	2.5	2
Total de tiempo	180	12	10	7	5.5	4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa CA

Para disminuir los tiempos en los filtros, se optimizó el código de la macro mediante la aplicación de una fórmula **BUSCARV** para comparar y recuperar datos desde la hoja "OC". Se evitó el uso



repetido de **.Select** y **.Activate**, y se deshabilitó temporalmente el cálculo automático y la actualización de pantalla utilizando **Application.ScreenUpdating = False** y **Application.Calculation = xlCalculationManual** con el fin de mejorar el rendimiento. Asimismo, se emplearon arreglos en memoria para acelerar el procesamiento de celdas en lugar de interactuar directamente con ellas en cada iteración. También se consolidaron operaciones redundantes, como la escritura repetida de encabezados en múltiples hojas, se cerraron los libros de origen tan pronto como dejaron de ser necesarios y se declararon explícitamente todas las variables. Estas prácticas no solo optimizaron la velocidad de ejecución, sino que también mejoraron la legibilidad y el mantenimiento del código.

Para resolver la columna Reducción (%), se usa la siguiente fórmula a cada tarea (ver figuras 4-8):

$$\text{Reducción (\%)} = \left(\frac{\text{Tiempo antes} - \text{Tiempo después}}{\text{Tiempo antes}} \right) \times 100$$

Figura 4. Fórmula aplicada a cada tarea

Fuente: Elaboración propia

$$\left(\frac{60 - 0.5}{60} \right) \times 100 = \left(\frac{59.5}{60} \right) \times 100 \approx 99.17\%$$

Figura 5. Fórmula aplicada al filtrado de piezas

Fuente: Elaboración propia

$$\left(\frac{40 - 0.5}{40} \right) \times 100 = \left(\frac{39.5}{40} \right) \times 100 \approx 98.75\%$$

Figura 6. Fórmula aplicada a revisión de pagos

Fuente: Elaboración propia

$$\left(\frac{80 - 2.5}{80} \right) \times 100 = \left(\frac{77.5}{80} \right) \times 100 \approx 96.88\%$$

Figura 7. Fórmula aplicada a reporte diario

Fuente: Elaboración propia



$$\left(\frac{180 - 3.5}{180}\right) \times 100 = \left(\frac{176.5}{180}\right) \times 100 \approx 98.06\%$$

Figura 8. Fórmula aplicada al total de tiempo

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se resumen los tiempos de procesamiento antes y después de la implementación:

Tabla 2. Comparación de tiempos de tareas antes y después del uso de macros

Tarea	Tiempo antes (min)	Tiempo después (min)	Reducción (%)
Filtrado de piezas	60	.5	99.17%
Revisión de pagos	40	.5	98.75%
Reporte diario	80	2.5	96.88%
Total de tiempo	180	3.5	98.06%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa CA

En la figura 9 se visualiza los tiempos en una gráfica de barra agrupada para ver de manera visual la disminución de tiempos aplicados a los filtros.



Figura 9. Gráfica de barras agrupadas

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

Cabe destacar que los procedimientos básicos de desarrollo de macros en Excel pueden encontrarse ampliamente descritos en literatura técnica, como en Silva et al. (2018). Sin embargo, las adaptaciones realizadas en este estudio fueron originales y diseñadas específicamente para responder a las necesidades de la empresa objeto del estudio, como la creación de macros que detectaban automáticamente fechas duplicadas o inconsistencias de datos, lo cual no forma parte de las rutinas estándar.

5. Conclusiones

Se logró el objetivo de disminuir los tiempos en la ejecución de filtros, alcanzando una reducción promedio del 99.17 % en el filtrado de piezas, 98.75 % en la revisión de pagos, 96.88 % en el reporte diario y un total general del 98.06 %. Estos resultados demuestran la eficiencia de la macro desarrollada y aplicada para la empresa CA, evidenciando el potencial de las macros en la automatización de procesos y en la gestión de datos contenidos en archivos de Excel. Asimismo, se destaca la importancia de aplicar lógica de programación para lograr una optimización efectiva.

Se observó un mejor aprovechamiento del personal administrativo, ya que el tiempo liberado permitió que se dedicaran a otras actividades como control de calidad y verificación de pedidos. Este impacto organizacional, aunque indirecto, refleja una mejora en la eficiencia global del área.

6. Referencias

- o Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358.
- o Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347.
- o García, M., & Martínez, R. (2020). Automatización de tareas administrativas en PYMES mediante herramientas ofimáticas. *Revista de Gestión Empresarial*, 12(1), 34–42. <https://doi.org/10.1234/rge.v12i1.4567>
- o López, A., & Sánchez, D. (2021). El impacto de la digitalización en la productividad de las microempresas. *Revista Iberoamericana de Tecnología y Empresa*, 8(2), 21–30. <https://doi.org/10.5678/rite.v8i2.789>
- o Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Molitemi, A. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide



case. Zeitschrift für Kristallographie - New Crystal Structures, 213(5), 259–265.
<https://www.degruyter.com/view/journals/zkri/213/5/article-p259.xml>

- o Ramírez, J., & Torres, L. (2019). Uso de macros en Excel como herramienta de mejora de procesos. *Revista de Tecnología Aplicada*, 5(3), 15–27.
- o Silva, P., Rodríguez, H., & Gómez, C. (2018). Limitaciones del uso de macros en entornos empresariales no especializados. *Revista Técnica de Informática y Automatización*, 6(2), 40–50.



SISTEMA WEB PARA PLANES DEPORTIVOS Y GESTIÓN DE USUARIOS

Varela, Huelitl-Victor Manuel¹, Paredes, Xochihua-Maria Petra²

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21240007@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, petra.paredes@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo de un sistema web para el gimnasio Exergym, el cual gestiona el control de: rutinas que el entrenador personalice de acuerdo al tipo de cliente, basándose en sus condiciones de salud; pagos de membresías para disponer de esta información, control de ofertas y paquetes, además genera reportes. Así mismo, contiene los módulos siguientes: módulo multimedia dirigido al asesoramiento de rutinas, módulo de uso de los equipos de entrenamiento con el objetivo de disminuir la mala implementación y riesgos del personal. Se implementó en el desarrollo aspectos de seguridad en las contraseñas para la protección de acceso al sistema como de la información del usuario la metodología XP se basa a las iteraciones que abarcan planificación, diseño, pruebas y codificación, como resultado de las tareas del sistema. En el desarrollo del sistema se utilizó el modelo vista-controlador, utilizando Bootstrap, JavaScript y PHP, con servidores Apache.

Palabras Clave: Gestión de gimnasios, metodología XP, rutinas de entrenamiento personalizadas, sistema web, herramientas digitales.

Abstract: This article presents the development of a web system for the Exergym gym, which manages the control of: routines that the trainer personalizes according to the type of client, based on their health conditions; membership payments to have this information, control of offers and packages, and also generate reports. It also contains the following modules: multimedia module aimed at advising on routines, module on the use of training equipment with the aim of reducing poor implementation and risks to personnel. Security aspects were implemented in the development of passwords for the protection of access to the system as well as user information, the XP methodology is based on iterations that encompassed planning, design, testing, and coding, as a result of system tasks. In the development of the system, the view-controller model was used, using Bootstrap, JavaScript and PHP, with Apache servers.

Keywords: Gym Management, XP Methodology, Personalized Training Routines, Web System, Digital Tools.



1. Introducción

En el presente artículo se describe el desarrollo de un sistema web para el gimnasio Exergym, con el fin de optimizar la gestión y el control de la información de sus usuarios. El sistema se enfoca en registrar y utilizar datos relevantes de los clientes, considerando sus objetivos personales y condiciones de salud específicas. Esto permite prevenir posibles lesiones o accidentes, tanto personales como de terceros, y contribuye a mejorar la calidad del servicio ofrecido.

Dado que los gimnasios suelen presentar limitaciones en cuanto al manejo de información precisa sobre sus usuarios, se identificó la necesidad de una plataforma digital que permita recolectar, procesar y utilizar estos datos de manera efectiva. Para ello, se ha empleado la metodología ágil XP (eXtreme Programming), centrada en ciclos de desarrollo iterativos (sprints) basados en historias de usuario, permitiendo una planificación flexible y adaptativa. El sistema desarrollado permitirá al personal del gimnasio personalizar rutinas y recomendaciones de entrenamiento de acuerdo con los objetivos y condiciones de cada usuario, logrando así una atención más efectiva y segura.

Mediante el sistema determinará si el cliente es apto para realizar actividad física o seguir un plan nutricional adaptando mediante un cuestionario de ingreso clínico simplificando si presenta condiciones tales como: la diabetes, hipertensión, asma, obesidad, escoliosis, hernia discal o algún tipo de discapacidad específica considerando las lesiones reciente que pudiera tener el cliente clasificándolas por primer, segundo, tercer grado permitiendo determinar que tipos de ejercicios puede realizar incluso si requerirá recuperación haciendo que esta información pueda reforzar el historial médico igualmente reemplazarlos para su clasificación en funcionamiento del cliente.

El sistema busca implementar un algoritmo de redes bayesianas, el cual permite inferir el estado físico del usuario incluso con información completa como incierta dado que este modelo probabilístico analiza las repuestas calculando el nivel de riesgo asociado de la actividad física, clasificando al usuario como apto, con restricciones o no apto temporalmente de esta forma el sistema canalizara automáticamente al cliente a los planes deportivos adecuados para ellos como rutinas personalizadas, entrenamiento con supervisión o con recomendaciones, garantizando su seguridad de ellos como de terceros dando eficacia en la planificación del deporte.

1. Sustento Teórico

Este estudio aborda cómo las herramientas digitales contribuyen a la optimización y agilización de los servicios en centros deportivos, fortaleciendo su competitividad frente a empresas consolidadas como



100CIATEC

SmartFit, Sport City y Empire Fitness. A partir de este análisis comparativo, se identifican limitaciones en la capacidad de personalización y predicción de rutinas para usuarios con necesidades particulares o restricciones físicas, lo cual plantea la necesidad de adoptar un enfoque más inclusivo en los servicios ofrecidos.

En el marco referencial, se destacan las diferencias en los servicios prestados por centros deportivos, fundamentadas en datos empíricos. Los resultados evidencian la relevancia de la educación física no solo como formadora de ciudadanía, sino también como medio para la promoción de la salud. Sin embargo, también se reconoce el rezago histórico del sistema educativo mexicano en cuanto a la valoración del cuerpo y el ejercicio físico, como lo expone el libro *El fenómeno deportivo en México, 1875 a 1968*.

Con el avance de las tecnologías de la información, especialmente tras la pandemia, ha surgido un nuevo enfoque que vincula los entrenamientos presenciales con soluciones para el hogar, permitiendo modelos híbridos y flexibles. Este panorama plantea interrogantes sobre la evolución del entrenamiento físico en el futuro, por ejemplo: ¿cómo serán los entrenamientos en 2025?

Actualmente, las tecnologías digitales permiten la recolección, procesamiento e interpretación de datos en tiempo real, lo que facilita la personalización inmediata de rutinas de entrenamiento. Esta capacidad de ajuste dinámico representa un avance significativo en la calidad y eficiencia del servicio ofrecido (Sahelices, M., 2024; Garrido, M. J., & Hernández, R., 2021).

2. Metodología

La metodología empleada en el presente proyecto fue eXtreme Programming (XP), una metodología ágil que permite gestionar de manera eficiente el desarrollo de software a través de iteraciones cortas y continuas. Esta característica facilita la adaptación a los requerimientos del cliente, ya que posibilita la verificación y ajuste del producto tanto en etapas iniciales como finales del desarrollo. XP tiene como objetivo principal la entrega de software de alta calidad. Para ello, el proceso inicia con una planificación basada en historias de usuario, las cuales son priorizadas y descompuestas en versiones más pequeñas que permiten una implementación progresiva del sistema. La metodología abarca tanto el diseño del sistema como su codificación, integrando prácticas como pruebas unitarias automatizadas, que garantizan el correcto funcionamiento de cada componente individual del software.

Durante el ciclo de desarrollo, se realizan revisiones periódicas del software con el fin de compartir avances con el cliente y obtener retroalimentación continua. En caso de aprobación, se procede al despliegue de la versión correspondiente. Esta dinámica de comunicación constante con el cliente permite que el producto se mantenga alineado con sus expectativas las cuales buscando adaptarse a las características



del cliente como serian un rango de edad, peso, los objetivos personales incluyendo si anteriormente entreno un deporte o incluso si aún lo realiza. No obstante, una de las limitaciones de XP radica en su alta dependencia de la interacción frecuente con el cliente, lo que puede derivar en múltiples modificaciones durante el proceso (Raeburn, A., 2025).

3. Desarrollo

La matriz de trazabilidad detalla los requerimientos funcionales entre siglas (R,F) estableciendo la relación entre cada fase del desarrollo dado que cada etapa impulsa y depende anterior, los requisitos deben responder adecuadamente a lo planteado de sus requerimiento funcionales estos requerimientos se detallan en una tabla que refleja el orden del proceso, estableciendo lo que el software debe de cumplir esta herramienta visualiza el progreso detallando tareas no fueron consideradas o desglosadas para mejor funcionalidad del sistema (Camacho., R 2023).

Elementos como la pantalla de inicio (RF001) y un módulo de autenticación (RF002) para validación de usuarios ambos tuvieron un proceso estructurado con tareas claras y definidas por fechas estimadas, lo que permite un seguimiento efectivo para garantizar la viabilidad del proyecto como se muestra en la figura 1 siendo que cada componente fue establecido conforme a la planificación.

Matriz de trazabilidad										
Proyecto:	Sistema web de gestión de la información y personalización de rutinas del deportivo esergym									
Líder:	Victor Manuel Varela Hueilt									
Team:	Victor Manuel Varela Hueilt									
ID	Descripción del requerimiento	Prioridad	Módulo	Estado Actual	Ultima fecha de estado registrado	Criterios de aceptación	Nivel de complejidad	Entregables	Interesado (stakeholder)	Responsable
RF001	El sistema debe tener una pantalla de inicio para presentación del sistema, que debiera contener su misión, visión y valores, así como un menú para interfaz.	Alta	Pantalla de inicio	En proceso	10/09/2024	1. Diseño completo en el encabezado de la pagina y pie de pagina con su misión, visión y valores 2. Menú en el encabezado para cada interfaz y pie de pagina 3. Tres botones para las interfaces de clientes, administrador y usuarios	Bajo	Pantalla de Inicio de Sesión: - Campo con un menú para las interfaces del cliente, administrador y entrenador, - Campo de menú en el pie y en cabezado de la pagina	Administrador, Entrenador, Cliente	Victor Manuel Varela Hueilt
RF002	El sistema tendra una interfaz de validación para administrador, cliente y entrenador	Baja	Modulo de autenticación	En proceso	10/09/2024	1. Inserción de nombre 2. Inserción de matricula 3. Inserción de contraseña 4. Boton de validacion	Bajo	Validación con la base de datos, Inserción de datos y Validación con el boton	Administrador Entrenador Cliente	Victor Manuel Varela Hueilt

Figura 1. Matriz de trazabilidad

Fuente: Elaboración propia

La matriz de trazabilidad detalla que el RF003 que permite registrar y validar la información de los clientes para acceder a servicios, incluyendo datos personales, imágenes y un botón de registro que realizara del servicio ahora RF004 define un módulo de pagos que valida el pago regresando un correo al cliente como



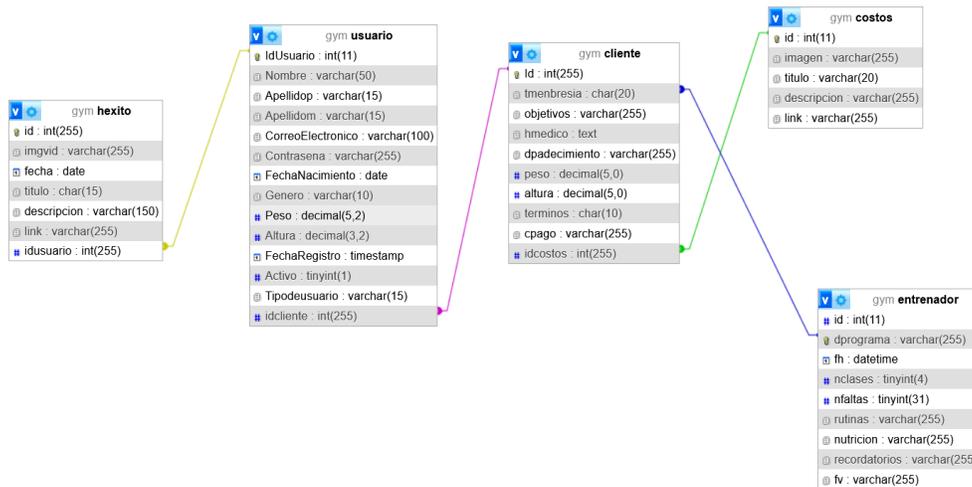


Figura 3. Diseño de la Base de Datos

Fuente: Autoría propia

Las historias de usuario son manejadas no solo por XP si no que por otras metodologías ágiles como sería la metodología Scrum esto con la finalidad de desarrollar funciones para confirmar que coincidan con el valor de las tareas o simplicidad, para que el cliente pueda participar en el proceso de esta manera se adecue al modelo XP respondiendo a los servicios del software teniendo reglas estrictas para la comunicación entre desarrolladores o clientes para la comunicación continua entre ellos.

Por esta razón y por manejo del plan de trabajo se escogió XP el cual se adecua a los criterios como necesidades en cada entregables o sud tareas como se muestra en las tablas 1 y 2 que son el proceso de cada sud tarea como también de los entregables principales para requerimientos del software cada historia se clasifica como h1 o también como t1 después del resultado de las historias de usuario el desarrollo de software busca alcanzar la estimación del alcance y complejidad del proyecto para abordar dicho tema se implementa Planning Poker una técnica ágil de las metodologías ágiles permitiendo hacer estimaciones en la participación de los miembros como distribución equitativa para planificación de las historias e tareas del sistema (Aguirre, M. F, & Gil, E .,2021 Raeburn., A 2025) como se muestra en la figura 4.

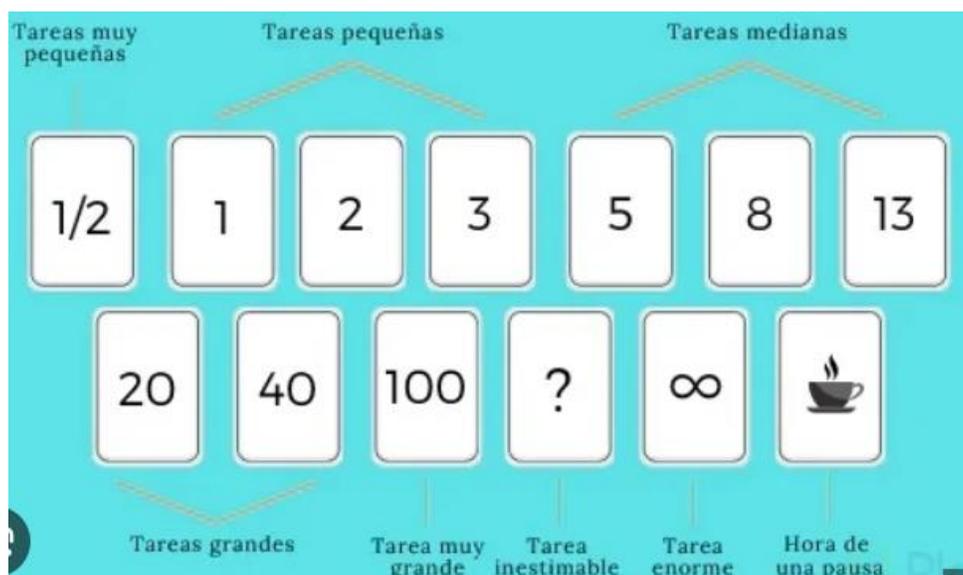


Figura 4. Las Planning Poker cards

Planning Poker: la técnica ágil para mejorar la estimación en Scrum

Fuente: Planning Poker: la técnica ágil para mejorar la estimación Scrum. Appvizer.

Para determinar el esfuerzo necesario para completar una historia de usuario se asigna una referencia asignada o puntos de historia esto generalmente se implementa antes de un sprint de trabajo de esta manera se determina cuanto trabajo se puede elaborar antes de otro sprint de trabajo teniendo en cuenta tres factores para la elaboración del alcance del proyecto o de sus esfuerzos tales son: el riesgo de la cantidad total o incertidumbre asociada a la tarea, la repetición del equipo con tareas similares y la complejidad es el nivel de la dificultad de la tarea teniendo en cuenta que tan claros son los objetivos de las tareas aclarando estos tres puntos se utiliza una herramienta de matriz la cual ayuda estimar el esfuerzo necesario para completar la historia de usuario de acuerdo a los criterios de esta manera se elaboraron las historias del sistema como se muestra en la figura 5.

La tabla 2 muestra la historia 1 con el nombre de como el administrador requiere gestionar la información de los clientes como de los trabajadores del centro deportivo, como descripción a detalle y sus respectivas observaciones. En la tabla 3 se muestra el manejo de la tarea que describe que se creará una base de datos para la información de los usuarios, para poder gestionar su información.

Tabla 1. Story Point Matrix

Punto de historia	Cantidad de esfuerzo requerido	Cantidad de tiempo requerido	Complejidad de la tarea	Riesgo o incertidumbre de la tarea
1	Esfuerzo mínimo	Unos minutos	Poca complejidad	Ninguno
2	Esfuerzo mínimo	Unas horas	Poca complejidad	Ninguno
3	Esfuerzo leve	Un día	Complejidad baja	Bajo
5	Esfuerzo moderado	Unos días	Complejidad media	Moderado
8	Esfuerzo severo	Una semana	Complejidad media	Moderado
13	Esfuerzo máximo	Un mes	Alta complejidad	Alto

Fuente: ¿Qué son los puntos de historia? Seis pasos sencillos para estimar el trabajo en Agile (Vige, W., 2024)

Tabla 2. Historia de usuario

Historia de usuario			
Numero:	H1	Usuario:	Administrador
Nombre de historia:	Como el administrador quiere gestionar la información de los cliente y trabajadores de su centro deportivo		
Prioridad del negocio:	Media	Riesgos en el desarrollo:	Media
Puntos estimados.	40	Referencia asignada:	5
Programador responsable:	Victor Manuel Varela Huelitl		
Descripción:	El administrador desea poder gestionar la información de sus clientes y tener el control de su información, para poder entender en que áreas su industria puede crecer.		
Observación:	Los registros se podrán realizar teniendo su validación en los pagos en la parte del cliente y en parte del personal podrán hacerlo con permiso del administrador		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 3. Tarea 1

Tarea	
Numero de tarea: 1	Numero de historia: 1
Nombre de la tarea: Crear un CRUD para gestión de los calientes como del personal que amostrara	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 20
Programador responsable: Victor Manuel Varela Huelitl	
Descripción: Se creará una base de datos para la información de los usuarios, para poder gestionar la información de ellos mediante una interfaz adaptativa como intuitiva para que se fácil de emplear para el administrador	

Fuente: Autoría propia

La figura 5, muestra una representación inicial de cómo se relacionan la interfaz de usuario y la base de datos en los elementos visuales de la pantalla como lo son botones, un buscador para cualquier elemento, como también inserción como se muestra en la pantalla de baja fidelidad también como modificación de la misma imagen a si se estima el primer modelo.

En la figura 6, se muestra cómo se ejecuta la interfaz del administrador se desarrolló para que esta sea responsiva con cualquier tipo de dispositivo en donde muestra la información de los usuarios como manejo de sus servicios con operaciones de un (CRUD) Eliminar, Modificar, Insertar y Buscar esto para poner a su disposición la información de sus clientes y personal.





Figura 5. Módulo del administrador

Fuente: Elaboración propia

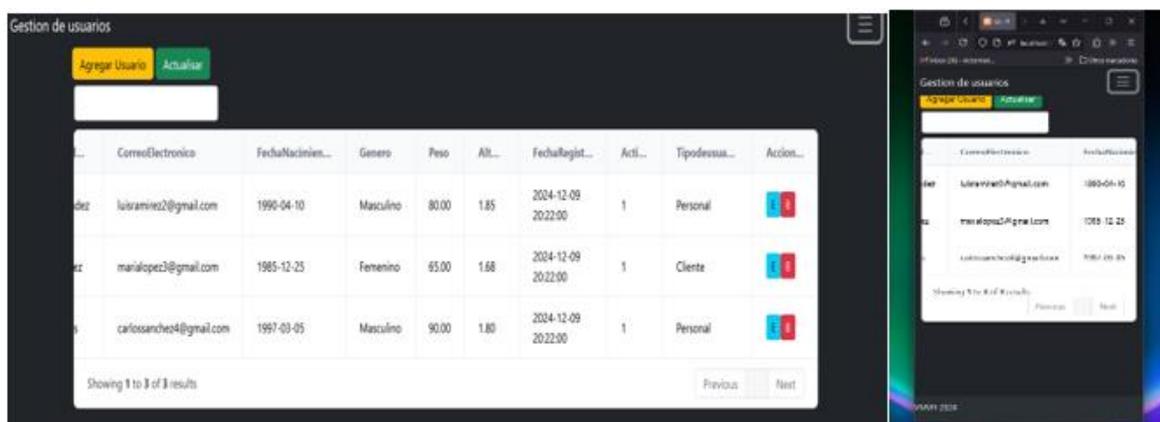


Figura 6. Módulo del administrador en el sistema

Fuente: Autoría propia

4. Resultados de discusión

El desarrollo del sistema web para el gimnasio Exergym se implementó en beneficio administrativo como atención a personas con padecimientos específicos siendo adaptativo e inclusivo, permitiendo gestionar de manera eficiente las funciones principales del centro deportivo dado que la interfaz desarrollada facilita

100CIATEC

el registro incluyendo administración de sus clientes, entrenadores, pagos, y la personalización de rutinas en función de las condiciones de salud de cada usuario. El proyecto ayuda en su evolución antropométrica incluso funcional, en los escenarios de los centros deportivos una de las relaciones encontradas que se refiere es la “Satisfacción Personal” y la salud de los usuarios haciendo el sistema Exergym una plataforma cómoda como ágil. El módulo de personalización de rutinas, basado en las condiciones de salud y objetivos específicos, muestra una secuencia lógica en la gestión de datos. Este proceso inicia con el ingreso de información según los parámetros de evaluación, como fuerza, resistencia, velocidad incluso flexibilidad proporcionado por los clientes para su valoración de acuerdo a estos datos el sistema permitirá al entrenador generar un plan deportivo como nutricional facilitando el análisis del perfil del cliente, prestando especial atención en sus especificaciones como sus limitaciones.

El módulo multimedia, diseñado para ofrecer asesoramiento visual e evitar lesiones, presenta contenido en videos como imágenes que guían a los usuarios en la ejecución correcta de las rutinas, contribuyendo así a la seguridad y eficiencia del entrenamiento incluyendo inclusión de a los usuarios responde a la necesidad de ofrecer soporte a un gran número de usuarios, incluso en situaciones donde la atención individual es limitada. (Solares M.,2023, Vivallo E, E., 2024).

4. Conclusiones

En conclusión, se demuestra que los sistemas deportivos digitales son herramientas fundamentales para optimizar los centros deportivos mejorando la experiencia de los usuarios como los encargados de estos centros que gestionan esta información integral de sus clientes, el sistema Exergym cumple con estos objetivos permitiendo a los entrenadores crear, personalizar y controlar rutinas según las condiciones particulares de cada cliente tales como discapacidades o algún tipo de enfermedad específica facilitando en la toma de decisiones tanto por parte del personal administrativo como de los usuarios, dando una atención precisa y segura. El módulo multimedia garantiza contenido visual que guía al usuario en la ejecución de sus rutinas, incluyendo asesoramiento de expertos, resultando útil siendo que si la demanda del entrenador es alta no siempre es posible brindar atención individual también prevé evitar lesiones o permitir un manejo de su plan deportivo como nutricional, siendo la programación extrema un metodología ágil para gestionar los proyectos nos brindó una iteración directa con el cliente para entender los requisitos funcionales que no se contemplaron para la integración del sistema dando tareas no sacadas de contexto facilitando su alcance.



5. Referencias

- Aguirre, M. F., & Gil, E. (2021, octubre 1). Planning Poker: la técnica ágil para mejorar la estimación Scrum. Appvizer. <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/planning-poker>
- Camacho, R. (2023, mayo 12). Gestión de requisitos y matriz de trazabilidad. Parasoft. <https://es.parasoft.com/blog/requirements-management-and-the-traceability-matrix/>
- De Arregui, M. (2024, marzo 28). Cómo ayuda el modelo entidad-relación a optimizar BBDD. OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/como-ayuda-un-modelo-entidad-relacion-optimizar-una-bbdd>
- Franco Jiménez, A. M. (2011, abril 11) Garrido, M. J., & Hernández, R. (2021). El fenómeno deportivo en México, 1875-1968: Ensayos sobre su historia social, cultural y política. Instituto Mora. https://www.google.com.mx/books/edition/EI_fen%C3%B3meno_deportivo_en_M%C3%A9xico_1875_1/IsPDEAAAQBAJ?hl=es419&gbpv=1&dq=importancia+de+los+sistemas+gimnasios&pg=PT100&printsec=frontcover
- Piñeiro Gómez, J. M. (2014). Definición y manipulación de datos. Ediciones Paraninfo, S.A. https://www.google.com.mx/books/edition/Definici%C3%B3n_y_manipulaci%C3%B3n_de_datos/7J1FBgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Qureshi, A. (2024, 17 de octubre) ¿Por qué tu gimnasio necesita un software de control de asistencia? <https://www.jibble.io/es/articulos/ventajas-software-asistencia-gimnasios>
- Raeburn, A. (2025, febrero 13). La programación extrema (XP) produce resultados, pero ¿es la metodología adecuada para ti? Asana. <https://asana.com/es/resources/extreme-programming-xp>
- Sahelices, M. (2024, noviembre 21). Con más tecnología y retroalimentación, así entrenaremos en 2025. GQ. <https://www.revistagq.com/articulo/tendencias-fitness-2025-tecnologia-innovacion-ia>
- Solares M (2023, abril 20) ¿Qué es la nutrición deportiva y por qué es fundamental para el deporte? INSUCE. <https://insuce.edu.mx/que-es-la-nutricion-deportiva-y-por-que-es-fundamental-para-el-deporte/>
- Vige, W. (2024, mayo 17). ¿Qué son los puntos de historia? Seis pasos sencillos para estimar el trabajo en Agile. Asana. <https://asana.com/es/resources/story-points>
- Vivallo E, E. (2024, agosto 24) Nutrición deportiva: un aspecto fundamental de la práctica deportiva tanto profesional como aficionada. Expertos VIU, <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/noticias/nutricion-deportiva-un-aspecto-fundamental-de-la-practica-deportiva-tanto-profesional-como-aficionada>



ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CARACTERIZACIÓN DE UN POSIBLE ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DEL FRUTO DEL ARÁNDANO (*Vaccinium Corybosum* L.) MEDIANTE TÉCNICAS COLORIMÉTRICAS Y ÓPTICAS

Gracia, Juárez-Arumi^{1,2}; Gómez, Montaña-Francisco Javier³; Orduña, Díaz- Abdú¹

1. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional, agraciaj2500@alumno.ipn.mx
2. Universidad Centroamericana-UNICA. San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla.
3. División de Ingeniería Ambiental, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, franciscogm@smartin.tecnm.mx

Resumen: La alimentación es considerada un pilar fundamental para la salud. Dentro de los diferentes tipos de alimentos se encuentran los alimentos funcionales. Por lo que, en el presente proyecto se elaboró una galleta tradicional a partir del arándano azul, considerado por su gran contenido en antioxidantes. El arándano y el producto obtenido se analizaron mediante los métodos ABTS Y DPPH, mientras que el fruto se analizó por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), además de una evaluación sensorial. Con la técnica de FTIR se identificaron enlaces característicos de moléculas con capacidad antioxidante como lo son C-O, C-H y C=C, mientras que con ABTS y DPPH se determinaron concentraciones entre 97.23 mg/mL y 253.37 mg/mL respectivamente. La posibilidad de innovar en la industria alimentaria con un alimento funcional capaz de cubrir las necesidades nutricionales primarias de una persona y dar beneficios extras a la misma está cada vez más cerca.

Palabras Clave: arándano, ABTS, DPPH, FTIR, antioxidantes.

Abstract: Nutrition is considered a fundamental pillar of health. Functional foods are among the different types of food. Therefore, in this project, a traditional cookie was made from blueberries, which are considered to be rich in antioxidants. Blueberries and the elaborated product were analyzed using ABTS and DPPH methods, while the fruit was analyzed by using Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), a sensory evaluation was made as well. Thanks to the FTIR technique, molecular bonds related to molecules with antioxidant capacity were identified, such as C-O, C-H, and C=C, while ABTS and DPPH techniques determined concentrations between 97.23 mg/mL and 253.37 mg/mL, respectively. Possibility of innovating in food industry with a functional food capable of meeting a person's primary nutritional needs and providing additional benefits is increasingly closer.



Keywords: blueberry, ABTS DPPH, FTIR, antioxidant.

1. Introducción

Durante los últimos años se ha buscado una mejora continua en la industria alimentaria para ofrecer a los consumidores alimentos con mejores características, para así lograr satisfacer exitosamente las necesidades nutricionales de cada persona. En la actualidad, alimentarse de manera correcta cubriendo las necesidades nutricionales de forma individualizada se ha vuelto una actividad complicada, debido al estilo de vida de las grandes ciudades, la desinformación sobre nutrición por las redes sociales, además de la preferencia de las personas por alimentos fast-food, precocinados o altos en azúcares y grasas.

Lo antes mencionado, ha derivado en enfermedades crónico-degenerativas las cuales, según el Instituto Nacional de Salud Pública en México, son responsables de 41 millones de muertes a nivel mundial, lo que las convierte en la causa inicial de muerte y discapacidad alrededor del mundo y un tema de amplia relevancia para los profesionales de la salud (OPS, 2023).

La dieta debe considerarse como un proceso complejo sometido a la elección individual de alimentos, si estos pudieran ser capaces de ejercer mayores efectos biológicos, además de la suma de sus componentes individuales, sería una importante estrategia para cubrir adecuadamente las propias funciones de los alimentos y además brindar protección ante el desarrollo de algún padecimiento degenerativo futuro (Yannakoulia & Scarmeas, 2024). Impulsados por la mejora en productos alimentarios de calidad surge la idea de trabajar con el arándano para la generación de un alimento funcional.

Los arándanos forman parte del género *Vaccinium L.* de la familia de las Ericáceas. El consumo del arándano azul (*Vaccinium Corymbosum*) o blueberry es normalmente fresco y se llega a utilizar como insumo en jugos, panqueques, vinos, cereales, ingrediente para el área pastelera y distintos tipos de bollería (García Rubio et al., 2018). México es productor de 36,700 toneladas de arándanos azules al año, principalmente en los estados de Jalisco, Michoacán y Sinaloa (SADER, 2018).

La importancia del contenido nutricional de este fruto radica en su capacidad antioxidante, la cual es capaz de prevenir o ralentizar procesos oxidativos participantes en diversas patologías, siendo los compuestos fenólicos los encargados de esta actividad, además de ser responsables de las características organolépticas del fruto (astringencia, amargor, color); también contienen otros compuestos bioactivos: ácidos fenólicos, flavonoles, antocianinas y taninos (Varo-Santos, 2018).

Además, los arándanos son ricos en fibra, la cual es esencial para adultos mayores, debido a los problemas de tránsito intestinal que desencadenan estreñimiento (Krishna et al., 2023).

Si bien, existen técnicas para el análisis de alimentos de uso común, en la actualidad técnicas analíticas como la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) están cobrando importancia en esta área, el objetivo de este análisis es determinar movimientos vibracionales de los grupos moleculares que puedan existir dentro de una muestra biológica y como resultado brindará un espectro de absorción de



100CIATEC

infrarrojo, el cual nos proporcionará información de la estructura y concentración molecular (Barraza-Garza et al., 2013).

Además, existen técnicas colorimétricas como el DPPH y ABTS, las cuales, se utilizan para determinar capacidad antioxidante en alimentos, mediante la captación de radicales libres y con apoyo de la espectroscopia UV-Visible nos proporcionará un resultado numérico sobre la concentración de compuestos con capacidad antioxidante presentes en la muestra analizada (Ruiz-Benitez, 2020).

Con base en lo antes mencionado, se considera que, el desarrollar un alimento a base del arándano azul proporcionaría una nueva opción nutritiva para su consumo por parte de la población mexicana, sobre todo por la presencia de compuestos con capacidad antioxidante en el alimento propuesto. Por lo que, el objetivo de la presente investigación fue elaborar un alimento tradicional (galleta de mantequilla) adicionado con arándano azul, para su posterior análisis mediante las técnicas de FTIR, DPPH y ABTS con la finalidad de establecer el contenido de compuestos con capacidad antioxidante y finalmente realizar una evaluación sensorial para determinar el nivel de agrado por parte de los consumidores al producto obtenido.

2. Sustento Teórico

2.1 Arándano

Los arándanos forman parte del género *Vaccinium* L. de la familia de las Ericáceas. Por elección constante de las personas, el arándano se ha destacado de entre todas las bayas por su sabor característico agridulce, su llamativo color, aroma y diversas variaciones de este fruto. En la figura 1 se aprecia cómo es la planta del arándano azul, con las bayas esféricas ya formadas, destacando la característica de que los frutos más próximos a la base de sus ramas son de mayor tamaño que los que se encuentran más alejados de estas (García-Rubio et al., 2018).



Figura 1. Racimos de frutos de la especie *V. corymbosum*

Fuente: García-Rubio et al., 2018.



100CIATEC

2.2 Alimento funcional

Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se ha añadido un componente, o un alimento al que se le ha quitado un componente mediante medios tecnológicos o biológicos. También puede tratarse de un alimento en el que se ha modificado la naturaleza o en el que se ha modificado la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes, o cualquier combinación de estas posibilidades (Luengo-Fernández, 2007).

2.3 Antioxidantes

Son moléculas que tienen como misión principal proteger a células y tejidos dentro del cuerpo humano. Un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos (Coronado et al., 2017).

Los efectos que los antioxidantes tienen por misión mitigar son los del llamado estrés oxidativo a causa de los radicales libres existentes, los cuales son compuestos químicos que tienen en su estructura uno o más electrones no apareados, estos radicales se forman en el organismo en condiciones normales. Dan por resultado daño de ácido nucleicos, proteínas y lípidos en membranas celulares y lipoproteínas plasmáticas (Murray et al., 2013).

2.4 Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)

Es una técnica rápida que no destruye la muestra, su objetivo es determinar movimientos vibracionales de los grupos moleculares que puedan existir dentro las muestras biológicas analizadas. El análisis de una muestra por FTIR provee como resultado un espectro de absorción de infrarrojo, el cual proporciona información de la estructura y concentración molecular mediante una serie de bandas de absorción, cada banda corresponde con un movimiento de vibración de un enlace específico dentro de la molécula, a este conjunto de señales se les conoce como “huella dactilar” (Barraza-Garza et al., 2013).

2.5 Métodos para la determinación de compuestos con capacidad antioxidante

La metodología DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) propuesta por Blois en 1958, consiste en un método de captación de radicales libres, la teoría explica que el radical que tiene un electrón desapareado y es de coloración azul-violeta se decolora hacia un tono amarillo pálido o claro, esto debido a una reacción de reducción por la presencia de una sustancia antioxidante (Ruiz-Benitez, 2020).

El ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etiltiazolina benceno sulfónico-6) es un método propuesto por Miller et al (1993), tiene como característica principal que presenta un intenso color verde-azul radical generado químicamente mediante la interacción con persulfato potásico antes de la reacción con los antioxidantes.



3. Metodología

3.1 Materiales, reactivos y equipos.

En el presente proyecto se utilizaron materiales de vidrio pyrex, arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) en buen estado, sin magulladuras o contaminación evidente, radical libre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH), 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico (Trolox), ácido gálico y ácido 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS), los reactivos utilizados son de la marca Sigma Aldrich; así como ingredientes como huevo, mantequilla, harina de trigo y sacarosa.

Dentro de los equipos utilizados, se tienen micropipetas de diferentes volúmenes de la marca Eppendorf, un espectrofotómetro UV-Vis light marca Thermo Scientific, espectrofotómetro de microplacas (EPPOCH) marca Agilent BioTek y un espectrofotómetro FTIR marca Bruker Vertex 70.

3.2 Metodología.

En la Tabla 1, se presenta un resumen de las diversas técnicas y metodologías a utilizar en el presente proyecto, posteriormente estas se explican de manera más detallada.

Tabla 1. Resumen de técnicas utilizadas en la metodología aplicada en el presente proyecto.

Técnica	Finalidad	Resultado a obtener	Unidades
Extracción mediante solventes	Extraer los compuestos con capacidad antioxidante de las muestras de interés.	Solvente con la presencia de compuestos con capacidad antioxidante.	mL
ABTS y DPPH	Determinar concentración de compuestos con capacidad antioxidante.	Concentración de compuestos con capacidad antioxidante.	mg/mL
FTIR	Determinar enlaces químicos presentes en la muestra.	Espectro FTIR	Número de onda (cm ⁻¹)
Evaluación sensorial	Determinar el nivel de agrado del producto elaborado hacia el público, a partir de una escala hedónica.	Valor cuantitativo del nivel de agrado del producto hacia el público.	Valor entre 1 y 9

Fuente: elaboración propia.

En cada uno de los apartados que se mencionan a continuación, se describen las etapas de la metodología realizadas en esta investigación.



100CIATEC

3.2.1 Elaboración del producto alimentario “Galleta de arándano”.

Para la elaboración del alimento, se trabajó con diversas formulaciones tradicionales y tomadas de recetarios, hasta obtener una preparación estándar. Los arándanos tuvieron un tratamiento previo ya que, posterior al lavado, se sometieron a un secado solar durante 7 días. Una vez realizada la mezcla de ingredientes, el amasado y el corte de las galletas; estas se colocaron en un horno durante 23 min a 180 °C.

3.2.2 Obtención de extractos.

Se preparó una solución a base de acetona y agua desionizada (H₂ODI) en una relación 1:1. Posteriormente, se pesaron 0.250 g de muestra de galleta de arándanos, así como de arándanos, se les agregaron 5 mL de la solución acetona:H₂ODI. Las muestras se dejaron reposar a temperatura ambiente (25 °C) durante 2 h; a continuación, las muestras se centrifugaron 20min/6500 rpm/25 °C, para finalmente recuperar el sobrenadante (sección líquida).

3.2.3 Determinación de capacidad antioxidante mediante la técnica de ABTS.

Para la obtención del radical, se diluyeron 0.180 g de ABTS en 50 mL de una mezcla acetona:H₂ODI (1:1). Se preparó una solución de persulfato de potasio (K₂S₂O₈), para lo cual se pesaron 0.378 g de K₂S₂O₈ y se diluyeron en 10 mL de solución acetona:H₂ODI. Posteriormente, se mezclaron 50 mL de la solución de ABTS con 0.88 mL de la solución de K₂S₂O₈. La mezcla se dejó reaccionar durante 16 h en completa oscuridad a 25 °C.

Transcurridas las 16 h, se ajustó la absorbancia de la solución obtenida entre 0.9-1.1, a una longitud de onda de 730 nm. Finalmente se elaboró una curva de calibración utilizando como estándar Trolox.

Para determinar la capacidad antioxidante de las muestras, se trabajó en una microplaca con un volumen de 280 mL del radical ABTS y 20 mL de los diferentes extractos, la microplaca se midió en un espectrofotómetro EPPOCH a 730 nm. El estudio se realizó por triplicado, además de un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias estadísticas significativas entre la concentración de compuestos de capacidad antioxidante del arándano y el producto desarrollado.

3.2.4 Determinación de capacidad antioxidante mediante la técnica de DPPH.

Se preparó una solución metanólica del reactivo de DPPH, para esto se mezclaron 0.00394 g del reactivo de interés con 25 mL de metanol. Para la solución estándar a utilizar en la elaboración de la curva de calibración, se usó ácido ascórbico con una concentración inicial de 250 mg/mL en metanol.

Para determinar la capacidad antioxidante de las muestras, se trabajó en una microplaca con un volumen de 200 mL de la solución metanólica de DPPH y 10 mL de los diferentes extractos, la microplaca se midió en un espectrofotómetro EPPOCH a 515 nm. Como en el caso de la técnica de ABTS, el estudio se realizó



100CIATEC

por triplicado, además de un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias estadísticas significativas entre la concentración de compuestos de capacidad antioxidante del arándano y el producto desarrollado.

3.2.5 Análisis de las muestras mediante FTIR.

Para realizar el análisis del fruto del arándano mediante la técnica de FTIR, se utilizó la zona del infrarrojo medio ($400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$) en el modo de reflectancia total atenuada (ATR) con una resolución de 4 cm^{-1} y 120 escaneos. Para el análisis de los espectros se trabajó con el software Origin 6.0.

3.2.6 Evaluación sensorial.

Para esta prueba se consideraron los siguientes aspectos sensoriales: textura, dulzor, color, sabor y aspecto general; los cuales se evaluaron mediante una escala hedónica de 9 puntos que iba desde “Me disgusta mucho” (1) hasta “Bastante agradable” (9). La evaluación se le realizó a un grupo de panelistas conformado por 30 personas ($n=30$), pertenecientes al Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional.

4. Resultados y discusión

4.1 Elaboración del producto alimentario “Galleta de arándano”.

Se obtuvo como producto final una galleta de arándano (Figura 2), cuyas características son las siguientes: peso promedio de $6.10\pm 0.05\text{ g}$, color acaramelado en la parte superior y beige en la parte inferior, olor dulce característico a mantequilla, prevalece el sabor a mantequilla y se logra percibir el sabor ácido característico del arándano.



Figura 2. Galletas de arándano elaboradas en el presente proyecto.

Fuente: propia.



4.2 Determinación de capacidad antioxidante mediante la técnica de ABTS y DPPH.

La concentración de compuestos con capacidad antioxidante obtenidos mediante la técnica de ABTS y DPPH se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Concentración de compuestos con capacidad antioxidante determinados en muestras de arándano y galleta de arándano mediante las técnicas colorimétricas de DPPH y ABTS.

Concentración de compuestos con capacidad antioxidante		
Muestra	DPPH	ABTS
Arándano	94.08±0.01 ^a mg/mL	200.74±0.05 ^a mg/mL
Galleta de Arándano	97.23±0.04 ^b mg/mL	253.37±0.03 ^b mg/mL

Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos, se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre la concentración de compuestos con capacidad antioxidante presentes en el arándano y el producto elaborado (galleta de arándano), ya que se obtuvo un incremento en la concentración de este tipo de moléculas en el producto, esto puede deberse a los componentes extras que se agregaron en la preparación del alimento, específicamente la yema de huevo, la cual ha sido estudiada ampliamente identificando numerosos compuestos con actividad antioxidante, específicamente los carotenoides (luteína y zeaxantina) los cuales, también son responsables del color característico de la yema (Aparicio et al., 2018). García-Romero (2017) analizó una muestra de xoconostle (*Opuntia joconostle* Weber) utilizando la técnica de DPPH, obteniendo resultados semejantes a los de la presente. De acuerdo con Rodrigues et al (2011), los compuestos con capacidad antioxidante a encontrar en el arándano azul, mediante las técnicas de DPPH y ABTS, pueden ser compuestos fenólicos con concentraciones de 274.48 a 694.60 mg/100 g; mientras que, para compuestos como las antocianinas, la concentración varías de 40.62 a 378.31 mg/100g. Huang et al (2015) determinaron mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) que muestras como: arándano, fresas y moras contenían una gama de ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido protocatecuico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido vainílico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, ácido elágico y ácido cinámico), así como varios tipos de flavonoides (luteolina, rutina, miricetina, quercetrina, quercetina, galocatequina, epigalocatequina, catequina y galato de catequina) si bien, en el presente proyecto no se realizó una determinación de los compuestos con capacidad antioxidante presentes en el arándano azul, el hecho de tener presencia de estos compuestos confirma su uso como ingrediente alimentario funcional y/o nutracéutico.



4.3 Análisis de las muestras mediante FTIR.

En el espectro FTIR (Figura 3) se identificaron bandas relacionadas al estiramiento y balanceo del enlace -OH en 1677 y 3359 cm^{-1} , así como bandas relacionadas a las vibraciones de estiramiento de los enlaces C-O y C-C entre 968 y 1220 cm^{-1} ; estas bandas se atribuyen a la presencia de fructosa, glucosa y sacarosa. Se localizó una banda a 1650 cm^{-1} , la cual corresponde a las vibraciones C=C aromático, enlace característico de los compuestos fenólicos, así como la banda a 2010 cm^{-1} , asignada al grupo -OH de carbohidratos, y la banda a 1080 cm^{-1} correspondiente a los enlaces C-H y C-OH aromáticos (Movasaghi et al., 2007).

Con base en los resultados observados en el FTIR, se confirma la presencia de antioxidantes como las antocianinas en el fruto del arándano azul (Da Silva et al., 2019); además, se pudieron determinar vibraciones de enlaces propios de compuestos fenólicos.

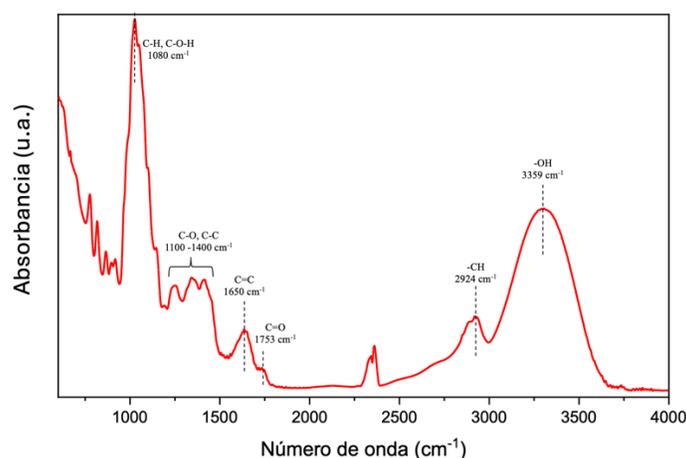


Figura 3. Espectro FTIR del arándano, obtenido en modo ATR.

Fuente: elaboración propia.

4.4 Evaluación sensorial.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial fueron gracias a un panel no entrenado con edades entre 22 y 53 años, los resultados se muestran en la figura 4, en donde se puede observar que el rubro con mayor rango de aceptación fue el dulzor (8.5) mientras que el rubro que obtuvo menor calificación fue el color (7.5). Si bien, se obtuvieron resultados positivos para el sabor, es necesario trabajar en las demás características del producto para obtener valores más satisfactorios.

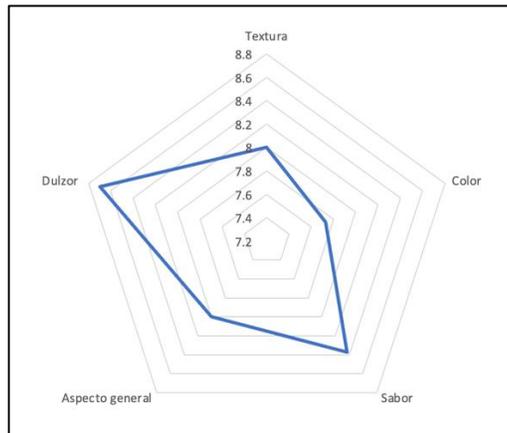


Figura 4. Gráfico de araña que representa los resultados obtenidos en la evaluación sensorial del producto alimenticio “galleta de arándano”.

Fuente: elaboración propia.

5. Conclusiones

En el presente proyecto se llevó a cabo la determinación de compuestos con capacidad antioxidante en muestras de arándano, así como en un producto obtenido a partir de este, el cual, mostró características de ser un alimento funcional por medio de métodos colorimétricos (ABTS y DPPH) y espectroscópicos (FTIR).

El arándano es una buena opción para generar alternativas en materia de alimentación gracias a la presencia de antioxidantes. En el caso del alimento desarrollado, la concentración de compuestos con capacidad antioxidante aumentó por la presencia del arándano como por otros ingredientes como la yema de huevo; además, se determinó el nivel de agrado al producto con apoyo de la evaluación sensorial. Se recomienda realizar análisis que permitan conocer los diferentes antioxidantes presentes en las muestras, como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), para el posterior aislamiento de estos y su análisis de forma más específica y detallada.

6. Referencias

- Aparicio, A., Salas-González, M.D., Cuadrado-Soto, E., Ortega, R.M. & López-Sobaler, A.M. (2018). El huevo como fuente de antioxidantes y componentes protectores frente a procesos crónicos. *Nutrición Hospitalaria*. 35(6):36-40. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.2285>
- Barraza-Garza, G., de la Rosa, L.A., Martínez-Martínez, A., Castillo-Michel, H., Cotte, M. & Álvarez-Parrilla, E. (2013). La microespectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIRM) en el estudio de sistemas biológicos. *Revista Latinoamericana de Química*. 41(3):125-148.

- Blois, M. (1958). Determinaciones de antioxidantes mediante el uso de un radical estable. *Nature* (181):1199-1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Coronado, H.M., Vega y León, S., Gutiérrez, T.R., Vázquez, F.M. & Radilla, V.C. (2017). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*. 42(2):206-212. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- García-Romero, A.L. (2017). *Fisicoquímica y propiedades antioxidantes de xoconostle burro (Opuntia joconostle Weber)*. Colegio de Postgraduados-Campus Córdoba.
- García-Rubio, J.C., García-González de Lena, G. & Ciordia-Ara, M. (2018). *El cultivo del arándano en el norte de España*. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo agroalimentarios. SERIDA. Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales del Principado de Asturias.
- Huang, W.Y., Zhang, H.C., Liu, W.X. & Li, C.Y. (2015). Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*. 13(2):94-102. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1100137>
- Krishna, P., Pandey, G., Thomas, R. & Parks, S. (2023). Improving blueberry fruit nutritional quality through physiological and genetic interventions: a review of current research and future directions. *MDPI:antioxidants*. 12(4):810. <https://doi.org/10.3390/antiox1204810>
- Luengo-Fernández, E. (2007). *Alimentos funcionales y nutraceuticos*. Acción Médica. <https://secardiologia.es/images/publicaciones/libros/2007-sec-monografia-nutraceuticos.pdf>
- Miller, N.J., Rice-Evans, C., Davies, M.J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*. 84(4):407-412. <https://doi.org/10.1042/cs0840407>
- Movasaghi, Z., Rehman, S. & Rehman, I.U. (2007). Raman spectroscopy of biological tissues. *Applied Spectroscopy Reviews*. 42:493-541. <https://doi.org/10.1080/05704920701551530>
- Murray, R.K., Kennelly, P.J., Bender, D.A., Rodwell, V.W., Botham, K.M. & Weil, P.A. (2013). *Bioquímica ilustrada*. México: McGraw-Hill.
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). Enfermedades no transmisibles. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles#:~:text=Las%20enfermed>
- Rodrigues, E., Poerner, N., Rockenbach, I., Gonzaga, L., Ribas, C. & Fett, R. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil. *Ciencia e tecnología de Alimentos*. 31(4):911-917. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000400013>
- Ruíz-Benitez, M.L. (2020). Determinación de la actividad antioxidante. Universidad Simón Bolívar. <https://bonga.unisimon.edu.co/items/d151f3b1-c2fd-4b0a-867f-27e88f5dbafa>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *Cultivo del arándano en México, reto superado*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cultivo-del-arandano-en-mexico-reto-superado>



100CIATEC

- Varo-Santos, M. (2018). *Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de frutos rojos y bebidas elaboradas a partir de ellos*. Universidad de Córdoba, UCOPress. <http://hdl.handle.net/10396/17657>
- Yannakoulia, M. & Scarmeas, N. (2024). Diets. *The New England Journal of Medicine*. 390(22). <https://doi.org/10.1056/NEJMra2211889>



APLICACIÓN MÓVIL Y SISTEMA WEB PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE ESTUDIANTES MEDIANTE RA (REALIDAD AUMENTADA)

Palillero, Salazar-Miriam¹, Jiménez, Bañuelos-Oscar², y Pérez, Vázquez-Luis Alberto³

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240013@smartin.tecnm.mx

2. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240031@smartin.tecnm.mx

3. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240059@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se presenta el resultado del desarrollo de una aplicación móvil y un sistema web que buscan promover el desarrollo integral en estudiantes de primaria como parte de su educación inicial a través del uso de Realidad Aumentada (RA). La implementación del proyecto tiene como objetivo el poder fomentar las distintas áreas del desarrollo integral como lo es la cognitiva, social y emocional del aprendizaje a través de entornos digitales interactivos. La metodología empleada fue el modelo de desarrollo en cascada, permitiendo una planificación estructurada desde la especificación de requisitos hasta la implementación y validación del sistema. La investigación demuestra el potencial de la RA como herramienta pedagógica para enriquecer la experiencia educativa y promover un aprendizaje significativo y personalizado.

Palabras clave: Desarrollo, integral, sistema, aplicación, móvil.

Abstract: The results of the development of a mobile application and a web system are presented. These systems seek to promote the holistic development of primary school students as part of their early childhood education through the use of Augmented Reality (AR). The project's implementation aims to foster the different areas of holistic development, such as cognitive, social, and emotional learning, through interactive digital environments. The methodology employed was the waterfall development model, allowing for structured planning from requirements specification to system implementation and validation. The research demonstrates the potential of AR as a pedagogical tool to enrich the educational experience and promote meaningful and personalized learning.

Keywords: Development, integral, system, web, application.

1. Introducción

El surgimiento de nuevas tecnologías ha transformado la manera de aprendizaje en diversas áreas, sin embargo, una que destaca es el área de educación básica al ofrecer nuevas formas



100CIATEC

de enseñanza que complementan el desarrollo integral de los estudiantes. Entre estas tecnologías destaca la Realidad Aumentada (RA), una herramienta que permite superponer elementos virtuales al entorno real, fomentando la interacción, el interés y el aprendizaje significativo desde edades tempranas (Cabero & Barroso, 2016). Las herramientas didácticas tradicionales, aunque aún vigentes, pueden resultar poco atractivas para las nuevas generaciones, lo que afecta la motivación y el rendimiento académico (Aznar-Díaz et al., 2019). En cambio, la RA ofrece experiencias inmersivas que estimulan la curiosidad, fortalecen habilidades cognitivas y socioemocionales, y permiten una comprensión más profunda de los contenidos (García-Valcárcel & Basilotta, 2020). El desarrollo de una aplicación móvil con Realidad Aumentada busca integrar estas ventajas para mejorar el proceso de aprendizaje en estudiantes de primaria, promoviendo el trabajo colaborativo, la exploración y la motivación a través de elementos visuales dinámicos. A través de un sistema de puntuación y análisis estadístico, se podrá evaluar el impacto educativo de la herramienta, así como su contribución al desarrollo integral.

2. Delimitación contextual

Este estudio se enfoca en el ámbito de la educación básica, específicamente en nivel primaria, y se desarrolla en un entorno escolar con acceso a tecnologías móviles. El estudio se llevó a cabo en una institución educativa ubicada en la comunidad de San Martín Texmelucan. La población objetivo está conformada por estudiantes de entre 6 y 8 años, así como docentes responsables de los procesos de enseñanza y aprendizaje. El proyecto se centra en el uso de Realidad Aumentada como recurso innovador para el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, dentro del contexto de una estrategia pedagógica digital. La aplicación y el sistema web fueron desarrollados considerando las condiciones tecnológicas disponibles en la institución, y su implementación se limitó a un grupo de estudiantes y docentes seleccionados para evaluar su funcionalidad e impacto preliminar.



3. Metodología

En el desarrollo del proyecto se emplea la metodología cascada para garantizar que se cumplan todos los objetivos esperados del proyecto, de manera que se lleve un proceso estructurado siguiendo paso a paso cada una de las fases de la metodología cascada, dichas fases constan de:

1. Requisitos. En donde se recopilan y documentan los requerimientos del sistema mediante entrevistas con docentes, definiendo las funcionalidades principales de la aplicación.
2. Diseño. Es aquí donde se crean los diagramas de arquitectura, diagramas de datos y diseño de pantallas de baja fidelidad para identificar los cambios en el sistema antes de implementarlo.
3. Implementación. Se desarrolla el código siguiendo las especificaciones definidas, asegurando la correcta integración de la RA con los contenidos educativos.
4. Pruebas. Se realizan pruebas unitarias, de integración y de aceptación para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación.
5. Mantenimiento. Una vez completadas las pruebas, la aplicación será distribuida y se proporcionará soporte técnico continuo.

4. Desarrollo

Para determinar la factibilidad del desarrollo de la aplicación móvil y el sistema web se llevó un análisis que permitiera determinar si era conveniente la implementación del proyecto, por lo que mediante encuestas se obtuvieron resultados que revelan una aceptación mayormente positiva. El objetivo fue conocer su nivel de aceptación, percepción pedagógica y experiencia general con el uso de nuevas herramientas educativas. El formulario fue distribuido de manera digital, lo que permitió a los docentes participantes responder de forma anónima y cómoda desde sus dispositivos. Este formato favoreció una mayor accesibilidad y libertad en las respuestas.

Los datos fueron obtenidos mediante un instrumento compuesto por preguntas diseñadas para recopilar información específica sobre el nivel de aceptación, la percepción de utilidad



pedagógica, la facilidad de uso y la experiencia general con el uso de nuevas herramientas tecnológicas. La estructura del formulario permitió obtener resultados cuantificables que reflejan el impacto de la herramienta en el entorno educativo y la disposición del personal docente para integrarla en sus prácticas de enseñanza. En la tabla 1 se presentan las preguntas que más destacan del formulario realizado.

Tabla 1. Preguntas destacadas del formulario aplicado a docentes.

¿Considera que la aplicación móvil y el sistema web apoyan de forma significativa el logro de los aprendizajes esperados?
¿La Realidad Aumentada podría facilitar la comprensión de los contenidos que enseña?
¿Cómo calificaría la facilidad de uso del sistema web y la aplicación móvil en su práctica docente?
¿Considera que sus alumnos tendrán mayor interés en temas de Desarrollo integral con el uso de esta herramienta tecnológica?
En general, ¿cuál es su nivel de aceptación hacia el uso de esta herramienta como parte del entorno educativo?
¿Recomendaría el uso de esta plataforma a otros docentes o instituciones educativas?

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos de la población encuestada, conformada por 45 estudiantes y 10 docentes de nivel primaria, se elaboró un gráfico que muestra de manera específica el grado de aceptación del proyecto. Para el análisis de los datos se aplicaron técnicas de estadística descriptiva, como el cálculo de frecuencias absolutas y relativas (porcentajes), lo que permitió identificar la tendencia general de las respuestas.

El análisis fue plasmado en un gráfico circular (figura 1) que ilustra visualmente los niveles de aceptación. Los resultados muestran una respuesta mayormente positiva, destacando que el 45 % de los encuestados consideró la aceptación "Muy alta", seguido de un 35 % que la calificó como "Alta". Un 15 % opinó que fue "Media", mientras que solo un 1 % manifestó una aceptación "Muy baja", lo cual refleja una valoración ampliamente favorable hacia la implementación de la aplicación con Realidad Aumentada en el entorno educativo.



GRADO DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO

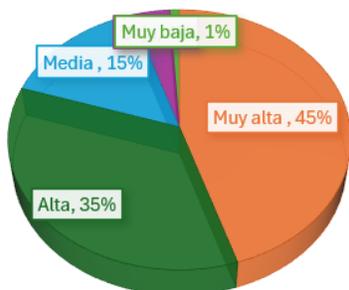


Figura 1. Grado de aceptación del uso de la aplicación móvil como parte complementaria para promover el desarrollo integral.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se desarrollaron diagramas UML en base a la obtención de requerimientos como se muestra en la figura 2.

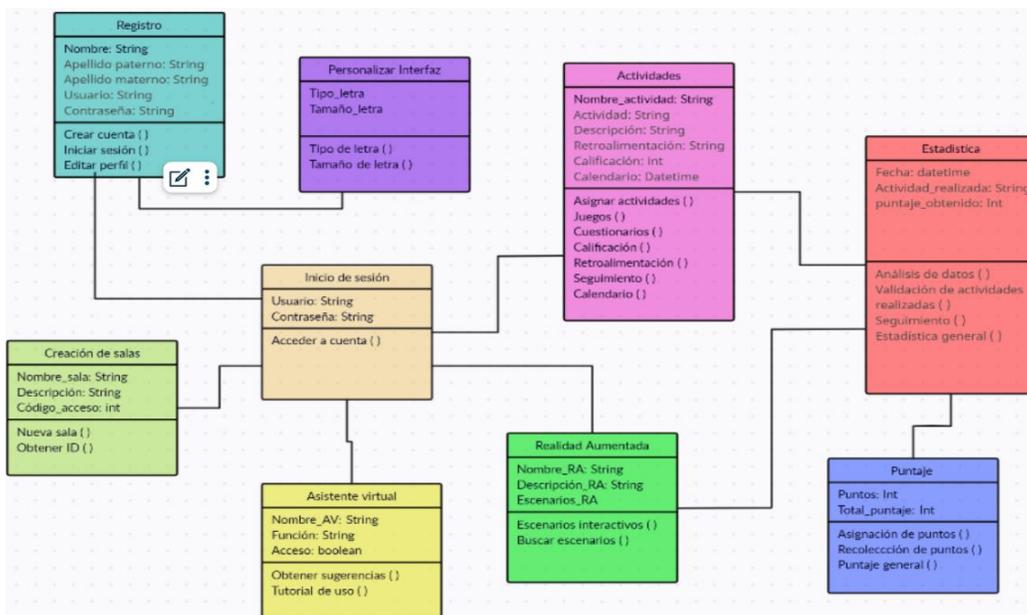


Figura 2. Diagrama de clases de los requerimientos funcionales.

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

El diseño del diagrama relacional de la base de datos fue una etapa fundamental en la estructuración del sistema web y la aplicación móvil orientados al desarrollo integral de estudiantes mediante Realidad Aumentada. Por lo que se diseñó un diagrama para permitir representar de manera lógica y estructurada la relación entre las distintas entidades que conforman el sistema, tales como usuarios, actividades, módulos de realidad aumentada, registros de progreso y configuraciones personalizadas.

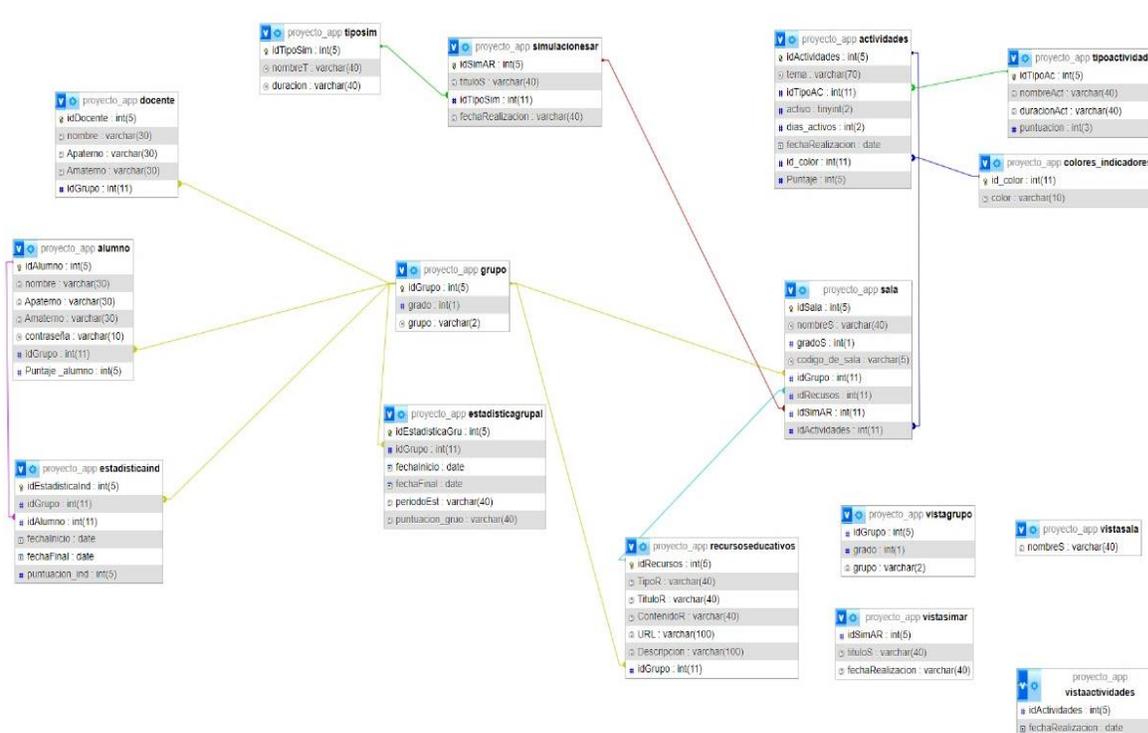


Figura 3. Diagrama relacional para la identificación de tablas y campos con llaves primarias y foráneas.

Fuente: Elaboración propia

Como parte del desarrollo de la aplicación móvil y del sistema web se consideraron los requerimientos funcionales y no funcionales, por lo que a continuación se presentan algunas de

las pantallas finales diseñadas para la aplicación móvil desarrollada con el objetivo de fomentar el desarrollo integral de estudiantes a través de actividades interactivas y el uso de realidad aumentada.

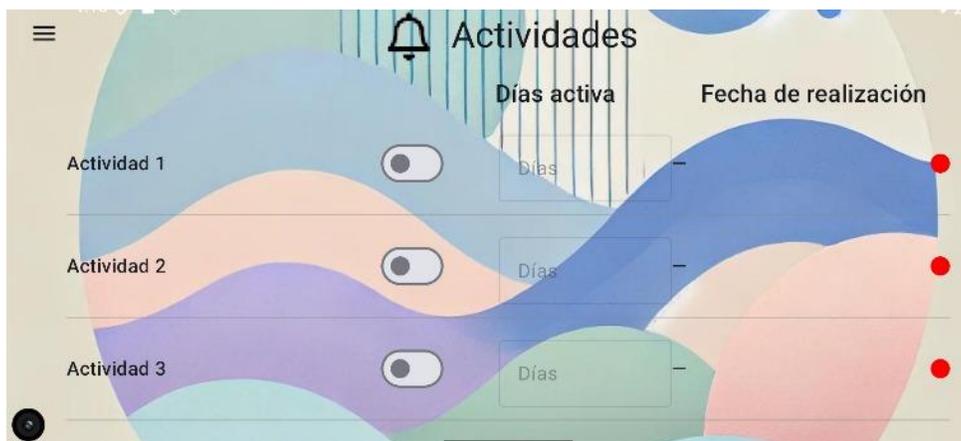


Figura 4. Pantalla de sección de actividades.

Fuente: Elaboración propia

Esta pantalla corresponde a la sección de actividades generales disponibles dentro de la aplicación. Aquí se permite al usuario (docente) activar o desactivar las actividades, asignar días de actividad y consultar la fecha de realización.



Figura 6. Pantalla de sección de realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

100CIATEC

Esta vista muestra la interfaz correspondiente a las actividades diseñadas con Realidad Aumentada. De manera similar a la sección de actividades, el usuario puede gestionar la activación, periodicidad y control de las fechas de realización de las actividades RA. Para el desarrollo del sistema se consideraron los requerimientos funcionales y no funcionales obtenidos durante la entrevista al cliente de la aplicación móvil y del sistema web, por lo que a continuación se presentan las pantallas principales del sistema web que permita administrar los recursos de realidad aumentada para promover el desarrollo integral de estudiantes de primaria. La primera imagen presenta la bienvenida con una explicación clara sobre la educación integral y sus dimensiones (física, intelectual, social, emocional y artística). La segunda muestra un formulario de inicio de sesión sencillo y accesible. La tercera captura corresponde a la sección del blog, donde se publican contenidos educativos como el artículo sobre la inteligencia emocional en la infancia, orientado a padres y docentes.

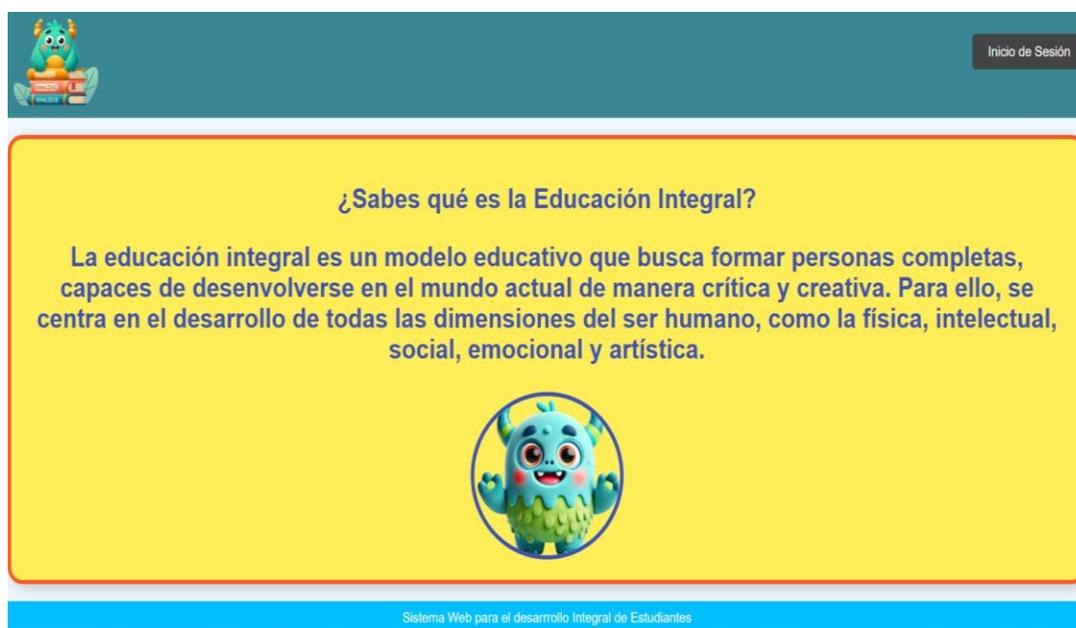


Figura 7. Pantalla de inicio del sistema web para el desarrollo integral de estudiantes.

Fuente: Elaboración propia

La pantalla principal introduce a los usuarios en el concepto de educación integral, utilizando colores vivos y personajes amigables para captar la atención de los niños.





Figura 8. Pantalla de inicio de sesión en el sistema web

Fuente: Elaboración propia

Cuenta con un sistema de inicio de sesión sencillo e intuitivo, permitiendo el acceso personalizado tanto a estudiantes como a padres o educadores.

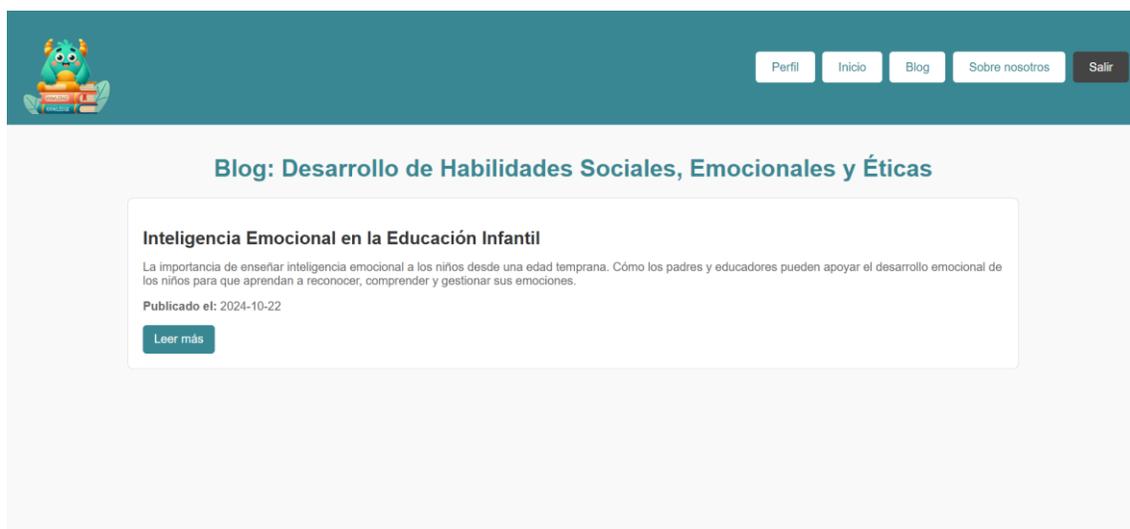


Figura 9. Pantalla de sección de blog educativo.

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

Sección en donde se publican artículos enfocados en el desarrollo de habilidades sociales, emocionales y éticas.

5. Conclusiones

El objetivo central de este proyecto fue la creación de una aplicación móvil y un sistema web basados en Realidad Aumentada (RA), con la finalidad de promover el desarrollo integral de estudiantes de nivel primaria. La iniciativa se enfocó en fortalecer las áreas cognitiva, social, emocional y física de los alumnos a través de experiencias de aprendizaje interactivas e inmersivas. Su implementación permitió alcanzar esta meta al mostrar un incremento en la motivación, la participación y el interés por aprender, así como avances en habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la autorregulación emocional.

Los datos obtenidos mediante análisis estadísticos descriptivos indicaron una elevada aceptación del proyecto por parte de estudiantes y docentes, con un 80 % de respuestas que lo valoraron como “alta” o “muy alta”, lo cual respalda la pertinencia de la propuesta. Asimismo, se confirmó que la RA facilitó la representación visual de conceptos abstractos, mejorando la comprensión de los contenidos abordados en clase.

Sin embargo, durante el desarrollo se presentaron algunas limitaciones, entre ellas la disponibilidad desigual de dispositivos móviles, la necesidad de formación especializada para los docentes y los problemas de conectividad en ciertas instituciones educativas, factores que podrían afectar la continuidad del proyecto a largo plazo.

Entre las proyecciones a futuro, se contempla la expansión del contenido disponible en la aplicación, incorporando actividades adaptadas a distintos estilos de aprendizaje. También se sugiere realizar investigaciones longitudinales para evaluar en mayor profundidad el impacto de la RA en el desempeño académico y el desarrollo socioemocional de los estudiantes. De igual manera, será importante establecer programas de capacitación para docentes y garantizar el acceso equitativo a la tecnología para una implementación efectiva.



1. Referencias

- Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., Marín-Marín, J. A., & Trujillo-Torres, J. M. (2019). Ventajas e inconvenientes del uso de la realidad aumentada en la educación: una revisión sistemática. *Educación XX1*, 22(3), 213-236. <https://doi.org/10.5944/educXX1.22955>
- Cabero, J., & Barroso, J. (2016). La realidad aumentada y su integración en el ámbito educativo. *Revista de Tecnología, Ciencia y Educación*, (5), 25–33.
- García-Valcárcel, A., & Basilotta Gómez-Pablos, B. (2020). Uso de Realidad Aumentada para el desarrollo de competencias en educación básica. *Educación y Tecnología*, (14), 43–56.
- Ponce, J. (2016). *Desarrollo Infantil: situación actual y recomendaciones de política*. Quito, Ecuador. BID.
- Santi-León, F. (2019). Educación: La importancia del desarrollo infantil y la educación inicial en un país en el cual no son obligatorios. *Revista ciencia UNEMI*, 12(30), 143-159.



IMPACTO DEL TREN MAYA EN INGRESOS DEL HOSPEDAJE EN FELIPE CARRILLO PUERTO

Ek, Chulim-Laura Lucely¹, Puc, León-Manuel Gilberto², Hoil, Moreno-Karla Guadalupe³, Chable, Baas-Griselda⁴

1. Profesora Investigadora. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior Felipe Carrillo Puerto, l.ekchulim@itscarrillopuerto.edu.mx
2. Profesor Investigador. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior Felipe Carrillo Puerto, m.puc.@itscarrillopuerto.edu.mx
3. Estudiante. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior Felipe Carrillo Puerto, 221k0254@itscarrillopuerto.edu.mx
4. Estudiante. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior Felipe Carrillo Puerto, 221k0234@itscarrillopuerto.edu.mx

Resumen: La presente investigación se abordará mediante el paradigma analítico, el título “Estudio sobre el impacto en los ingresos de empresas de hospedaje debido a la reducción de la fuerza laboral en la construcción del Tren Maya en Felipe Carrillo Puerto”. La llegada de trabajadores generó un incremento en la demanda de hospedaje, pero tras la finalización de la obra, los ingresos disminuyeron significativamente. La pregunta central es: ¿La disminución de ingresos de las empresas de servicios de hospedaje en Felipe Carrillo Puerto se debe principalmente a la reducción de la fuerza laboral en la construcción del Tren Maya? Fundamentada por la teoría del Modelo de Adaptación Empresarial ante Crisis (Smallbone et al., 2012) establece estrategias de reorientación y fortalecimiento interno para gestionar cambios económicos, mientras que la Teoría del Desarrollo Turístico Sostenible (Butler, 1980) destaca la importancia de diversificar actividades económicas según la capacidad del destino. El objetivo del tema de investigación es analizar y evaluar el efecto de la reducción de la fuerza laboral en la construcción del Tren Maya sobre los ingresos de las empresas de hospedaje en Felipe Carrillo Puerto, a fin de identificar cambios en la demanda y posibles estrategias de adaptación para el sector. Se emplea un enfoque combinando, análisis cuantitativo y cualitativo para examinar los efectos económicos y sociales. Los resultados esperados incluyen la identificación de sectores afectados, el análisis de estrategias empresariales, la evaluación de la resiliencia y la propuesta de políticas para la sostenibilidad. Se concluye que la disminución de ingresos está vinculada a la reducción de la fuerza laboral, afectando la demanda. Sin embargo, el turismo representa una oportunidad de recuperación mediante diversificación, infraestructura turística y políticas sostenibles. Se resalta la importancia de fortalecer la resiliencia empresarial y capacitar a la mano de obra local para aprovechar el potencial turístico.



Palabras clave: Desarrollo Turístico Sostenible, Economía, Empresas de Hospedaje, Fuerza Laboral, Modelo de Adaptación Empresarial, Tren Maya.

Abstract: This research will be approached through the analytical paradigm, under the title "Study on the Impact on the Income of Lodging Businesses Due to the Reduction of the Workforce in the Construction of the Tren Maya in Felipe Carrillo Puerto." The arrival of workers led to an increase in lodging demand, but after the completion of the project, revenues significantly declined. The central question is: Is the decrease in income of lodging service businesses in Felipe Carrillo Puerto primarily due to the reduction of the workforce in the construction of the Tren Maya? The study is based on the Business Adaptation Model in Times of Crisis (Smallbone et al., 2012), which outlines strategies for internal strengthening and reorientation to manage economic changes, and the Theory of Sustainable Tourism Development (Butler, 1980), which emphasizes the importance of diversifying economic activities according to the destination's capacity. The objective of this research is to analyze and assess the effect of the workforce reduction in the Tren Maya construction on the revenues of lodging businesses in Felipe Carrillo Puerto, in order to identify changes in demand and potential adaptation strategies for the sector. A mixed-method approach, combining quantitative and qualitative analysis, is used to examine both economic and social effects. The expected results include the identification of affected sectors, analysis of business strategies, evaluation of resilience, and the proposal of policies for sustainability. The conclusion is that the decrease in income is linked to the reduction in the workforce, affecting demand. However, tourism represents an opportunity for recovery through diversification, tourism infrastructure, and sustainable policies. The importance of strengthening business resilience and training the local workforce to leverage tourism potential is highlighted.

Keywords: Economic Development, Hospitality Businesses, Labor Force, Sustainable Tourism Development, Tren Maya, Business Adaptation Model.

1. Introducción

En los últimos años, la construcción del Tren Maya ha representado uno de los proyectos de infraestructura más ambiciosos en el sureste mexicano. Con un recorrido de más de 1,500 km que atraviesa cinco estados (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Chiapas), esta obra ha buscado impulsar el desarrollo regional, generar empleo y detonar flujos turísticos hacia zonas de alto valor cultural y natural. La construcción del Tren Maya en Felipe Carrillo Puerto generó un aumento temporal en la demanda de hospedaje, seguido por una baja en ingresos hoteleros debido a la salida de trabajadores. Este estudio analiza el impacto económico y propone



estrategias de adaptación y recuperación usando el Modelo de Adaptación Empresarial ante Crisis y la Teoría del Desarrollo Turístico Sostenible.

2. Desarrollo

La construcción del Tren Maya ha marcado un antes y un después en la dinámica económica y social de Felipe Carrillo Puerto. Durante la fase de obra, la llegada masiva de trabajadores generó un auge en la demanda de servicios de hospedaje que permitió a hoteles, hostales y alojamientos informales que se registraron incrementos notables en sus ingresos y tasas de ocupación. Sin embargo, una vez que aquella etapa de mayor movilización de mano de obra llegó a su fin, muchos prestadores de servicios observaron una caída significativa en sus ventas.

Surgiendo entonces la pregunta central de esta investigación: ¿La disminución de ingresos de las empresas de hospedaje en Felipe Carrillo Puerto se debe principalmente a la reducción de la fuerza laboral en la construcción del Tren Maya?

Con el objetivo de evaluar el impacto de la reducción laboral del Tren Maya en los ingresos hoteleros de esta ciudad y dar a conocer diferentes estrategias para su adaptación y sostenibilidad. Considerando el plano económico, resulta imprescindible cuantificar con precisión el comportamiento de los ingresos y la rentabilidad de los alojamientos en los momentos previos al proyecto, durante el pico de actividad constructora y tras su culminación, contemplando que esta investigación está en la primera etapa. Desde la perspectiva social, conviene explorar cómo ha cambiado la composición del cliente tipo: durante la obra predominaban trabajadores, proveedores y técnicos, mientras que una vez terminada, los flujos de turismo doméstico e internacional pueden no llegar a compensar aquella demanda "industrial". Finalmente, en el ámbito empresarial, es clave conocer las estrategias que los empresarios de hospedaje han puesto en marcha para mitigar la caída.

Llevando a cabo una investigación donde se destaca la variable uno, Empresas de Hospedaje; Según Organización Mundial del Turismo (OMT, 1995) "Las empresas de alojamiento turístico incluyen cualquier establecimiento que proporcione a los viajeros servicios de hospedaje temporal, ya sea con o sin provisión de alimentos y bebidas." Variable dos, Fuerza Laboral; Martínez Peinado, J. (1985) "La economía de la fuerza del trabajo y el proceso de reproducción de la población: un enfoque estructural", Martínez Peinado analiza la fuerza de trabajo desde una perspectiva estructural, relacionándola con la reproducción de la población y las condiciones económicas que influyen en su dinámica.



100CIATEC

Para abordar este reto analítico se utilizará la investigación de dos modelos; por un lado, el Modelo de Adaptación Empresarial ante Crisis (Smallbone et al., 2012) propone que, frente a perturbaciones económicas externas, las empresas deben desplegar procesos de reorientación estratégica como la diversificación de productos y servicios o la exploración de nuevos segmentos de mercado y de fortalecimiento interno mediante la optimización de costos, la innovación gerencial y el desarrollo de capacidades organizacionales, de modo que incrementen su resiliencia y flexibilidad financiera. Por otro, la Teoría del Desarrollo Turístico Sostenible (Butler, 1980) subraya la necesidad de equilibrar crecimiento económico, conservación ambiental y equidad social, recomendando además que los destinos diversifiquen sus atractivos cultura, naturaleza, bienestar de acuerdo con su capacidad de carga, evitando la dependencia de un solo mercado o segmento.

Metodológicamente, la investigación adopta un enfoque mixto que combina técnicas cuantitativas y cualitativas, con el objetivo de ofrecer una comprensión integral del impacto económico ocasionado por la reducción de la fuerza laboral vinculada a la construcción del Tren Maya en las empresas de servicios de hospedaje en Felipe Carrillo Puerto.

En cuanto al componente cuantitativo, actualmente se encuentra en proceso de diseño una estrategia que contempla la recolección y análisis de datos estructurados. Esta fase incluye la elaboración de una encuesta dirigida a una muestra representativa de establecimientos de hospedaje, seleccionados mediante un muestreo probabilístico estratificado que considera variables como ubicación, tamaño y tiempo de operación. Las encuestas estarán compuestas por preguntas cerradas enfocadas en indicadores clave como ingresos mensuales, ocupación promedio, precios, duración de las estancias y estacionalidad de la demanda, antes, durante y después del auge constructivo del Tren Maya. Posteriormente, los datos recolectados serán procesados en una base estadística que permitirá realizar análisis descriptivos e inferenciales. Adicionalmente, se plantea la construcción de series de tiempo a partir de registros mensuales o trimestrales proporcionados por los propios establecimientos, con el fin de identificar tendencias, rupturas y cambios estructurales en los ingresos asociados a la evolución del proyecto ferroviario. Simultáneamente, se desarrolla el componente cualitativo, que busca profundizar en la comprensión de las experiencias, percepciones y estrategias de los actores involucrados. Este componente prevé la realización de entrevistas semiestructuradas a propietarios, administradores y personal clave de las empresas de hospedaje, con el fin de explorar sus valoraciones sobre los cambios en la demanda, las respuestas organizacionales adoptadas y sus



100CIATEC

perspectivas a futuro. Asimismo, se organizarán grupos focales con representantes de la Cámara de Comercio, asociaciones de turismo, autoridades municipales y actores comunitarios relevantes, para fomentar el diálogo y el análisis colectivo sobre los efectos del Tren Maya, las alternativas de diversificación económica y las posibilidades de articulación interinstitucional. Finalmente, se incorporará una revisión documental que incluirá planes de desarrollo municipal, programas turísticos, estudios de impacto regional y otros documentos oficiales pertinentes, con el propósito de contextualizar los hallazgos en el marco de las políticas públicas y las visiones institucionales del territorio.

Este enfoque metodológico mixto permitirá triangular la información obtenida, fortaleciendo la validez de los resultados y ofreciendo una base sólida para la formulación de estrategias de adaptación y sostenibilidad en el sector de hospedaje local.

Aunque el proyecto de investigación aún se encuentra en su primera fase de desarrollo y no se han realizado evaluaciones concluyentes de resultados, se prevé que el estudio aporte insumos valiosos para comprender y abordar los desafíos actuales del sector turístico en Felipe Carrillo Puerto. En particular, se espera que este trabajo proporcione un diagnóstico riguroso sobre la vulnerabilidad del sector de hospedaje ante fluctuaciones temporales de la demanda, como las provocadas por la finalización de grandes obras de infraestructura como el Tren Maya.

Asimismo, el estudio aspira a desarrollar un modelo de resiliencia empresarial y territorial aplicable a destinos que experimentan impactos similares por la presencia temporal de mega obras, integrando variables sociales, económicas y organizacionales. Este modelo permitirá comprender mejor los mecanismos de adaptación y anticipación frente a escenarios de transición abrupta en la demanda turística.

Otro de los resultados esperados es la formulación de propuestas concretas de estrategias de diversificación que tomen en cuenta las particularidades culturales, sociales y económicas de las poblaciones mayas de la región. Estas estrategias buscarán fortalecer el turismo cultural, de naturaleza y comunitario como alternativas sostenibles al modelo basado en la ocupación transitoria por trabajadores de obra.

Adicionalmente, se contemplan recomendaciones de política pública dirigidas a autoridades locales y estatales, que podrían incluir incentivos fiscales para pequeñas empresas turísticas, programas de capacitación en gestión turística con enfoque intercultural, y acciones de promoción que posicionen a Felipe Carrillo Puerto en nuevos nichos de mercado.



100CIATEC

En conjunto, estos resultados buscan no solo evidenciar la relación causa-efecto entre la salida de la fuerza laboral vinculada a la obra del Tren Maya y la consecuente caída en los ingresos del sector de hospedaje, sino también ofrecer caminos prácticos, contextualizados y sostenibles para transformar esta coyuntura en una oportunidad de desarrollo local. La intención es contribuir a la construcción de un modelo turístico más equitativo, participativo y resiliente, que fortalezca la identidad cultural y los medios de vida de las comunidades mayas.

3. Conclusión

Se espera que los hallazgos del estudio confirmen que la caída en los ingresos del sector de hospedaje en Felipe Carrillo Puerto está estrechamente vinculada con la salida progresiva de la fuerza laboral que llegó durante la fase de construcción del Tren Maya. El análisis cuantitativo permitirá identificar rupturas significativas tanto en los niveles de ocupación como en los ingresos hoteleros a partir del momento en que cesaron las actividades intensivas de obra. Por su parte, el análisis cualitativo evidenciará que el vacío dejado por los trabajadores no ha sido compensado por la llegada de turistas con fines recreativos, revelando una falta de sustitución en la demanda.

Desde el enfoque del Modelo de Adaptación Empresarial ante Crisis, se anticipa que la mayoría de los negocios del sector presentarán una baja capacidad de diversificación de productos y mercados, lo que se traduce en una limitada resiliencia organizacional frente a los cambios estructurales del entorno económico. Esta situación pone de relieve la necesidad de repensar el modelo turístico local.

No obstante, a la luz de la Teoría del Desarrollo Turístico Sostenible, el municipio posee condiciones favorables para impulsar una reconversión hacia modalidades más sostenibles como el turismo cultural, de naturaleza y comunitario. Para lograrlo, será imprescindible establecer políticas claras de regulación de la capacidad de carga turística y fomentar activamente la participación de las comunidades locales en la planificación, gestión y beneficios de la actividad turística.

4. Referencias

- Medlik, S., & Ingram, H. (2002). The business of hotels. Butterworth-Heinemann.



100CIATEC

- Organización Mundial del Turismo (OMT). (1995). Recomendaciones sobre estadísticas de turismo. OMT.
- Kotler, P., Bowen, J. T., & Makens, J. C. (2010). Marketing for hospitality and tourism. Pearson Education.
- Martínez Peinado, J. (1985). La economía de la fuerza del trabajo y el proceso de reproducción de la población: un enfoque estructural. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Instituto de Estudios Sociales.



ALIANZA ESTRATÉGICA ENTRE EJIDO, ITSSMT Y EMPRESAS: UN MODELO MULTIACTOR PARA LA REFORESTACIÓN EN SANTA RITA TLAHUAPAN

Munive, Pérez-Maricruz ¹, Hernández, Cruz-Araceli ²

1. Ingeniería Ambiental, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, maricruzmp@smartin.tecnm.mx
2. Ingeniería en Gestión Empresarial, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, araceli.hernandez@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo presenta la experiencia de un modelo de colaboración multiactor entre actores sociales –ejido, el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) y el sector privado, representado por empresas de la región. Derivado del trabajo coordinado entre los representantes ejidales y personal del ITSSMT se establecieron líneas de contacto con cinco empresas para su participaron en la plantación de 294 ejemplares de *pinus pseudostrobus*. La sinergia entre el conocimiento local, técnico y empresarial fomenta la participación social en actividades de restauración ecológica, como la reforestación, al tiempo que garantiza la supervivencia de las especies plantadas; es decir, la colaboración estratégica multiplica el impacto positivo de las iniciativas de conservación y restauración ambiental. Esta experiencia establece un precedente para la replicabilidad de acciones de restauración ecológica a través de alianzas público-privadas.

Palabras Clave: alianza estratégica, colaboración público-privada, participación multiactor, reforestación, restauración ecológica.

Abstract: This article presents a multistakeholder collaboration model involving social actors—an ejido (communal land organization), the Higher Technological Institute of San Martín Texmelucan (ITSSMT), and the private sector (represented by regional companies). Through coordinated efforts between ejido leaders and ITSSMT personnel, partnerships were established with five corporations, resulting in the planting of 294 *Pinus pseudostrobus* saplings.

The synergy between local knowledge, technical expertise, and corporate resources not only fosters community engagement in ecological restoration activities (such as reforestation) but also enhances the survival rates of planted specimens. This strategic collaboration amplifies the positive impact of



conservation initiatives, demonstrating how public-private alliances can create scalable frameworks for ecosystem restoration

Keywords: Strategic alliance, Public-private partnership, Multi-stakeholder engagement, Reforestation, ecological restoration.

1. Introducción

“México está catalogado como uno de los 12 países mega diversos, es decir, aquellos que, en conjunto, albergan 70% de la flora y fauna terrestre a nivel mundial” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, Comisión Nacional Forestal, 2021). La biodiversidad “es una riqueza que tiene su origen en la gran diversidad de climas y en el relieve montañoso de buena parte del territorio nacional. La variedad en recursos forestales coloca a México entre los diez primeros países del mundo por su biodiversidad” (Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal, 2013). Es decir, la biodiversidad funciona como una reserva de genes que mantiene la variedad de especies y ecosistemas en condiciones reguladas, además de que es el hogar de diferentes poblaciones humanas. En este sentido, en Santa Rita Tlahuapan los recursos forestales son de suma importancia ya que de acuerdo al Compendio de información geográfica municipal el 40.87% de su vegetación es bosque (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010) y cuenta con una superficie de áreas naturales protegidas equivalentes a 795.17 ha que representan al 2.54% del territorio municipal (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla., s.f.); sin embargo, como lo declara (Baltierra, 2023) “El municipio de Tlahuapan, en el Estado de Puebla, es un fiel reflejo de la crítica situación forestal que se padece en el país, en cuanto a la tala clandestina que daña severamente la economía de la zona”.

La restauración ecológica o ecosistémica es definida por la Society Ecological Restoration en el documento Estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica- incluyendo Principios y conceptos como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido” (Tein McDonald, 2016). Así entonces, la reforestación es un conjunto de actividades orientadas a la restauración, de áreas forestales que han sido deforestadas y degradadas, esta práctica “comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles” (Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión



100CIATEC

Nacional Forestal, 2013). En estas actividades se consideran la realización de estudios necesarios para la selección del sitio y especies propias a las características del espacio, transporte, métodos, mantenimiento e indicadores a utilizar durante el seguimiento de la actividad. En este contexto, en Santa Rita Tlahuapan, los grupos de ejidatarios han establecido jornadas anuales de reforestación en conjunto con diversos grupos de la sociedad, por ejemplo, instituciones educativas y organizaciones privadas o empresas. La finalidad de la actividad no solo recae en la restauración de las áreas afectadas, sino que también se busca que la sociedad tome conciencia de sus acciones y formas de consumo, a través de la experiencia de plantar un árbol en un bosque en el que los servicios ecosistémicos puedan ser apreciados directamente por los participantes.

Si bien, la colaboración entre ejidos y empresas privadas en materia de restauración ecológica podría parecer poco común, el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) ha demostrado ser un enlace estratégico entre estos sectores, facilitando la sinergia entre actores, sino que también ha ampliado el impacto de las actividades forestales, generando beneficios tangibles (como la obtención de certificados de participación) e intangibles (como la experiencia vivencial de la reforestación). De este modo, este artículo presenta un modelo práctico y replicable de participación multiactor (público-privada-académica) para promover iniciativas de restauración ecológica como la reforestación.

2. Delimitación contextual

El resultado óptimo del desarrollo de las actividades de reforestación depende de la planeación y seguimiento apropiados; es decir, de acuerdo con las características del sitio serán seleccionadas las especies (procurando que la calidad del germoplasma sea de la mejor calidad, que su producción sea continua y de fácil transporte), la temporada y la técnica que aseguren la sobrevivencia de la planta; además, también deben fijarse los parámetros e indicadores utilizados para el monitoreo y seguimiento.

La principal limitación para que empresas de la región de San Martín Texmelucan realicen actividades de reforestación, es su ubicación y la falta de conocimiento referente al proceso, puesto que la mayoría no cuenta con el espacio suficiente y no cuenta con personal especializado para planear y dar seguimiento a la actividad. Debido a lo anterior, las actividades forestales se



100CIATEC

llevan a cabo en un ejido en el municipio de Santa Rita Tlahuapan, en coordinación con el núcleo ejidal, centros de trabajo y el ITSSMT.

El municipio de San Rita Tlahuapan ocupa el 0.91% de superficie del estado de Puebla; se localiza en el eje neovolcánico, en los paralelos 19° 14' y 19° 28' de latitud norte; los meridianos 98° 29' y 98° 40' de longitud oeste; altitud entre 2300 y 3500 metros; el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (61.02%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (38.98%); uso del suelo destinado a la agricultura (52.03%) y zona urbana (5.01%) y vegetación de bosque (40.87%) y pastizal (2.09%), lo anterior de acuerdo a información publicada en el Compendio de información geográfica municipal 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

3. Metodología

La metodología participativa es una forma de investigación cualitativa en la que se considera a los participantes como agentes activos en la generación de conocimiento, es decir, contribuyen en la enseñanza y el aprendizaje a través de compartir información y trabajo en equipo, con la finalidad de apropiarse del tema. Con lo cual “el aprendizaje participativo también proporciona a la gente un marco de habilidades y conocimientos que pueden usar en cualquier situación para explorar distintos temas y actuar sobre ellos” (Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente, 2017).

La gestión forestal se define como “el proceso de planificación y de ejecución de prácticas para la administración, el manejo y el uso de los bosques y otras tierras boscosas con miras al cumplimiento de objetivos ambientales, económicos, sociales y culturales específicos” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, s.f.) La gestión ambiental requiere de una planificación en la que se establezcan los objetivos y pasos para alcanzarlos, al tiempo que funciona como un medio que permite a las partes interesadas conocer sus funciones y responsabilidades, mediante la formalización de acuerdos administrativos y compromisos para el seguimiento, y documentación de actividades.

En el ejido de Santa Rita Tlahuapan se desarrolló en dos fases principales: la planeación y la ejecución. La fase de planeación fue liderada y realizada íntegramente por el equipo de trabajo del ejido, quienes se encargaron de plantear los objetivos; identificar y seleccionar los sitios de prioridad para la restauración, así como las especies adecuadas a las condiciones locales; diseñar el plan de acción y estrategias de intervención. Esta etapa incluyó la realización de



estudios técnicos, identificación de modelos de referencia y la coordinación logística necesaria para garantizar el éxito en las actividades.

Por otro lado, la fase de ejecución, específicamente la plantación de árboles, se llevó a cabo en colaboración con diversas empresas y otros actores externos pertenecientes a la región. Las organizaciones participantes aportaron recursos materiales, técnicos y humanos, trabajando de manera conjunta con el personal del ejido para asegurar la correcta implementación de actividades. Esta estrategia ampliar el alcance de las acciones, al tiempo que se crearon o fortalecieron los lazos de cooperación entre el ejido y el sector privado, impulsando un modelo de trabajo colaborativo en beneficio del medio ambiente.

3.1 Gestión forestal

El “Manual de restauración forestal” (Comisión Nacional Forestal, 2023) es un documento en el que se dio a conocer información y las bases correspondientes al proceso de restauración forestal; estas tareas son aplicables al ejido en Santa Rita Tlahuapan.

La planeación se conforma de las siguientes actividades:

- Áreas elegibles para la restauración forestal y reconversión productiva, de acuerdo a criterios técnicos y sociales (degradación, marginación, comunidades, etc.)
- Selección del sitio de acuerdo a reglas de operación vigentes y aplicables.
- Definición de los objetivos de restauración de acuerdo al nivel de recuperación que pretende alcanzarse (restauración integral o de servicios ecosistémicos)
- Elaboración de un diagnóstico del sitio (características y estado de degradación) mediante revisión documental, entrevistas y/o visitas de campo.
- Identificación de ecosistemas o modelos de referencia, para la descripción del estado en el que se encontraría el área si no se hubiera degradado.
- Selección de especies a utilizar, preferentemente nativas y multipropósito.
- Selección de germoplasma de acuerdo al objetivo o tipo de restauración.
- Estrategias de intervención que atiendan el grado de degradación, resiliencia del ecosistema y los objetivos del proyecto. Pueden ser: protección, obras y prácticas de conservación y restauración de suelos, reforestación, prácticas de manejo de biodiversidad, captación y manejo de agua de lluvia, y/o sistemas agroforestales.



100CIATEC

La etapa de ejecución hace referencia a la implementación de las siguientes actividades:

- Protección del predio para evitar la pérdida o destrucción de las obras realizadas, debe considerar lo siguiente:
 - Características mínimas del cercado
 - Instalación del cercado
 - Apertura de brechas cortafuego
- Construcción de las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos centrándose en enfrentar la degradación del suelo y la erosión hídrica.
- Reforestación de acuerdo a lo establecido en la fase de planeación. Es indispensable realizar las siguientes actividades:
 - Producción u obtención de planta proveniente de viveros capaces de garantizar la calidad y suficiencia de las especies requeridas.
 - Calidad de la planta que permita su adaptación y óptimo desarrollo en las condiciones del sitio seleccionado.
 - Extracción y transporte de la planta bajo condiciones adecuadas para reducir su estrés y aumentar la probabilidad de sobrevivencia
 - Manejo postvivero y traslado al sitio de reforestación, en el que se incluye la descarga, resguardo y traslado al sitio definitivo únicamente la cantidad de planta que será utilizada en la jornada.
 - Trazo del arreglo de plantación, de acuerdo con las características (pendiente, obstáculos, entre otras) del terreno puede utilizarse el sistema escuadra, sistema de balizas, triangular, en curvas de nivel, irregular, entre otros.
 - Calendario óptimo de plantación de acuerdo al periodo de lluvias, la información que CONAFOR publica en su portal puede ser de apoyo.
 - Plantación, que inicia con la realización de la cepa de acuerdo a las características de la planta y condiciones del terreno.

1.3. Partes interesadas y sus funciones

El trabajo colaborativo y la formación de alianzas incluye la participación de diferentes actores de un territorio determinado, cuya finalidad es cumplir con los objetivos de producción bajo el



esquema de trabajo coordinado para alcanzar el objetivo o meta en común; al tiempo que se comparte el conocimiento o la experiencia adquirida, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Esquema multiactor.

Fuente: Elaboración propia.

En la gestión de las actividades forestales en el ejido de Santa Rita Tlahuapan, se estableció una dinámica de trabajo colaborativo, con el ITSSMT y empresas de la región, que divide las responsabilidades entre los actores para garantizar la eficacia y el éxito del proyecto. Por parte del ejido, el coordinador de proyecto y/o su equipo especializado se encargó de la planificación de las actividades forestales. Este rol implicó diseñar planes de trabajo y además supervisar su aplicación, tomando en cuenta los objetivos específicos del proyecto, aspectos clave como sostenibilidad, principios y criterios propios de la certificación Forest Stewardship Council, entre otros; es decir, el responsable se encargó de definir los requisitos técnicos, plazos y recursos, dar seguimiento constante del proyecto para asegurar que las actividades se desarrollen de acuerdo a lo establecido.

Por otro lado, la función del ITSSMT fue contactar y coordinar actividades con empresas de la región que estuvieran interesadas en participar en el proyecto. El instituto identificó a los potenciales candidatos, contactó y gestionó los acuerdos con las empresas, buscando que cumplieran con los requisitos técnicos y los plazos definidos por el coordinador de proyecto. Además, actuó como enlace entre el núcleo ejidal y las empresas interesadas, facilitando la comunicación y resolviendo dudas e incidencias que surgieron en el proceso.



100CIATEC

Las empresas por su parte, asistieron al ejido a realizar la plantación de los árboles adquiridos, el espacio fue asignado por el equipo de trabajo del ejido de acuerdo al grado de degradación o afectación por incendios forestales.

Esta división de roles permitió optimizar el tiempo y los recursos, ya que cada parte se enfocó en sus responsabilidades.

4. Resultados

El resultado de las actividades inició con la relación e interacción entre los empresarios de la región y el personal del ejido, tendiendo como intermediario al ITSSMT; en la tabla 1 se da a conocer la actividad primaria de cada empresa; sin embargo, el nombre no es mencionado debido a la privacidad de información.

Tabla 1. Empresas participantes.

Empresa	Actividad	Total de participantes
1	Fabricación, distribución y comercialización de productos de hule y plástico para la industria de la ferretería.	32
2	Comercialización de artículos para baño	15
3	Elaboración y venta de postres	14
4	Producción y venta de mezclilla	29
5	Producción y distribución de productos de limpieza	19

Fuente: Elaboración propia.

Se contó con la participación de 109 empleados/as de empresas regionales, quienes pudieron vivir la experiencia de plantar un árbol y realizar actividades complementarias, además cada uno de ellos tiene la oportunidad de convertirse en un agente de cambio al replicar lo aprendido. La participación de empresarios, empleados, académicos y otros actores clave fortalece las alianzas estratégicas y demuestra el interés por realizar acciones en beneficio del ambiente.

A pesar de que las empresas participantes ofertan productos correspondientes a diferentes categorías, todas coinciden en el enfoque comercial y su interés en el ambiente; este último se



100CIATEC

evidencia en su participación en actividades como la jornada de reforestación, independientemente de su sector económico.

El ejido cuenta con un vivero en el cual se produce la cantidad suficiente de plantas de árboles para satisfacer las necesidades del ejido, así como para comercializarlos con ejidos vecinos y de la región. La meta propuesta para la jornada de reforestación del año 2024 fue de 100 mil plantas los cuales se distribuyeron de acuerdo a las características del terreno y necesidades de la especie para su supervivencia, las especies utilizadas fueron *pinus pseudostrobus*, *pinus montezumae* y *pinus hartwegi*.

El proceso previo a la plantación consistió en transportar la planta al sitio seleccionado; limpiar el área de trabajo, en caso ser necesario; recibir una plática de inducción por parte del personal del ejido en la que se explicó la forma correcta de realizar la actividad y su importancia.

La plantación de especies se realizó con un trazado en escuadra, con distancia aproximada de 3 metros, en el que se consideraron las características (altura, pendiente, nivel de degradación, entre otras) del sitio seleccionado. El total de árboles adquiridos por las empresas fue de 294, de los cuales se plantó el 100%, en la tabla 2 se muestran las cantidades de individuos adquiridos por cada una de las empresas.

Tabla 2. Plantas utilizadas.

Empresa	No. De plantas	Nombre de la especie	Representación gráfica de la especie
1	49	<i>Pinus pseudostrobus</i>	
2	49	<i>Pinus pseudostrobus</i>	
3	49	<i>Pinus pseudostrobus</i>	
4	98	<i>Pinus pseudostrobus</i>	
5	49	<i>Pinus pseudostrobus</i>	

Fuente: Elaboración propia.



100CIATEC

El equipo de trabajo y ejidatarios, realizó de forma sistemática las labores de protección y garantía de la supervivencia de los árboles plantados en su territorio. Cada integrante asumió la responsabilidad de monitorear los ejemplares arbóreos, implementando un esquema de vigilancia que permitió verificar el adecuado desarrollo de cada planta. El seguimiento constante aseguró que los individuos vegetales puedan desarrollarse de forma óptima, cumpliendo así con su función ecológica dentro del ecosistema.

Además de las actividades propias de la gestión forestal y las mencionadas con anterioridad, se desarrollaron actividades como el riego durante períodos de sequía, la aplicación de métodos de control biológico para el manejo de plagas e implementación de medidas preventivas contra incendios forestales. A la par, se realizaron labores periódicas de poda sanitaria, fertilización y aclareo selectivo, optimizando así las condiciones para el desarrollo óptimo de la plantación. Estas intervenciones permiten contrarrestar las principales amenazas a las especies arbóreas, lo que a su vez evidencia la importancia del manejo comunitario como una estrategia indispensable para la restauración ecológica y el mantenimiento del equilibrio en los ecosistemas, como se menciona en la obra *Open standards for the practice of conservation* “The conservation community urgently needs robust systems for planning, management, monitoring, and learning. We need to base our actions on available evidence wherever possible and adopt a deliberate, adaptive management approach when we must take urgent action with limited information” (Conservation Measures Partnership, 2020).

5. Reflexiones finales

La restauración ecológica debe materializarse mediante modelos de participación multiactor que incorporen sistemas flexibles de planeación, gestión y ejecución, basados en un enfoque adaptativo y colaborativo. La relación entre el ejido, el ITSSSMT (como enlace entre actores) y empresas no solo permite compartir responsabilidades, sino que también promueve la mejora continua de las estrategias a través del intercambio de saberes (técnicos, tradicionales, académicos, etc.). El esfuerzo colectivo garantiza que las acciones de restauración sean más inclusivas, efectivas y sostenibles; además de que síentelas bases para replicar estas experiencias en otros lugares, sin dejar fuera a nadie.



100CIATEC

Las alianzas estratégicas que tienen permiten la colaboración público-privada (participación multiactor) tienen la capacidad de superar las barreras de comunicación entre los sectores público y privado, dando lugar a los siguientes tres impactos clave:

1° Optimización de recursos.

2° Aumento en las tasas de supervivencia arbórea gracias al seguimiento técnico-científico

3° Replicabilidad de modelos de participación multiactor para atender necesidades propias de ambiente.

Para escalar los beneficios del modelo, se propone su sistematización en procesos adaptables a diferentes actores y ecosistemas; seguimiento y monitoreo mediante el establecimiento de indicadores o métricas y; la vinculación entre participantes y con mercados de carbono para buscar un flujo económico sostenible.

6. Referencias

- o Baltierra, J. (13 de junio de 2023). *Senado de la República*. https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/65/2/2023-06-13-1/assets/documentos/PA_PT_Dip_Jaime_Baltierra_Tala_Tlahuapan.pdf
- o Comisión Nacional Forestal. (2023). *Manual de restauración forestal*. CONAFOR: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/921747/Manual_de_restauracion_forestal_version_digital_compressed__2_.pdf
- o Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla. (s.f.). *Estado de Puebla*. Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla.: <https://ceigep.puebla.gob.mx/fichas/geografico/180/TLAHUAPAN>
- o Conservation Measures Partnership. (2020). *Open Standards for the Practice of Conservation Version 4.0*. eConservation Standards: <https://conservationstandards.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/10/CMP-Open-Standards-for-the-Practice-of-Conservation-v4.0.pdf>
- o Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. (06 de 05 de 2013). *Biblioteca Digital (CIGA) de la SEMARNAT*. Prácticas de reforestación. Manual básico: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002064.pdf>
- o Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *INEGI*. Compendio de información geográfica municipal 2010: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21180.pdf



100CIATEC

- o Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Planificación de la gestión forestal:* <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/forest-management-planning/basic-knowledge/es/>
- o Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, Comisión Nacional Forestal. (07 de 01 de 2021). *Programa Nacional Forestal.* CONAFOR: https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/2021/Programa_Nacional_Forestal_PNF_2020-2024.pdf
- o Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente. (2017). *Guía de metodologías participativas para facilitadores de grupos.* Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente: <https://redsalud.ssmso.cl/wp-content/uploads/2019/03/Gu%C3%ADa-de-metodolog%C3%ADas-participativas-para-Facilitadores-de-grupos.pdf>
- o Tein McDonald, G. D. (2016). *Estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica, incluyendo principios y conceptos clave.* Society for ecological restoration: <https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/res>



SISTEMA WEB Y APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS (LOCALHOME)

Cortés, Domínguez-Dania¹, Pérez, Botello-Denisse², Paredes, Xochihua-María Petra³, Sánchez, Juárez-Iván Rafael⁴

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21240003@smartin.tecnm.mx
2. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21240007@smartin.tecnm.mx
3. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, petra.paredes@smartin.tecnm.mx
4. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, ivan_r.sanchez@smartin.tecnm.mx

Resumen: El presente artículo muestra los resultados obtenidos del proyecto "Sistema web y aplicación móvil para la gestión de pedidos", desarrollado para mejorar la logística de la empresa STANHOME. El objetivo principal fue diseñar una herramienta de apoyo que permitiera controlar y mejorar la calidad en la gestión de pedidos. Se utilizaron técnicas de diseño y desarrollo de software, así como metodologías de pruebas y validación. Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa en la atención al cliente y en la eficiencia de la logística. En conclusión, el proyecto logró desarrollar una herramienta efectiva para la gestión de pedidos, que contribuye a mejorar la calidad y la eficiencia de la logística en la empresa STANHOME. Esta herramienta puede ser adaptada en otras empresas con necesidades similares.

Palabras clave: Atención al cliente, gestión de pedidos, logística, gestión, envíos

Abstract: This article presents the results of the "Web-based system and mobile application for order management" project, developed to improve logistics at STANHOME. The main objective was to design a support tool that would control and improve quality in order management. Software design and development techniques, as well as testing and validation methodologies, were used. The results show a significant improvement in customer service and logistics efficiency. In conclusion, the project successfully developed an effective order management tool that contributes to improving the quality and efficiency of logistics at STANHOME. This tool can be adapted to other companies with similar needs.

Keywords: Customer service, order management, logistics, management, shipping.



1. Introducción

La gestión de pedidos es el proceso que se desarrolla en una empresa mediante el cual se organiza, realiza seguimiento y se solicitan las compras de productos o servicios. La eficiencia en la gestión de pedidos se convierte en un factor determinante para la satisfacción del cliente, así como la rentabilidad del negocio. Sin embargo, muchas empresas, incluida STANHOME, enfrentan desafíos significativos, especialmente en la precisión de las ubicaciones para la entrega del pedido. Debido a este tipo de errores, generan insatisfacción en los clientes como costos adicionales para la empresa pueden ser devoluciones o reenvíos. Lo cual, hoy en día, la gestión de pedidos se ha convertido en uno de los factores que conduce al éxito empresarial en un entorno comercial en el que cada vez se ha hecho más competitivo.

Por lo que, la empresa dedicada a la venta de productos de cuidado personal y del hogar, ha visto la necesidad de mejorar su sistema de gestión de pedidos, así como una mejora en su funcionamiento como la interacción con las interfaces. Se orienta hacia el análisis de un sistema web como una aplicación móvil con el propósito no solo de optimizar el flujo de trabajo asociado con los pedidos, sino también de establecer una interfaz eficiente que sea fácil de manejar.

Con la creciente popularidad de los dispositivos móviles, cada vez más empresas están recurriendo a aplicaciones móviles para gestionar sus pedidos, lo que les permite optimizar su proceso de gestión de pedidos mejorando la satisfacción del usuario. Las aplicaciones móviles para la gestión de pedidos pueden ayudar a las empresas a mejorar la eficiencia y la precisión de sus procesos de gestión de pedidos, lo que puede mejorar la satisfacción del usuario aumentando los beneficios para la realización de ciertas tareas (Admin, 2023).

El acceso a la información es un aspecto importante que los sistemas web brinda a los usuarios hoy en día, actuando como canales de comunicación bidireccional que permiten a las instituciones la interacción directa entre ellas. Las plataformas web diseñadas para automatizar procesos se destacan como medios de información clave en la manera en que las organizaciones operan o gestionan sus recursos (Alvarado, 2021).

En este proyecto de investigación se propone desarrollar un sistema web y una aplicación móvil para la optimización del proceso de gestión de pedidos a través de la implementación mediante el uso de tecnologías así como también un diseño centrado en los usuarios quienes tendrán interacción tanto con el sistema como con la aplicación móvil, el cual se busca reducir errores que llegan afectar la entrega de los



100CIATEC

pedidos, como errores en el código de barras, problemas con el registro de ubicaciones incluyendo la pérdida de tiempo en la localización de destinatarios. Al minimizar estos errores en la gestión de pedidos u optimizar los procesos logísticos, la empresa podrá reducir gastos asociados con devoluciones, reenvíos así mismo la atención al cliente lo que mejora la rentabilidad también permite a la empresa reinvertir en otras áreas, incluso enfocarse en la expansión de su mercado.

Por lo que, el sistema web y la aplicación móvil se considera como una solución viable para la resolución de los problemas que la empresa tiene actualmente. Se espera que tanto el sistema web como la aplicación móvil no solo mejore la experiencia del usuario, sino que también incremente la eficiencia operativa de la empresa STANHOME.

Este proyecto se orienta hacia el análisis de un sistema como de una aplicación móvil con el propósito no solo de optimizar el flujo de trabajo asociado con los pedidos, sino también de establecer una interfaz eficiente de forma unificada, valorando la rapidez como también la precisión en la entrega de pedidos por lo que, un sistema web bien implementado puede ayudar a que la empresa cumpla con las expectativas esperadas. Realizar un seguimiento en tiempo real de los pedidos también recibir notificaciones sobre el estado de la entrega puede facilitar el trabajo de los empleados, así como también los administradores.

La implementación del sistema web y una aplicación móvil proporcionará a la empresa información valiosa sobre patrones de consumo, áreas geográficas con más demanda. Esto llevará a realizar una mejor planificación logística, optimización incluyendo la precisión en las entregas. Así mismo este proyecto busca establecer un buen modelo sostenible para el crecimiento e incluyendo la eficiencia de la empresa por lo que, a través del análisis continuo del sistema, se podrán realizar mejoras que faciliten el trabajo de los empleados a través de la interacción con interfaces amigables de manera que sean accesibles, por lo que se espera crear un enfoque innovador en la gestión de pedidos, sentando las bases para un buen futuro competitivo hacia la empresa.

2. Sustento Teórico

La logística es un bloque de actividades que se repiten muchas veces por medio de una cadena de abastecimiento, empezando con las materias primas que son convertidas en productos con cierta determinación. Sin embargo, una organización no llega a ser capaz de controlar el canal de flujo de productos, desde las fuentes de materia prima hasta los puntos de consumo final, la cadena de abastecimiento termina con la disposición final de un producto y el canal en reversa debe ser considerado dentro del alcance de planeación y control logístico (alemán de la torre, 2021).



En la figura 1 se puede observar que va desde el almacén hasta en la compra por el consumidor.

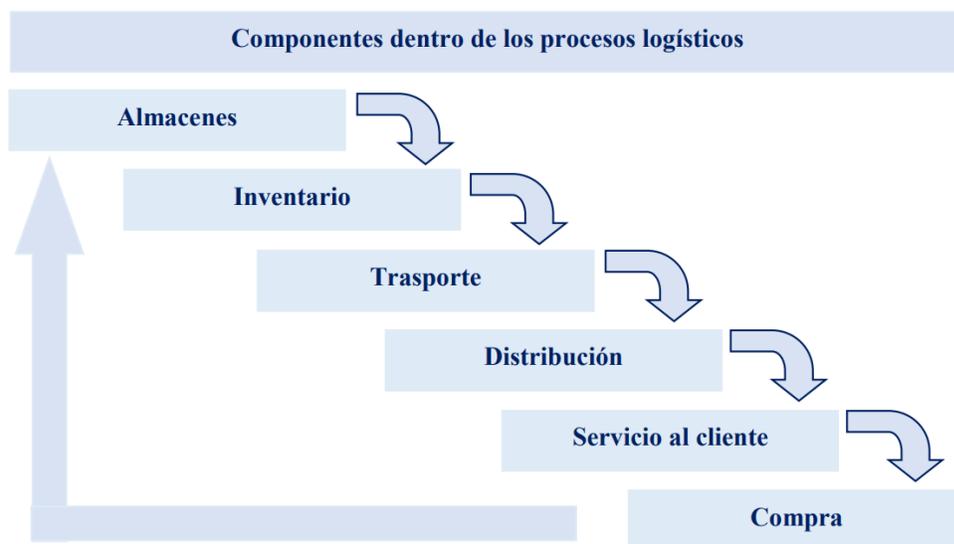


Figura 1. Componentes dentro de los Procesos Logísticos.

Fuente: Alemán de la Torre 2021

Cadena de Valor

Conocida como un modelo que describe las actividades de una organización para transformar un producto o servicio. es encargado de las etapas de producción empezando por la idea, hasta la entrega del consumidor.

Logística Interna

Conjunto de procesos de la cadena de suministro que tienen lugar dentro de la propia empresa. es decir, la organización recibe mercancía en sus instalaciones hasta que sale, por medio de un colaborador logístico o a su destino final.

- **Recepción**

Área en donde se lleva a cabo una parte de su cadena de suministro debe ser capaz de recepcionar mercancía.

- **Aumentar el valor**



100CIATEC

La gestión del stock en tiempo real es otra tarea que aumenta la valía por encima del mero almacenamiento.

- **Salida**

También forma parte de la logística interna la responsabilidad de dar correcta salida hacia el siguiente paso de la cadena de suministro (Melero J, 2024).

Inventario

Recurso que abarca las operaciones de la empresa debido al registro de movimientos de tipo comercial y productivo, representa la provisión de materias primas, productos en proceso final que se encuentran desde el canal de producción en la logística busca dinamizar las operaciones administrativas de tal forma que su implementación se conviertan en una necesidad absoluta que permita el desarrollo y expansión en los procesos, detectar irregularidades en la oferta, la compra o producción en exceso, lo que permite a las empresas una administración eficiente e integral (Carreño, 2020).

Gestión de Inventarios

Se conoce como el escenario principal en facilitar la continuidad desde el proceso productivo y la demanda de los clientes. controla el conjunto de stocks que pertenecen a una organización lo que es fijar las políticas y determinar cantidades más convenientes para cada tipo de artículo. Al establecer un sistema de gestión de inventarios es significativo debido a que permite disponer la información de los artículos, así como contabilizarlo en el stock y tener en cuenta su disminución de costos y límites hacia los proveedores (Ávila S, 2021).

Modelo de Gestión

Los modelos de gestión establecen la forma en la que la organización interactúa en sus procesos estratégicos para el logro de los objetivos planteados. los modelos de gestión tienen la capacidad de planificar, organizar, administrar y manejar todas las transacciones y operaciones empresariales. las áreas involucradas deben estar sujetas a las principales actividades empresariales. asimismo, mencionan que los elementos de un modelo de gestión pueden ser evaluados (Acosta-Véliz & Jiménez-Cercado, 2020). La figura 2 muestra una representación de los modelos de gestión empresarial.



Política de Stock

Se puede definir a las políticas de inventarios como uno de los principios más fundamentales en la toma de decisiones dentro de una empresa o entidad, ya que al diseñarse una buena política contribuye al buen manejo de la administración de los inventarios. se construye a partir de varios componentes que equilibran la disponibilidad de productos y optimizan los costos.

Representación de modelos de gestión empresarial	
Planeación	Selección de misiones y objetivos
Organización	Establece relaciones efectivas de comportamiento entre las personas
Dirección	Dirección para el al logro de las metas trazadas
Control	Evaluación y mejorar el desempeño

Figura 2. Representación de Modelos de Gestión

Fuente: Acosta-Véliz & Jiménez-Cercado, 2020

Estos son algunos de los elementos claves que se deben tener en cuenta:

- Nivel de Servicio
Establece el porcentaje de la demanda que se cubrirá sin interrupciones, alineando las expectativas del cliente con las capacidades de inventario y asegurando un servicio de calidad.
- Punto de pedido o de aprovisionamiento
En este punto se calcula en base a la demanda prevista y el tiempo de reposición, garantizando la disponibilidad sin acumulaciones innecesarias.
- Cobertura de stock
Este parámetro asegura niveles de inventario adecuados y minimiza excesos o faltantes.
- Frecuencia de compra
Define la regularidad con la que se realiza la reposición de inventario. Este parámetro puede ajustarse según la demanda y el ciclo de vida del producto, optimizando el flujo de stock. (Adelina, 2024)



3. Metodología

La metodología de cascada es un enfoque lineal y secuencial en el que las etapas del desarrollo de software se llevan a cabo de forma secuencial, como una cascada. Cada fase depende de la finalización exitosa de la fase anterior y no permite cambios retrospectivos.

1. Fase de requerimientos

En esta primera fase de la metodología en cascada, se realizó una entrevista al cliente para identificar los requerimientos específicos del desarrollo del proyecto. Una vez concluida la entrevista, se diseñó una encuesta dirigida a los repartidores de la empresa con el objetivo de obtener datos adicionales relevantes. Con los resultados obtenidos de estas interacciones, se procedió a analizar y planificar el diseño del proyecto, en la figura 3, se visualiza un ejemplo de pregunta que fue formulada en la encuesta.

2. Etapa de diseño del sistema

En esta etapa, se llevó a cabo la búsqueda e investigación de herramientas de diseño adecuadas para el proyecto, seleccionando Balsamiq para la creación de pantallas de baja fidelidad. Estas propuestas fueron diseñadas con base en los 12 requerimientos específicos del cliente, considerando aspectos como colores, tipografía e interfaz. Tras presentar las pantallas al cliente, se tomaron en cuenta sus observaciones, como posibles ajustes en colores o cambios en la interfaz. En la figura 4, se muestra un ejemplo de una pantalla de baja fidelidad utilizada en esta fase.

¿Sería mas eficiente si la aplicación tuviera opciones de navegación o mapas integrados?
4 respuestas

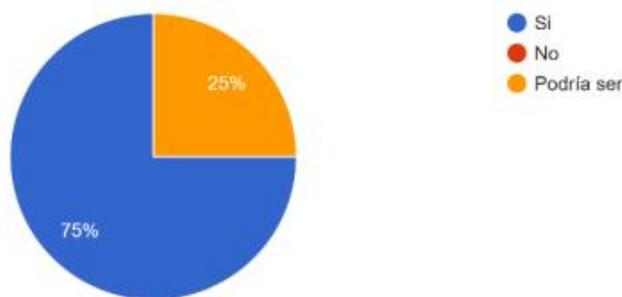


Figura 3. Preguntas formuladas en la encuesta

Fuente: elaboración propia





Figura 4. Pantalla de baja de la aplicación móvil

Fuente: elaboración propia

3. Etapa de implementación

Durante esta etapa, fue necesario introducir lenguajes de programación para desarrollo móvil y web, considerando las plataformas en las que el proyecto estará disponible. Para el sistema web, se utilizó Visual Studio en combinación con PHP para establecer la comunicación con la base de datos, permitiendo así la autenticación de usuarios. A continuación, en la figura 5, se presenta un ejemplo previo al lanzamiento del sistema.

4. Etapa de pruebas

Esta etapa continúa en desarrollo a medida que avanza el proyecto. Durante las revisiones, se documentan e implementan las correcciones de errores en ambas partes del sistema. Para gestionar estos ajustes, se utiliza una lista general de errores y una matriz de trazabilidad que permite a los desarrolladores identificar y priorizar los requisitos pendientes. Además, se verifica que todos los requisitos se cumplan en tiempo,



forma y sin errores, en la figura 6 se visualiza una matriz de trazabilidad que se llevó a cabo para poner a prueba cada etapa.

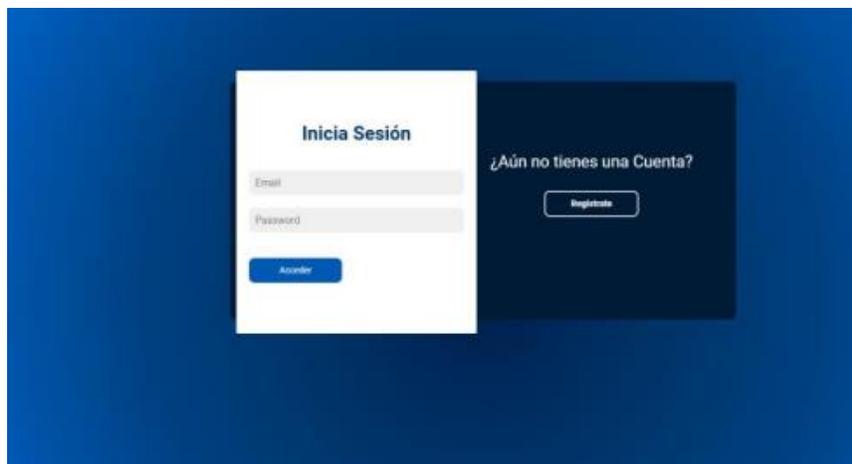


Figura 5. Demostración de inicio de sesión del sistema web

Fuente: elaboración propia

5. Fase de desarrollo

Esta fase se encuentra en desarrollo debido a la investigación exhaustiva necesaria para implementar la carga de un archivo Excel en la base de datos, con el sistema web programado en Visual Studio facilitando la comunicación.

Matriz de trazabilidad								
Proyecto: Sistema Web y Aplicación Móvil para la Gestión de Pedidos (LOCALHOME)								
Lider: Diana Cortés Domínguez								
Team: Denise Pérez Botello								
ID	Descripción del requerimiento	Prioridad	Módulo	Estado Actual	Última fecha de estado registrado	Criterios de aceptación	Nivel de complejidad	Entregables
RF001	El sistema debe permitir al usuario iniciar sesión con nombre de correo electrónico y contraseña.	Alta	Autenticación de usuarios en el sistema web	En proceso	22/11/2024	1. El usuario puede ingresar su correo electrónico y contraseña en los campos correspondientes. 2. Si el correo y la contraseña son correctos, el sistema redirige al usuario a la página de inicio. 3. Si el correo electrónico o la contraseña son incorrectos, se muestra un mensaje de error indicando "Usuario inexistente favor verificar sus datos correctamente". 4. El enlace "¿Olvidó su contraseña?" redirige correctamente a la página de recuperación de contraseña.	Bajo	Pantalla de Inicio de Sesión - Campo de texto para nombre de usuario - Campo de texto para contraseña - Botón "Iniciar Sesión" - Enlace "¿Olvidó su contraseña?"
RF002	El sistema debe enviar un correo electrónico de verificación al registrarse.	Alta	Autenticación de usuarios	Pendiente	22/11/2024	1. Al registrar un nuevo usuario, el sistema envía un correo electrónico de verificación a la dirección proporcionada. 2. El correo electrónico contiene un enlace de verificación que es válido durante 2 horas. 3. El enlace de verificación redirige al usuario a una página de confirmación de cuenta exitosa si se ha hecho dentro del período de validez. 4. Si el usuario intenta utilizar el enlace después de su expiración, el sistema debe mostrar un mensaje indicando que el enlace ha expirado y proporcionar la opción de enviar un nuevo enlace.	Bajo	Correo de Verificación - Asunto: "Verificación de cuenta" - Cuerpo: Mensaje de bienvenida - Enlace de verificación con tiempo de expiración

Figura 6. Matriz de trazabilidad

Fuente: elaboración propia



A continuación, las actividades serán presentadas detalladamente, así como el impacto generado.

Una de las principales actividades consiste en el desarrollo e implementación de pantalla de alta del sistema web lo cual es la autenticación de usuario, es importante para reconocer que tipo de usuario ingresa al sistema. La figura 7 ilustra el proceso de autenticación.

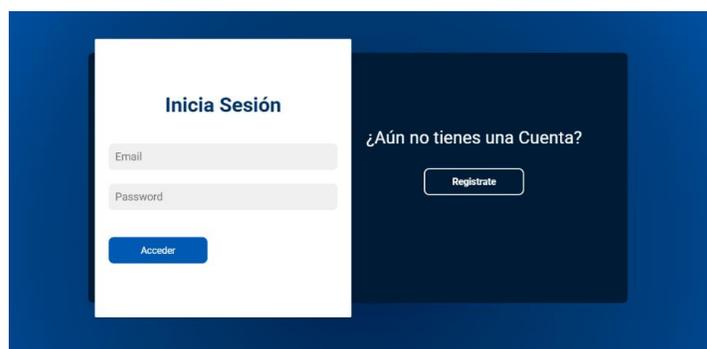
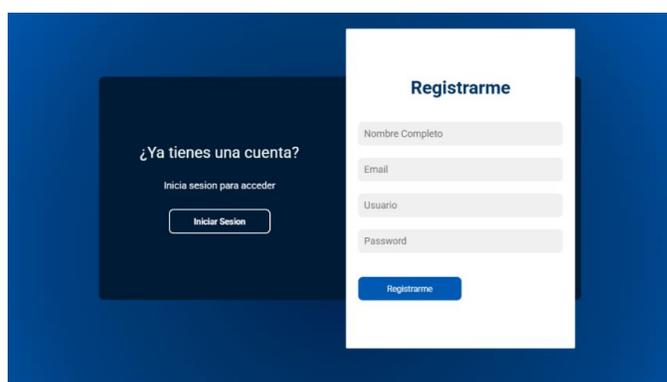


Figura 7. Proceso de autenticación de usuario

Fuente: elaboración propia

Unificando la principal actividad también es visible el registro de usuarios, lo cual permite la administración de usuarios y tener el conocimiento de que tipo de usuario entra al sistema. La figura 8 muestra el proceso de registro de usuario, que incluye la captura de datos y la validación de la información.

Otra actividad fundamental es el desarrollo de pantalla de alta de importar un archivo Excel al sistema (ver figura 9), con la finalidad de visualizar sus datos para el proceso de gestionar los datos.



id	nombre_completo	email	usuario	password
19	Denisse Pérez Botello	denidp@gmail.com	Denisse	d404559f602eab6fd602ac7680dacbfaadd13630335e951f09...
21	Christian	chris@gmail.com	chris	3c9909afec25354d551dae21590bb26e38d53f2173b8a3dc3e...
22	Francisco Javier Hernández Ángeles	javierlastmille@gmail.com	Javier Frank	d404559f602eab6fd602ac7680dacbfaadd13630335e951f09...
23	Dania Cortés Domínguez	daniacortes324@gmail.com	dani	d404559f602eab6fd602ac7680dacbfaadd13630335e951f09...
25	Sergio Cortés Hernández	sercorher@outlook.com	Sergio79	d404559f602eab6fd602ac7680dacbfaadd13630335e951f09...

Figura 8. Proceso de registro de usuario

Fuente: elaboración propia

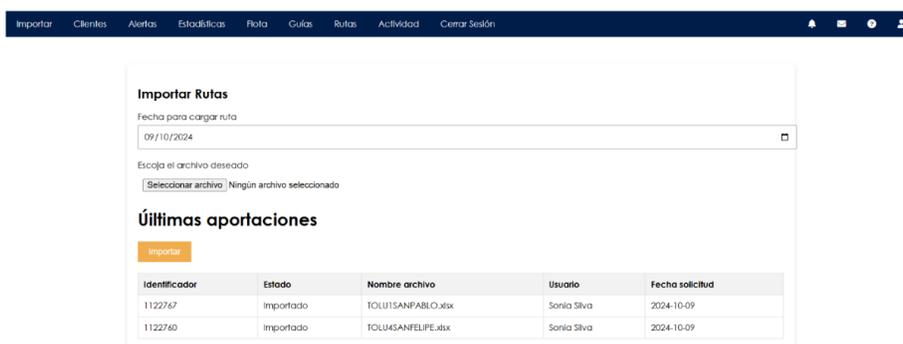


Figura 9. Importar archivo Excel, conocido como rutas

Fuente: elaboración propia

La figura 10 presenta la pantalla de “rutas” donde, es visible el Excel que fue cargado con anterioridad tomando en cuenta información visible como el usuario a quien fue asignado, fechas de inicio, creación y hora de inicio, con el propósito de tener un historial de archivos subidos al sistema, contando con filtros para conocer las rutas actuales o antiguas.



Figura 10. Registro de rutas cargadas al sistema identificadas por el usuario asignado

Fuente: elaboración propia



100CIATEC

En el apartado de “alertas” son marcados los clientes que tuvieron un pedido sin entrega, es decir, se muestra el motivo por el cual no lo fue, teniendo como propósito poder manejar un historial de los pedidos no entregados (ver figura 11).

Guía	Vehículo	Fecha	Estado
32966214	TLAX1	2025-03-11 22:47:42	2. No vive en domicilio
32965197	TLAX2	2025-03-11 22:47:32	5. Dirección incorrecta
32965498	TLAX3	2025-03-12 12:07:30	6. No tiene ficha de depósito
32966220	TLAX5	2025-03-13 15:30:10	1. Cliente rechazó el pedido
32965155	TLAX6	2025-03-14 08:22:45	3. Pedido no solicitado por la interesada
32965999	TLAX7	2025-03-15 10:05:30	4. No encontrarse en el domicilio
32965333	TLAX8	2025-03-16 14:50:00	7. Requiere reprogramación

Figura 11. Historial de alertas

Fuente: elaboración propia

Existe un módulo conocido como “Clientes” al presionarlo, directamente se descarga un archivo PDF (figura 12), con el propósito de tener el control de los usuarios que fueron registrados al sistema, clasificados por su inicial de su nombre y mostrando una tabla del ID de usuario, nombre y correo electrónico.

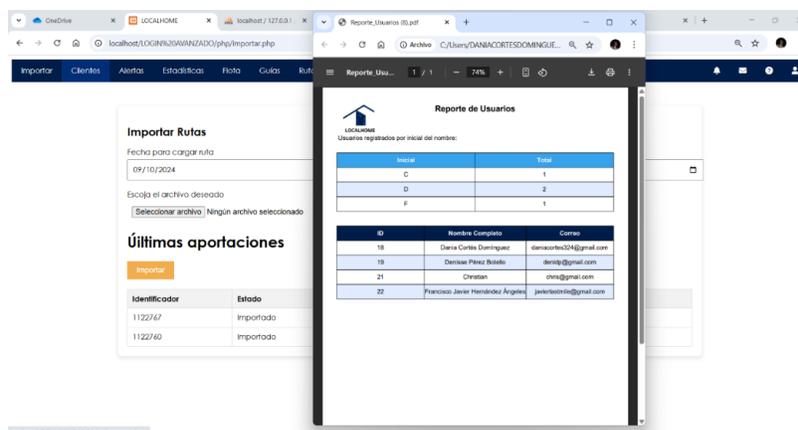


Figura 12. PDF de los usuarios que ingresaron al sistema

Fuente: elaboración propia

En el caso de la aplicación móvil fue el desarrollo de pantallas de alta en el que el repartidor. Con la finalidad de poder facilitar el uso al momento de gestionar la información de los clientes. A continuación, se presentan las pantallas con una pequeña definición del uso de cada una de ellas. La figura 13 presentada la pantalla de inicio de sesión de los repartidores, en donde el repartidor visualizase valida el usuario asignado que se le asigna y su clave de activación.





Figura 13. Autenticación del usuario.

Fuente: elaboración propia

figura 14, presenta la interfaz de inicio de ruta disponible, en donde al repartidor puede visualizar la ruta que se le asigno con una hora programada de inicio.

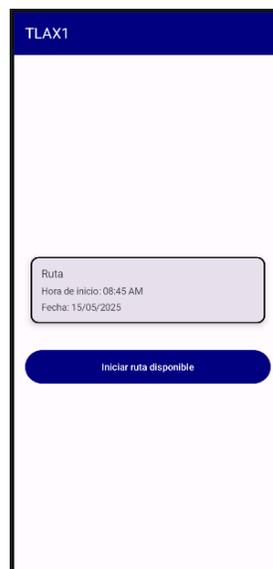


Figura 14. Interfaz de inicio de ruta disponible.

Fuente: elaboración propia



100CIATEC

La figura 15 muestra una lista de registro de datos de los clientes con el propósito de que el repartidor vea el historial de clientes para entregar pedidos.



Figura 15. Lista de registro de datos

Fuente: elaboración propia

Así mismo se visualiza la lista de los pedidos que no fueron entregados, con color rojo para que sea fácil de identificar como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Lista de pedidos No entregados

Fuente: elaboración propia



En la figura 17 se observa la lista de aquellos pedidos que, si fueron entregados, estos cuentan con un color verde para identificar de que los pedidos si llegaron a su destino.



Figura 17. Lista de pedidos Entregados.

Fuente: elaboración propia

6. Fase de mantenimiento

Para la elaboración de esta etapa, que sigue en curso lo que se desea conseguir es mejorar la calidad del sistema, lo cual, en el apartado de la aplicación móvil, es implementar de manera directa Google Maps, reducir errores en la carga de archivos, tomar en cuenta las interfaces más fáciles para el usuario con un formulario que se base en una sola pantalla y no en pantallas externas para el llenado del mismo al registrar un pedido entregado o no entregado.

4. Resultados de discusión

Los resultados obtenidos reflejan que la digitalización de los procesos de gestión de pedidos mediante una solución web y móvil tiene un impacto positivo en la eficiencia operativa de empresas como STANHOME. Antes de implementar el sistema como una herramienta sobre la administración de datos relacionados con los vales custodia se realizaban de forma manual utilizando hojas físicas. En la figura 18, es presentada una fotografía de vale custodia redactado manualmente.

100CIATEC

Se logró centralizar y digitalizar el registro de entregas, lo que permite generar con exactitud los documentos de custodia. Estos documentos, como los vales de custodia generados por la plataforma, contienen información precisa sobre el número de guía, el motivo por el cual el pedido fue regresado a la bodega correspondiente, así como se visualiza en la figura 19.

11/07/2024		12/07/2024		13/07/2024		14/07/2024	
135-6	49-4	137-6	68-4	148-6	48-4	164-4	
137-6	33-4	127-5	50-6	113-6	113-6	224-6	
99-6	122-4	124-4	38-6	146-6	146-6	151-6	
78-6	14-4	64-6	45-6	199-6	199-6	88-6	
101-6		51-6	98-4	208-6	208-6	93-6	
256-6	32 regresos	75-6	34-4	161-6	161-6	111-6	
253-6		136-6	38 regresos	117-6	58-6	66-6	
181-4		23-4		240-6	240-6	193-6	
193-6		110-6		225-6	225-6	8 regresos	
251-6		158-6		56-6	56-6		
198-6		150-6		243-6	243-6		
195-6		140-6		130-6	130-6		
118-6		130-6		191-6	191-6		
21-6		91-6		123-6	123-6		
40-4		15-6		187-6	187-6		
222-6		90-6		6-4	6-4		TOTAL
11-4		256-6		113-6	113-6		REGRESOS
125-6		232-6		43-4	43-4		ROTA
201-4		258-6		241-6	241-6		102
22-4		260-6		200-4	200-4		
12-6		247-6		156-4	156-4		
7-6		246-6		31-6	31-6		
210-6		131-4					
241-4		108-4					
119-4		2-6					
25-6		236-4					
67-6		218-6					
8-6		214-6					
		114-6					

Figura 18. Vale custodia redactada por repartidor.

Fuente: elaboración propia.

5. Conclusiones

La implementación del sistema web y la aplicación móvil para la gestión de pedidos en la empresa STANHOME permitió cumplir con el objetivo principal del proyecto: optimizar el proceso de registro, seguimiento y consulta de pedidos.

Se logró una mayor eficiencia operativa, reducción de errores humanos, y una mejora notable en la comunicación interna. La metodología en cascada facilitó un desarrollo ordenado, permitiendo que cada fase se ejecutara con base en los requerimientos establecidos.

Como trabajo futuro, se sugiere incorporar un módulo para generar reportes automáticos de ventas, así como la posibilidad de operar sin conexión a internet, garantizando la funcionalidad en zonas con conectividad limitada. Asimismo, se plantea realizar una evaluación a largo plazo del impacto del sistema en las ventas y la retención de asesoras.

Gerente: FLORINA DE LA CRUZ ZAMORA NAVA
Lugar: RUTA-TLAXCALA

LV: 17-8
Fecha: 12/05/2025

Campaña: C8/2025
Porteador: 1751

Pedidos: 97
Monto Pedidos: \$31,808.82
Monto COD: \$10,306.18

Folio: 1782025A-47
Importe Máximo: \$0.00
Fecha Impresión: 12/05/2025

#	Consejera	Nombre Consejera	Clave Devolución	Clave Premios	Remisión	Cajas	C.O.D. por Recuperar	Entregó ficha y factura firmada	Devolvió pedido a bodega	Comprobó la entrega	C.O.D. Recuperado	Comentarios
56	36903417	KARINA BONILLA ROSALES	DOMICILIO NO LOCALIZADO		33257506	1	\$0.00				\$0.00	-
121	37096468	GABRIELA JUAREZ GOMEZ	DOMICILIO NO LOCALIZADO		33257538	2	\$0.00				\$0.00	-
82	37115821	FATIMA GUTIERREZ ZAMORA	NO ENCONTRARSE EN SU DOMICILIO		33257544	1	\$0.00				\$0.00	-
59	37134657	MARTHA MOLINA HERNANDEZ	NO ENCONTRARSE EN SU DOMICILIO		33257573	1	\$0.00				\$0.00	-
57	37127461	MARIO PEREZ PEREZ	DOMICILIO NO LOCALIZADO		33257567	1	\$0.00				\$0.00	-
84	37133428	NORA HILDA SALAS RODRIGUEZ	DOMICILIO NO LOCALIZADO		33257570	1	\$0.00				\$0.00	-
28	35489814	RAMONA VERONICA ROBLES VAZQUEZ	DOMICILIO NO LOCALIZADO		33257480	1	\$788.40				\$0.00	-
109	37127412	RAYMUNDO GONZALEZ ATONAL	DOMICILIO NO LOCALIZADO	64348 (2)	33257564	2	\$0.00				\$0.00	-
110	5521745	PATRICIA ANGELES SANCHEZ	NO ENCONTRARSE EN SU DOMICILIO		33257451	2	\$0.00				\$0.00	-
126	34879957	CRESCENCIA SANCHEZ GALLEGOS	NO TIENE FICHA DE DEPÓSITO (COD)		33257474	2	\$2,505.39				\$0.00	-

Figura 19. Vale de custodia generado por la plataforma de la empresa.

Fuente: elaboración propia.

6. Referencias

- Adelina. (2024). Políticas de stock: qué son, su importancia y cómo gestionarlas eficazmente. Valerdat | Purchase Like Tomorrow. <https://valerdat.com/blog/politicas-de-stock/>
- Admin. (2023). Aplicaciones móviles de gestión de pedidos: Optimiza tu negocio - Mantenimientos Informáticos en Valencia. Master System SL. <https://mastersystemsl.com/aplicaciones-moviles-de-gestion-de-pedidos-optimiza-tu-negocio/>
- Alemán de la Torre, L., Padilla Aguiar, D., & Piñero Rodríguez, N. A. (2021). Sistema de gestión logístico para procesos de servicios. *Ingeniería Industrial*, 42(2), 232-262.
- Ávila, S. (2021). Guía práctica: logística y distribución física internacional. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá. Legis S.A
- Carreño, D. A., Amaya, L. F., Ruiz, E. T., & Tiboche, F. J. (2020). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22 (1), pp. 113-122. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81661270007>
- Huamán, S. M y Alvarado, M. A. (2021). Aplicaciones informáticas y desarrollo de software. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA. <https://repositorio.autonomaedica.edu.pe/handle/20.500.14441/916>
- Melero, J. (2024). ¿Qué es la Logística Interna? ¿Cuándo debemos emplearla? Transgesa. [https://www.transgesa.com/blog/logistica-interna-que es/#Que_es_la_Logistica_Interna](https://www.transgesa.com/blog/logistica-interna-que-es/#Que_es_la_Logistica_Interna)

ESTRATEGIAS DE CALIDAD PARA LA MEJORA CONTINUA DEL SERVICIO AL CLIENTE EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE PERFORACIÓN DE POZOS EN GUAMÚCHIL, SINALOA

Pérez, López-Jorge Humberto¹, Báez, Hernández-Grace Erandy², Alzate, Espinoza-Juan Héctor³

1. Estudiante de Maestría en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, jorgehumbertoperezlopez@gmail.com
2. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, grace.bh@guasave.tecnm.mx
3. División de Ciencias Mecánicas Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, juan.ae@guasave.tecnm.mx

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del servicio al cliente en una empresa regional de perforación de pozos en Guamúchil, Sinaloa, y proponer estrategias de mejora. Se utilizó un enfoque cualitativo basado en la técnica del Mystery Shopper, mediante doce observaciones estructuradas en tres canales de atención: presencial, telefónico y en campo. El instrumento de recolección fue una lista de cotejo validada con cinco dimensiones clave de atención. Los resultados señalaron fortalezas en el saludo inicial, pero deficiencias en la asesoría técnica y en el cierre o seguimiento, especialmente en la atención telefónica. Como respuesta, se propusieron acciones concretas como capacitaciones técnicas especializadas, guías estandarizadas de atención y un protocolo de seguimiento posterior al servicio. Estas estrategias buscan mejorar la experiencia del cliente y fortalecer la competitividad de la empresa en un sector con alta especialización técnica.

Palabras Clave: Atención al cliente, empresa de perforación, evaluación del servicio, mejora continua, mystery Shopper

Abstract: The present study aimed to evaluate the quality of customer service in a regional well-drilling company in Guamúchil, Sinaloa, and to propose improvement strategies. A qualitative approach based on the Mystery Shopper technique was used, involving twelve structured observations across three customer service channels: in-person, telephone, and field visits. Data collection was conducted using a validated checklist with five key dimensions of service. The results indicated strengths in the initial greeting but identified deficiencies in technical advice and in the closing or follow-up phase, particularly in telephone interactions. As a response, concrete actions were proposed, such as specialized technical training, standardized customer service scripts, and a formal follow-up protocol. These strategies aim to enhance



the customer experience and strengthen the company's competitiveness in a sector with high technical specialization.

Keywords: Customer service, Well-drilling company, Service evaluation, Continuous improvement, Mystery Shopper.

1. Introducción

En sectores especializados como la perforación y mantenimiento de pozos profundos, la calidad del servicio al cliente representa un factor decisivo para la competitividad y el posicionamiento en el mercado. Aunque estos servicios tienen un fuerte componente técnico, aspectos como la atención, la claridad en la información y el seguimiento marcan una diferencia significativa en la experiencia del cliente y en su nivel de satisfacción.

A pesar de esta relevancia, muchas empresas carecen de mecanismos eficaces para evaluar de manera objetiva el trato que brindan a sus usuarios. Una de las herramientas más utilizadas para este propósito es la técnica del Mystery Shopper, la cual permite observar el servicio desde la perspectiva del cliente mediante evaluaciones encubiertas y estructuradas. Esta estrategia, originada en el ámbito comercial, ha comenzado a ser adaptada con éxito en contextos técnicos e industriales, donde cobra valor la percepción del servicio más allá de los aspectos puramente operativos.

Estudios recientes confirman que estas técnicas aportan información valiosa para identificar fallas en la atención, fortalecer procesos internos y fomentar una cultura de mejora continua (Silva-Treviño et al., 2021; Botines-Carreño & Briones-Saltos, 2024). Sin embargo, en empresas de servicios técnicos como las dedicadas a la perforación de pozos, aún existe una brecha en la implementación sistemática de estos diagnósticos.

2. Delimitación contextual

La presente investigación se desarrolló en la empresa Pozos Profundos Javier Angulo, ubicada en Guamúchil, Sinaloa, especializada en la perforación, mantenimiento y rehabilitación de pozos profundos para aplicaciones agrícolas, industriales y domésticas. Aunque la empresa cuenta con una sólida trayectoria técnica, enfrenta desafíos relacionados con la calidad en la atención al cliente, especialmente en procesos como la cotización de servicios, la asesoría técnica personalizada y el seguimiento posterior a la ejecución del trabajo.



100CIATEC

En este contexto, se implementó la técnica del Mystery Shopper como herramienta de análisis para evaluar la experiencia del cliente de forma estructurada y objetiva. Esta metodología ha demostrado ser efectiva para identificar áreas de mejora en la atención al cliente, incluso en sectores técnicos. Por ejemplo, un estudio reciente aplicó el Mystery Shopping para evaluar la eficiencia del servicio al cliente en empresas de distribución de energía eléctrica, enfocándose en servicios de facturación, resolución de quejas y procesos de nuevas conexiones (Lobo & Shetty, 2025).

Además, investigaciones han destacado que el Mystery Shopping permite observar directamente las interacciones entre empleados y clientes, proporcionando evidencia detallada sobre el cumplimiento de los estándares de servicio y la calidad de la comunicación del personal (Jankal & Jankalová, 2021).

Entre las limitaciones del estudio se encuentra el tamaño reducido de las observaciones y la posible subjetividad del evaluador; sin embargo, se utilizó un instrumento estandarizado con criterios previamente definidos para mitigar tales efectos y garantizar la coherencia en los hallazgos.

3. Metodología

El presente estudio empleó un enfoque cualitativo, descriptivo y de observación directa, el cual resulta adecuado para comprender en profundidad las interacciones y comportamientos del personal durante la atención al cliente en un contexto real. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cualitativo permite interpretar fenómenos sociales y organizacionales en su contexto natural, favoreciendo la identificación de patrones, percepciones y dinámicas que no pueden captarse mediante métodos cuantitativos tradicionales. Además, es especialmente útil para explorar situaciones complejas y específicas, como la calidad en la atención al cliente en empresas con alto contenido técnico.

La técnica principal utilizada fue el Mystery Shopper, una herramienta de investigación aplicada en múltiples sectores para evaluar la calidad del servicio de forma objetiva. Este método consiste en visitas encubiertas realizadas por evaluadores previamente capacitados, quienes simulan ser clientes reales y documentan su experiencia de manera estructurada (Jankal & Jankalová, 2021). La técnica del Mystery Shopper permite identificar fallas en el servicio, áreas de oportunidad y puntos críticos que afectan la percepción y satisfacción del cliente (Silva-Treviño et al., 2021).



100CIATEC

Aunque históricamente ha sido empleada en entornos comerciales, estudios recientes destacan su efectividad para adaptarse a sectores técnicos e industriales, aportando datos valiosos sobre la interacción entre clientes y personal especializado (Botines-Carreño & Briones-Saltos, 2024). La muestra del estudio consistió en doce interacciones simuladas, distribuidas en tres canales de contacto clave: atención presencial en oficina, atención telefónica y consulta técnica en campo, con cuatro observaciones por canal. Estas observaciones se realizaron durante un periodo de dos semanas, abarcando distintos días y horarios, lo que permitió captar comportamientos naturales y minimizar el sesgo de observación. Las visitas fueron realizadas por dos evaluadores, quienes alternaron sus roles para obtener diferentes perspectivas y reforzar la validez de los datos obtenidos.

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento estructurado tipo lista de cotejo, compuesto por cinco dimensiones esenciales de la atención al cliente: saludo inicial, identificación de necesidades, calidad de la asesoría técnica, ofrecimiento de soluciones alternativas, y cierre o seguimiento de atención. Cada dimensión fue evaluada mediante una escala dicotómica (sí/no) y acompañada de observaciones cualitativas detalladas. El uso de listas de cotejo como herramienta metodológica ha demostrado ser eficaz para sistematizar la información y permitir la comparación de resultados (Lobo & Shetty, 2025). Además, la lista de cotejo fue validada por tres especialistas en gestión del servicio y adaptada específicamente al contexto técnico-operativo de la empresa.

El análisis de los datos combinó la codificación temática de las observaciones cualitativas con el análisis descriptivo de los datos obtenidos en la lista de cotejo. Este enfoque mixto dentro de la investigación cualitativa permitió identificar patrones, comportamientos recurrentes y áreas críticas que impactan directamente la calidad del servicio. Según Hernández et al. (2014), esta triangulación fortalece la validez y confiabilidad de los hallazgos.

La elección de la técnica del Mystery Shopper se justifica por su capacidad para revelar deficiencias del servicio que no son evidentes mediante encuestas convencionales o métodos cuantitativos, especialmente en empresas técnicas donde la relación cliente-proveedor exige un entendimiento profundo de las necesidades (GreenBook, 2024). Además, al tratarse de un entorno especializado, el enfoque cualitativo y la aplicación estructurada de esta técnica garantizan una visión holística y detallada de las áreas de mejora.



Para mitigar posibles limitaciones metodológicas, se aplicó un protocolo estandarizado en todas las observaciones, se capacitó rigurosamente a los evaluadores y se diversificaron los momentos de las visitas, lo que permitió obtener datos confiables y representativos. Estas precauciones metodológicas aseguran que los resultados y las conclusiones derivadas sean relevantes y válidas para proponer estrategias de mejora adaptadas a las particularidades de la empresa y del sector.

4. Resultados

Durante la aplicación de la técnica del Mystery Shopper, se realizaron doce observaciones estructuradas, distribuidas equitativamente en tres canales de atención: presencial en oficina, telefónica y técnica en campo. El propósito de estas observaciones fue identificar patrones de comportamiento del personal durante el proceso de atención al cliente y evaluar su desempeño en cinco dimensiones clave, mediante una lista de cotejo específicamente diseñada para este estudio y que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de cotejo utilizada para evaluar la atención al cliente

Nº	Dimensión evaluada	Ítem evaluado
1	Saludo inicial	El personal brinda un saludo cortés y profesional al inicio de la interacción.
2	Saludo inicial	El personal se presenta con nombre o identificación de la empresa (cuando aplica).
3	Identificación de necesidades	El personal indaga activamente y escucha atentamente las necesidades expresadas por el cliente.
4	Identificación de necesidades	El personal realiza preguntas de sondeo para precisar los requerimientos del cliente.
5	Asesoría técnica	El personal proporciona información técnica clara y fundamentada.
6	Asesoría técnica	El personal demuestra conocimiento y dominio sobre los procesos y servicios ofrecidos.
7	Ofrecimiento de soluciones	El personal presenta alternativas o soluciones cuando la solicitud inicial no puede ser atendida de inmediato.
8	Ofrecimiento de soluciones	El personal explica las ventajas y posibles limitaciones de las soluciones propuestas.
9	Cierre o seguimiento de atención	El personal finaliza la interacción de forma cordial y clara, despidiéndose adecuadamente.
10	Cierre o seguimiento de atención	El personal informa sobre posibles seguimientos o acciones posteriores (llamadas de verificación o correos para confirmar satisfacción).

Fuente: Elaboración propia



La lista de cotejo (como se puede observar en la Tabla 1) se elaboró considerando las dimensiones fundamentales de la calidad en el servicio al cliente, adaptadas a las características de la empresa y fundamentadas en literatura especializada sobre evaluación cualitativa (Hernández et al., 2014; Jankal & Jankalová, 2021). Cada dimensión comprendió dos ítems específicos que permitieron documentar aspectos como el saludo inicial, la identificación proactiva de las necesidades, la calidad de la asesoría técnica, el ofrecimiento de soluciones alternativas y el cierre o seguimiento de la atención.

Cada ítem fue evaluado mediante una escala dicotómica (sí/no) y complementado con observaciones cualitativas detalladas para documentar matices relevantes en el desempeño (Lobo & Shetty, 2025).

Es importante aclarar que esta lista de cotejo no deriva de un estándar interno formal de la empresa, ya que la organización no contaba con manuales ni protocolos de servicio establecidos al momento del estudio. Por ello, el instrumento fue diseñado como propuesta metodológica ad hoc, fundamentada en literatura especializada y buenas prácticas de atención al cliente (Botines-Carreño & Briones-Saltos, 2024). Esto implica que los resultados obtenidos representan un diagnóstico externo que puede servir de base para la creación de estándares internos de servicio. Los resultados cuantitativos generales, que se muestran en la Tabla 2, reflejaron fortalezas en la dimensión de saludo inicial (92% de cumplimiento), mientras que se identificaron áreas de mejora significativas en la asesoría técnica (58%) y en el cierre o seguimiento (50%). La dimensión de identificación de necesidades alcanzó un 75% de cumplimiento, y el ofrecimiento de soluciones un 67%.

Tabla 2. Resultados generales por dimensión del servicio (n = 6 observaciones)

Dimensión evaluada	Interacciones con cumplimiento	Porcentaje de cumplimiento
Saludo inicial	11	92%
Identificación de necesidades	9	75%
Asesoría técnica	7	58%
Ofrecimiento de soluciones	8	67%
Cierre y seguimiento	6	50%

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

El análisis detallado por canal de atención, como se presenta en la Tabla 3, muestra que la atención técnica en campo obtuvo el desempeño más alto, mientras que la atención telefónica presentó las principales deficiencias, especialmente en el cierre o seguimiento (25%), mientras que la atención presencial mostró un desempeño intermedio.

Tabla 3. Desglose de cumplimiento (%) por canal de atención al cliente

Dimensión	Oficina	Teléfono	Campo
Saludo inicial	100%	75%	100%
Identificación de necesidades	75%	50%	100%
Asesoría técnica	50%	50%	75%
Ofrecimiento de soluciones	75%	50%	75%
Cierre y seguimiento	50%	25%	75%

Fuente: Elaboración propia



La Figura 1 presenta de manera visual la distribución de los porcentajes de cumplimiento por dimensión evaluada, lo que permite identificar claramente las fortalezas y debilidades en el servicio. Como se puede observar, la dimensión de saludo inicial obtuvo el mayor porcentaje de cumplimiento, mientras que la dimensión de cierre y seguimiento alcanzó el menor desempeño, evidenciando la necesidad de estandarizar protocolos formales de finalización de la atención.

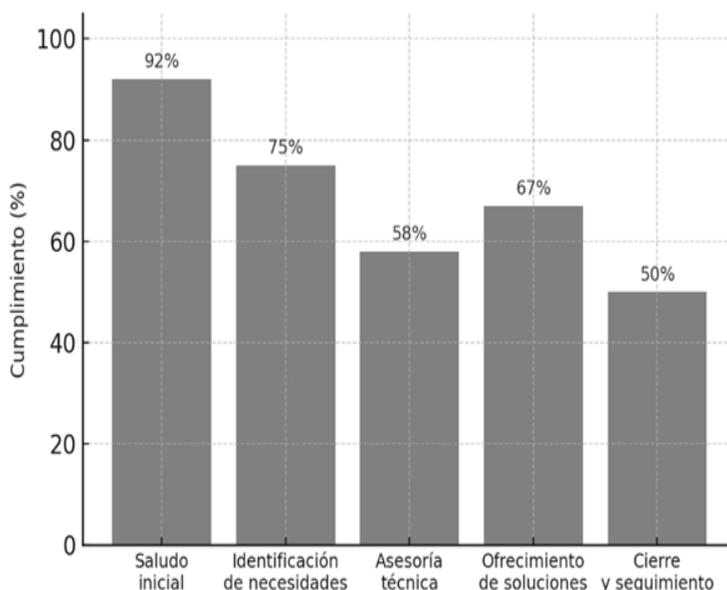


Figura 1. Distribución de los porcentajes de cumplimiento por dimensión evaluada.

Fuente: Elaboración propia

Las observaciones cualitativas, registradas junto con la lista de cotejo, indicaron que, aunque el personal mostró cortesía y amabilidad en el saludo inicial, existieron deficiencias notables en la profundización de las necesidades del cliente y en la claridad de la asesoría técnica brindada. Por ejemplo, en algunos casos, el personal asumía la solicitud inicial como la única necesidad y no indagaba en requerimientos adicionales, lo que evidenció una falta de atención proactiva. Asimismo, se observó que el personal de oficina y teléfono no siempre dominaba aspectos técnicos clave de los servicios ofrecidos, lo que generó inseguridad en las recomendaciones presentadas. Esto subraya la necesidad de capacitaciones técnicas más sólidas y de la formalización de protocolos que garanticen la consistencia de la asesoría (Silva-Treviño et al., 2021).



100CIATEC

El aspecto más crítico identificado fue la ausencia de un protocolo de cierre y seguimiento. En la mayoría de las interacciones, no se realizaron acciones para verificar la satisfacción posterior o para fomentar la continuidad de la relación comercial, lo que puede repercutir negativamente en la fidelización del cliente (Botines-Carreño & Briones-Saltos, 2024).

Estos resultados, obtenidos mediante un instrumento estructurado y validado como se detalla en la lista de cotejo (Tabla 1) y reforzados con la visualización gráfica (Figura 1), destacan la necesidad de implementar acciones de mejora, como capacitaciones técnicas, estandarización de procesos y desarrollo de protocolos formales de seguimiento. Estas estrategias son fundamentales para fortalecer la calidad de la atención y consolidar la competitividad de la empresa en el sector.

5. Conclusiones

La aplicación de la técnica del Mystery Shopper en la empresa Pozos Profundos Javier Angulo, ubicada en Guamúchil, Sinaloa, permitió aproximarse a la comprensión de los comportamientos del personal en distintos canales de atención al cliente. Los resultados obtenidos reflejan fortalezas claras en el saludo inicial y la disposición del personal, pero también evidencian deficiencias en la asesoría técnica y en el cierre o seguimiento del servicio, especialmente en el canal telefónico. Es importante reconocer que, al tratarse de un enfoque cualitativo, los hallazgos obtenidos no constituyen mediciones objetivas en el sentido estricto de las ciencias exactas, sino aproximaciones que dependen del contexto y de la interacción con cada persona evaluada, incluyendo factores como su estado de ánimo y nivel de involucramiento.

Estos hallazgos, a pesar de las limitaciones inherentes al enfoque cualitativo y la falta de estandarización interna, aportan información relevante como diagnóstico inicial y base para proponer estrategias de mejora en la experiencia del cliente. Acciones como la capacitación continua, la formalización de protocolos de seguimiento y la estandarización de procesos resultan prioritarias para fortalecer la calidad del servicio y consolidar la confianza del cliente.



100CIATEC

La relevancia de este estudio radica en que demuestra la adaptabilidad del Mystery Shopper como herramienta práctica de evaluación, más allá de su uso tradicional en el sector comercial. Su aplicación en empresas técnicas permite identificar puntos críticos de la atención, siempre reconociendo que los resultados obtenidos son aproximaciones contextualizadas (GreenBook, 2024). Además, tendencias recientes en atención al cliente destacan la importancia de personalizar la experiencia, establecer procesos de seguimiento y utilizar herramientas que permitan evaluar la interacción de manera integral (Gartner, 2025; Zendesk, 2025).

Desde un enfoque estratégico, se propone que la empresa valide y adapte la lista de cotejo a sus procesos internos, generando estándares propios y fortaleciendo su competitividad en un mercado especializado (Noorsyah, Widyaningsih, & Andriana, 2024). Como línea futura de investigación, se plantea replicar esta metodología en otras empresas de servicios técnicos, así como complementar los resultados con métodos mixtos que integren la percepción del cliente real mediante encuestas paralelas, promoviendo la triangulación y la mejora continua de la atención.

La relevancia de este estudio radica en que demuestra la adaptabilidad del Mystery Shopper como herramienta práctica de evaluación, más allá de su uso tradicional en el sector comercial. Su aplicación en empresas técnicas permite identificar puntos críticos de la atención, siempre reconociendo que los resultados obtenidos son aproximaciones contextualizadas (GreenBook, 2024). Además, tendencias recientes en atención al cliente destacan la importancia de personalizar la experiencia, establecer procesos de seguimiento y utilizar herramientas que permitan evaluar la interacción de manera integral (Gartner, 2025; Zendesk, 2025).

6. Referencias

- Botines-Carreño, F., & Briones-Saltos, L. (2024). La calidad del servicio y la satisfacción del cliente en la Empresa CNEL EP Manabí. 593 Digital Publisher CEIT, 9(4), 155–172. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.4.2498>
- Fortune Business Insights. (2024). Mystery Shopping Services Market Size, Share & Growth [2032]. <https://www.fortunebusinessinsights.com/mystery-shopping-services-market-111774>
- Gartner. (2025). Top 5 customer service trends and priorities that matter most in 2025. <https://www.gartner.com/en/customer-service-support/insights/service-leaders-priorities>
- GreenBook. (2024). How does mystery shopping work? <https://www.greenbook.org/insights/research-methodologies/how-does-mystery-shopping-work>



100CIATEC

- Hernández, M. A., & López, J. P. (2024). Evaluación de la percepción de calidad en servicios de consultoría y capacitación. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 11(1), 1–15. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/4556>
- Jankal, R., & Jankalová, M. (2021). Mystery Shopping – The Tool of Employee Communication Skills Evaluation. *Business: Theory and Practice*, 12(1), 45–49. <https://doi.org/10.3846/btp.2011.05>
- Lobo, G. A., & Shetty, D. (2025). Evaluating Customer Service Efficiency in Power Distribution Companies through Mystery Shopping. *PowerTech Journal*, 49(1), 418–430. <https://powertechjournal.com/index.php/journal/article/view/1550>
- Noorsyah, M. N., Widyaningsih, A., & Andriana, D. (2024). Pricing strategy and service quality improvement to optimize customer satisfaction: A systematic literature review. *International Journal of Business, Law and Education*, 5(2), 2827–2835. <https://www.researchgate.net/publication/387403185>
- Silva-Treviño, J. G., Macías-Hernández, B. A., Tello-Leal, E., & Delgado-Rivas, J. G. (2021). La relación entre la calidad en el servicio, satisfacción del cliente y lealtad del cliente: Un estudio de caso de una empresa comercial en México. *CienciaUAT*, 15(2), 85–100. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i2.1380>
- Zendesk. (2025). 92 customer service statistics you need to know in 2025. <https://www.zendesk.com/blog/customer-service-statistics/>



COMPORTAMIENTO DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR COMPUESTO DE ALTA TEMPERATURA ACCC CON NÚCLEO DE FIBRA DE CARBONO MEDIANTE PRUEBAS TERMO-MECÁNICAS

Daniel, Pérez-Gerardo¹, Esquivel, Sánchez-Miguel. A²., Jurado, Pérez-Fernando³, Méndez, Gutiérrez-Julio C⁴.

1. Docente, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, gerardo.dp@irapuato.tecnm.mx
2. Docente, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, miguel.es@irapuato.tecnm.mx
4. Docente, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, fernando.jp@irapuato.tecnm.mx
5. Estudiante, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, mip22110015@irapuato.tecnm.mx

Resumen: La implementación del cable conductor de alta temperatura baja flecha es una solución viable para solventar las necesidades de transmisión de energía a través del sistema eléctrico nacional SEN, coadyuvando al crecimiento de las cargas interconectadas que requieren mayor exigencia para el sistema de tal modo reabasteciendo y cubriendo las necesidades del sistema. A través del presente análisis, y mediante la validación del cable conductor bajo estudio el cual emplea una composición con mayor pureza, en su diseño a través de diversas geometrías en los alambres, además de que la geometría trapezoidal aporta esenciales propiedades eléctricas, donde el reto es el aporte necesario en las propiedades mecánicas, por lo cual es de vital importancia obtener un núcleo que cumpla con las exigencias de operación, el cable ACCC cumple constituyéndose mediante un polímero resistente, muy en particular un núcleo compuesto por fibras de carbono y fibras de vidrio embebidos en una resina especial, por lo cual se ha desarrollado diversas tecnologías que permitan elevar la capacidad de conducción al conservar sus propiedades mecánicas, la capacidad de resistencia a la tensión, baja flecha térmica permitiendo utilizar un menor número de estructuras al poder operar a mayores distancias, a su vez presentando una menor catenaria al estar en operación y operar a una temperatura del orden de 180°C.

El cable bajo experimentación está considerado a prueba en un circuito de transmisión de la ciudad de México, por lo cual es de vital importancia obtener a través del análisis experimental una caracterización en el cual poder destacar, ruptura del conductor, aplicando carga mecánica constante N, pruebas de elevación de temperatura analizando estas propiedades térmicas y la ampacidad del conductor.

Palabras clave: Cable ACCC, pruebas mecánicas.



Abstract: The implementation of high-temperature, low-sag conductor cable is a viable solution to meet the energy transmission needs of the National Electrical System (SEN), supporting the growth of interconnected loads that demand greater system performance, thereby replenishing and fulfilling the system's requirements. Through this analysis and the validation of the conductor cable under study which utilizes a higher-purity composition in its design through various wire geometries, its trapezoidal geometry provides essential electrical properties. However, the challenge lies in ensuring the necessary mechanical properties, making it crucial to obtain a core that meets operational requirements. The ACCC cable achieves this by being composed of a durable polymer, specifically a core made of carbon and glass fibers embedded in a specialized resin. As a result, various technologies have been developed to enhance conduction capacity while maintaining mechanical properties, tensile strength, and low thermal sag. This allows for the use of fewer structures by enabling operation over greater distances while also reducing catenary sag during operation, functioning at a temperature of approximately 180°C

Keywords: ACCC composite cable, mechanical test.

1. Introducción

El conductor de alta temperatura con núcleo de fibra de carbono ACCC diseñado para conducir tensión al máximo nivel de operación a nivel nacional diseñado para ser instalado en líneas de alta tensión, y debido a las características es considerado una de las mejores opciones para proyectos de infraestructura recientes y proyectos de repotenciación de circuitos, lo cual lo hace necesario por la demanda creciente debido al aumento de carga en todo el país, así como para crear enlaces entre las centrales eléctricas y las subestaciones reductoras destinadas a distribuir el voltaje en media tensión, aunado a ser una opción ideal al contar con una característica objetiva de temperatura de operación en el orden de los 180°C a 240°C mayor a la temperatura normal de operación de un conductor convencional básico (Glover et al., 2017)

El conductor ACCC es un cable compuesto innovador entre conductores de líneas de transmisión, presentando algunas características composicionales que brinda robustes en propiedades, mayor resistencia mecánica brindándole al núcleo compuesto por fibra de carbono y fibra de vidrio, una mayor confiabilidad a diferencia de núcleos compuestos por aleaciones metálicas, además de una menor densidad, aporte del núcleo, adicional a las coronas de aluminio contando con una composición geométrica trapezoidal en sus alambres de aluminio, que permiten un mejor aprovechamiento de conducción teniendo contacto con una mayor área de su sección transversal a diferencia del diseño convencional ACSR en sus alambres que pierde área de contacto que puede ser aprovechado como lo provee el conductor ACCC (Zhu et al., 2021)

Este conductor es considerado de nivel global demostrando una excelente robustes debido a las características en circuitos de potencia, además de los aspectos mecánicos de diseño y con una



propiedad de incremento de capacidad de transmisión, desde el aumento de la temperatura de operación, el cable presenta una baja flecha, el aporte de los núcleos compuestos por esta tecnología, permite la instalación en claros de longitud mayor, proyectando un menor número de estructuras, este aporte de la capacidad que tiene el cable de sufrir una menor proporción de deformación, debido a los calentamientos del material ocasionado por los esfuerzos electro-mecánicos a los que están sometidos en las líneas de transmisión (Hakansson et al., 2015).

En la Figura 1 se aprecia una perspectiva del conductor de alta temperatura de baja flecha ACCC a través de dos cortes de sección transversal.



Figura 1. Perspectiva del cable de alta temperatura ACCC.

Fuente: Elaboración propia

Una vez descrito y analizado los antecedentes del conductor ACCC se presentan algunos análisis de estudio que propician al desarrollo de la revisión para determinar sus propiedades previamente a su instalación (Waluyo & Rohendi, 2018). Por lo tanto, una de las prioridades es conocer el efecto que causan sobre el conductor las condiciones electromecánicas a las cuales estará expuesto durante su operación, por lo cual es necesario asegurar por medio de condiciones controladas algunas pruebas de laboratorio (Du et al., 2013). Para el conductor se asegura sus propiedades termo-mecánicas debido a que el conductor durante su operación está expuesto a cargas mecánicas, eléctricas y térmicas, causadas por su función durante la transmisión de energía eléctrica, por corrientes de corto circuito, descargas atmosféricas, galopeo, vibración eólica, y cargas axiales causadas por la formación de hielo en zonas con climas donde las temperaturas llegan a estar por debajo de 0°C (Kachhadiya et al., 2020). Comenzando con las pruebas de comportamiento mecánico al conductor de calibre 1020 a instalarse en la nueva infraestructura planeada. El análisis del tren de pruebas determinara las propiedades para asegurar su compatibilidad con los datos normativos, fichas técnicas, aunado

a realizar la comparación entre los resultados obtenidos y los valores de la especificación CFE E0000-36. Donde la viabilidad de destacar la aplicación del fenómeno relacionado con la elevación de temperatura, por la operación natural del conductor bajo condiciones controladas, y la resistencia que opone ante las cargas mecánicas aplicadas transversalmente en su sección transversal, aplicando ensayos de tensión mecánica, hasta llevarlos a la ruptura con el fin de determinar en lo posible sus propiedades (Fan et al., 2020).

2. Sustento Teórico

El análisis de una muestra del conductor de alta temperatura de aluminio con núcleo compuesto de fibras de carbono y fibras, denominado Drake TW Ø 28.60 mm (1025.6 kcmil). En la cual se implementó la preparación y la maniobra de ponchado del corte en una sección transversal de 15 m. de longitud que se denominara muestra A y B, En la Figura 2 se puede apreciar las muestras bajo prueba, el análisis y especificación se describe a continuación: De la inspección visual, muestra A presenta dos coronas compuesto de alambres de aluminio en forma trapezoidal dando un total de 22 alambres y un núcleo de fibra de carbono, con una temperatura de operación nominal de 180 °C y una temperatura de emergencia de 200 °C para un rango de tiempo de hasta 10 000 horas sobre la vida útil del conductor (Gambilongo et al., 2023).



Figura 2. Cables ACCC compuesto de fibras de carbono.

Fuente: Elaboración propia

100CIATEC

Destacando este núcleo (fibra de carbono) es menos denso que un núcleo de acero o aleación metálica y puede contener mayor resistencia mecánica, con un bajo coeficiente de expansión desde temperaturas criogénicas hasta aproximadamente 180°C es decir tienen una mínima expansión o contracción con los cambios de temperatura. Lo cual lo hace ideal para ser instalado en las torres de alta tensión a largas distancia presentando una menor flecha que un conductor convencional (Mohd Nawi et al., 2019). Además de eso en su inspección visual se observa que se trata de elementos nuevos y la superficie del conductor se encuentra sana y se conforma para el conductor Drake denominado 1020 que integran dos coronas y por parte del núcleo se encuentran el núcleo compuesto por fibras de carbono y fibras de vidrio embebidos en una resina. En las Figura 3 se presenta una muestra del conductor ACCC en donde se puede verificar su núcleo de fibra de carbono.



Figura 3. Cable ACCC seccionado 1020 denominado Drake TW.

Fuente: Elaboración propia

Algunas de las recomendaciones de la teoría del presente análisis es realizar un estudio de factibilidad para considerar algunas pruebas típicas específicamente con un enfoque en la temperatura de operación debido a la conducción de energía eléctrica, esfuerzos mecánicos, destacando los ensayos elevación de temperatura, que básicamente consiste en la inyección de corriente, en el caso específico del cable de la Figura previa es 1.1 kA a través de una fuente para elevar la temperatura, conjuntamente con el ensayo de tensión mecánica del producto terminado consistiendo en aplicar tensión mecánica por medio de una máquina de tensión horizontal a un par de muestras (en donde se deberá confirmar homogeneidad de resultados) de

100CIATEC

cable de 15 metros, con los siguientes datos del cable para la presente prueba, cable Drake 1020 ACCC, con una fuerza de 183.3 kN, y en la prueba de comportamiento termo-mecánico de 36.8 Kn o 3751 kg-f, una ampacidad de 1706 amperes, concluyendo en el fallo del elemento, posteriormente se realizara para este caso una inspección microscópica para determinar la sanidad del elemento una vez falladas las muestras, esto a nivel micro en donde se observara las condiciones del núcleo bajo estudio (Atanasovski et al., 2019).

3. Metodología.

En relación con la normativa, diversas pruebas eléctricas y mecánicas son necesarias para validar la calidad y/o condiciones en las que se encuentran los conductores de alta temperatura, estos conductores son conocido como Drake TW Ø 28.60 mm (1025.6 kcmil). Este cable se someterá a pruebas mecánicas para valorar las deformaciones y a una inspección. El tren de pruebas descrito contempla la inspección visual, dimensional, prueba de comportamiento térmico y tensión mecánica.

3.1 Inspección visual

En la sección A con una muestra de 100 cm del largo del cable de análisis de estudio se describen las siguientes observaciones, de la inspección visual se determina sano, con recubrimiento completo en las coronas contando 22 alambres entre sus 2 coronas y un núcleo de fibra de carbono y fibra de vidrio con geometría circular en su sección transversal, en donde destaca sin alteraciones de fabricación. En la Figura 4 se presentan algunas imágenes de lo previamente descrito.



Figura 4. Cable de alta temperatura de la sección A

Fuente: Elaboración propia



Pruebas visuales muestra completa corona exterior, corona interior y núcleo.

3.2 Verificación dimensional

Del análisis de pruebas donde se verifico la dimensión del conductor en su totalidad. Se analizaron las mediciones de los diámetros exterior nominal, de los cables de alta temperatura esto en el momento de las pruebas de resistencia a la tensión mecánica una vez instrumentado el conductor. Y mediante las lecturas registradas de la instrumentación de laboratorio se captaron los siguientes registros del diámetro exterior nominal de 30.90 mm (749,9 mm² área de la sección transversal) para M1 y 30.71 mm (740.71 mm² área de la sección transversal) para M2 esto para el conductor calibre 1020, quedando expuesto el núcleo con un diámetro de 9.51 mm, con una densidad lineal de 1.442 kg/m asimismo se determinó el dato por medio del uso de una balanza analítica calibrada (Gambilongo et al., 2023; Zhang et al., 2023). En la Tabla I es posible observa las dimensiones del corte al cable de alta temperatura del presente análisis.

Tabla 1. Verificación dimensional de la muestra de cable de alta temperatura calibre 1020.

Diámetro Especimen completo ficha técnica [mm]	Diámetro Especimen completo [mm]	Diámetro Núcleo ficha técnica [mm]	Diámetro Núcleo [mm]
28.60	28.22	9.51	9.59
*****	*****	*****	*****

Fuente: Elaboración propia

Del análisis del cable ACCC a través de la verificación dimensional se obtuvieron los valores de los diámetros del conductor, los cuales se pueden observar en la Figuras 5 mediante dos imágenes.





Figura 5. Lecturas de los diámetros.

Fuente: Elaboración propia

Lectura de diámetro del elemento completo 1020 M1. Lectura de diámetro del elemento completo 1020 M2.

3.3 Pruebas de elevación de temperatura.

Del desarrollo de pruebas de operación se procedió a realizar pruebas de simulación del comportamiento del conductor una vez que éste se encuentra instalado en las torres de transmisión. Para la verificación del comportamiento térmico se realizarán una serie de ensayos al cable con la finalidad de determinar su elevación de temperatura al aplicarse a través de la fuente de corriente, monitoreando la respuesta de temperatura en plazos de tiempo determinado si la ampacidad y temperatura del conductor son las correspondientes a los valores normativos establecidos o bien los valores de la ficha técnica del conductor para este caso en el orden de los 1706 A. En la serie de ensayos se inicia inyectando corriente en los rangos de los 1000 A dando tiempo a una estabilización de temperatura y una vez estable se aplican escalones de 100 A, repitiendo esta secuencia hasta alcanzar la temperatura de los 180° C, ocurriendo esta temperatura de operación recomendada en base a la normativa, este conductor alcanzando niveles superiores de temperatura en el rango de los 1500 A sucediendo esta corriente al 87% de la traza del diseño y de esta manera se determina que el conductor presenta valores inferiores de diseño. En la Figura 6 se observa el arreglo del circuito controlado en laboratorio, realizado con finalidad de la aplicación de corriente al conductor de alta temperatura.





Figura 6. Arreglo del circuito para aplicar la corriente al conductor de alta temperatura.

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que el circuito de prueba fue instrumentado en una muestra por medio de un arreglo para el cable calibre 1020 determinado la temperatura de operación al alcanzar el valor de ampacidad deseado en este tipo de conductores operan transmitiendo corrientes por arriba de 3000 Amperes utilizando arreglos en configuración en paralelo durante su operación. En la Figura 7 se puede apreciar la conexión del conductor con la fuente al momento de la aplicación de corriente que es aumentado paulatinamente censando los valores de la temperatura del conductor.



Figura 7. Muestra A de cable de alta temperatura calibre 1020 durante su aplicación de corriente.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Pruebas de tensión mecánica.

Del análisis de pruebas mecánicas, implementado en cada una de las muestras del cable, se determinó la resistencia a la ruptura resultando diferente en cada muestra del calibre de estudio.

Es destacable que los diámetros se presentan constantes. Como se puede verificar en la Tabla II, asimismo, se puede observar los resultados para los cortes A y B del conductor bajo estudio en donde se puede observar el acondicionamiento de la muestra B, en esta se aprecia el elemento con un color marrón entre las uniones de los alambres de las coronas con aparentes signos de calentamiento debido a una elevación de temperatura, en la Figura 8 es posible observar el color café en el conductor a razón del incremento de temperatura.



Figura 8. Muestra B de cable de alta temperatura previo a su acondicionamiento en la prueba de resistencia a la tensión.

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados y discusión.

Una vez concluido los ensayos se muestra la capacidad de carga a la que el conductor fue sometido la cual oscila en el orden de 68.74 a 139.53 kN de tensión mecánicas, en la Tabla II se puede apreciar los valores de los ensayos, los cuales se instrumentaron con sus grapas de tensión a compresión cabe mencionar que son las grapas óptimas para instalarse en estructuras de anclaje o de remate en la operación del cable, cabe citar que las muestras fueron acondicionadas previamente en pruebas eléctricas donde fueron afectadas por temperatura para poder determinar su ampacidad y su funcionalidad al aumento de temperatura.

Tabla 2. Resultados de ensayo de tensión mecánica, sección A y B espécimen terminado calibre 1020.

OB P	Carga de ruptura requerido (N)	Carga Aplicada Obtenida (N)	Carga de ruptura (%)	Incertidumbre de Medición (N)	Esfuerzo ultimo (Mpa)
1	176700	139530	78.96	±1390	186.06
2		68740	38.9	±687	92.80
*** *		****	****	****	****

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos de tensión fueron ejecutados a través de la máquina de tensión horizontal, en la Figura 9 se puede verificar dos imágenes a detalle desde el acondicionamiento de las muestras del conductor, En donde se les aplicó una carga constante de tensión, a una velocidad de 20000 N/min. Realizando corridas de prueba a cada uno de los cables terminados que componen tanto a los cortes A y B en ambos calibres.



Figura 9. Ensayo de tensión a cable de alta temperatura calibre 1020 cortes A y B.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 es posible observar dos imágenes del análisis del cable conductor de estudio donde a través de los ensayos se aprecia la falla en un tercio medio del cable. Las pruebas fueron

implementadas en una máquina universal de 20T denominada MATEHO del laboratorio de pruebas mecánicas.

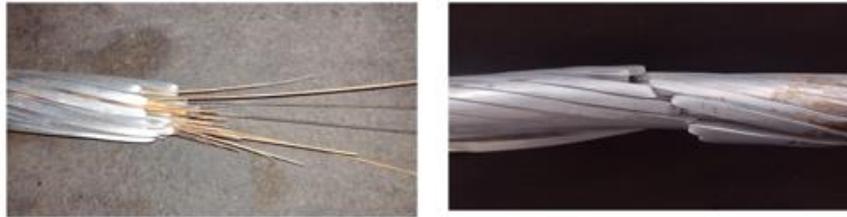


Figura 10. Término del ensayo al momento del fallo del cable de alta temperatura muestras A y B.

Fuente: Elaboración propia

Del análisis del tren de pruebas, donde se analiza el comportamiento de la tensión mecánica, asimismo la evolución del corte del cable con la obtención de las gráficas de los ensayos. En la Figura 11 se puede apreciar la gráfica de *carga vs tiempo* de las muestras denominadas A y B, ver Tabla II. El tiempo de falla en uno de los cables de la muestra A fue de 280 segundos, la muestra B, falló a los 140 segundos al aplicar la carga. En ambas secciones se muestra un comportamiento de falla dúctil en cada uno de los alambres de las coronas, de igual manera en el núcleo compuesto de fibra de carbón, mostrando fallas homogéneas, esta falla se presentó en un tercio de la muestra, lo cual valida la capacidad de oponer resistencia a los esfuerzos mecánicos del cable analizado.

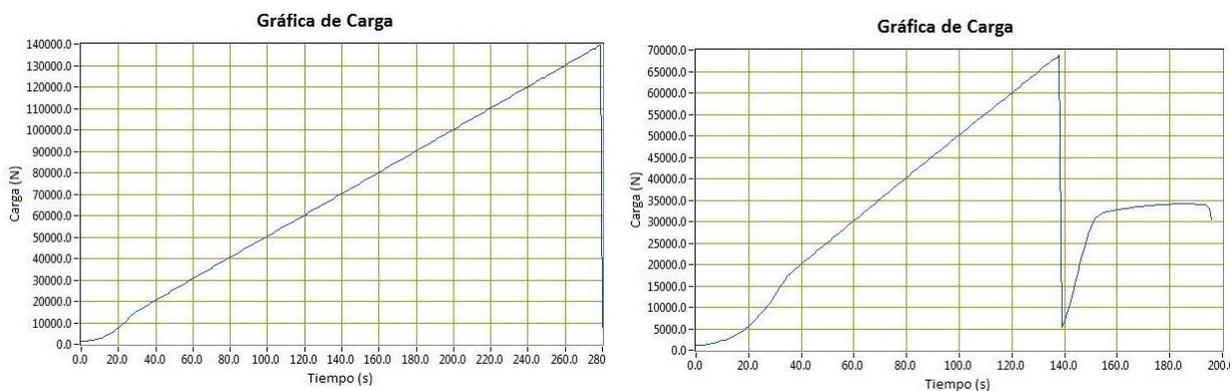


Figura 11. Gráfica de carga vs tiempo, Corte A y B conductor calibre 1020 (Tensión a la ruptura).

Fuente: Elaboración propia

Concluyendo con los ensayos realizados al cable ACCC se percibe plenamente una disminución de sus propiedades de resistencia mecánica a la rotura en el orden del siguiente porcentaje 79% y 39 % siendo la muestra B la más afectada, al término de la prueba de elevación de temperatura, se presentó el elemento con un color marrón entre las uniones de los alambres de las coronas que aparentan ser signos de calentamiento debido a una elevación de temperatura, y que mostro una disminución tan considerable de sus propiedades mecánicas, siendo así esta muestra fue seleccionada para realizársele una inspección más detallada del elemento en cuestión en la Figura 12 se aprecia el deshilamiento del cable y del núcleo del conductor.



Figura 12. Muestra A del conductor donde se aprecia tinte marrón.

Fuente: Elaboración propia

A través de la inspección visual fue posible destacar el núcleo con una coloración diferente vs uno nuevo, una vez deshilado el cable. Y de la misma muestra, pero de una sección posterior a la falla, con una muestra nueva para realizar una inspección comparativa del núcleo en de estudio, en la Figura 13 se observa tres núcleos, sin falla, o nuevo dos núcleos del cable fallado.

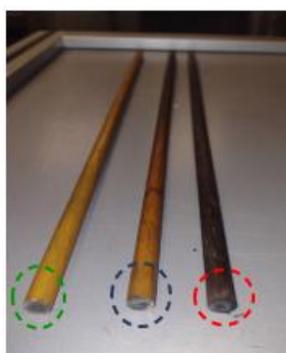


Figura 13. Núcleos del conductor calibre 1020 donde se aprecia el cambio de coloración de los núcleos, falla (rojo) y del punto más alejado de la falla (azul) y nuevo (verde).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 14 se observa el acondicionamiento del núcleo de la zona de falla que presenta una coloración más oscura por lo cual se determina que estuvo sometida a una elevación de temperatura abrupta, el núcleo es montado en la maquina universal de ensayos de 30 toneladas denominada JAUS con la finalidad de aplicarle una carga mecánica gradual en tensión hasta llevarlo a su fallo y en donde se observar el comportamiento.



Figura 14. Desarrollo del acondicionamiento de la resistencia a la ruptura del núcleo (Núcleo de zona de falla).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15 de la misma manera se puede observar el acondicionamiento del núcleo de la segunda muestra la cual presenta una coloración menos oscura, asumiendo que estuvo sometida a una elevación de temperatura normal.



Figura 15. Acondicionamiento para realizar ensayo de resistencia a la ruptura del núcleo (zona alejada de falla).

Fuente: Elaboración propia

100CIATEC

En la Figura 16 se observa el acondicionamiento de un núcleo del mismo cable, pero sin haber sido sometido a ninguna prueba previamente, o alguna elevación de temperatura para el conductor por medio del flujo de corriente al paso, de tal modo se monta en la maquina universal de ensayos para tensionarlo hasta llevarlo al fallo. Destacando que los ensayos de tensión mecánica se realizaron con el fin de deducir si existen diferencias en su respuesta, mediante la carga entre los núcleos, ya que, al ser instrumentadas sin los accesorios y herrajes adecuados para estos tipos de elementos, no hubo falla a su valor de resistencia nominal de diseño, únicamente para fines deductivos.



Figura 16. Acondicionamiento para realizar ensayo de resistencia a la ruptura del núcleo.

Fuente: Elaboración propia

Al termino de los ensayos se puede observar que el núcleo sin previo acondicionamiento por elevación de temperatura (muestra nueva) soporto una carga de 37610 N, y el núcleo de la muestra alejada de falla (del mismo cable) soporto 20920 N y el núcleo de la muestra en la zona de falla tuvo una resistencia de 2370 N, en donde se observa cómo pierde drásticamente propiedades mecánicas el núcleo al haber sido sometido a una elevación de temperatura por encima a la del diseño.

3.5 Inspección microscópica al núcleo del cable.

Del desarrollo microscópico, con ayuda del equipo Keyence VHX-600 fue posible analizar y mostrar los resultados en base a la evidencia de los núcleos de las pruebas los cuales presentaron afectaciones en las propiedades, considerando inspeccionar inicialmente un núcleo nuevo de un elemento para una mejor comparativa. En la Figura 17 se puede observar dos

imágenes en donde se percibe un núcleo nuevo se aprecia la capa de fibra de vidrio del núcleo compuesto, asimismo la sección transversal, mostrando la mezcla de las fibras de carbono y de fibras de vidrio, con una excentricidad no uniforme de la mezcla aparentando una geometría amorfa más que circular, pudiendo ser la causal de presentar propiedades reducidas.



Figura 17. Análisis microscópico de un núcleo sin acondicionamiento que compone el cable de alta temperatura.

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera en las imágenes de la Figura 18 se puede apreciar el elemento posterior a su acondicionamiento por la elevación de temperatura, falla por resistencia a la tensión mecánica, en el conductor y que compone el núcleo del cable de alta temperatura donde se toma por muestra de análisis la sección fallada se observa el cambio de coloración aparentemente por una elevación de temperatura y la superficie del núcleo donde se perciben fracturas longitudinales en la superficie como el cambio notorio de la coloración.



Figura 18. Análisis microscópico de una muestra posterior al acondicionamiento del núcleo que compone el cable de alta temperatura.

Fuente: Elaboración propia

100CIATEC

A través del análisis de la sección transversal del núcleo que se puede observar en la Figura 19 y que es posible destacar que la elevación de temperatura sufrida en el núcleo durante el acondicionamiento endureció el material, aunado a que lo rigidizo y que al aplicarle la fuerza género en todo el conjunto fisuras perpendiculares y longitudinales, estas discontinuidades de material provocan una considerable concentración de esfuerzos que coadyuvan a una falla inminente en menores valores de tensión aplicada al diseño.



Figura 19. Análisis microscópico de una muestra posterior al acondicionamiento de la sección transversal del núcleo

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones.

A través de las características mostradas, en las fracturas, del cable y mediante la inspección visual se detectaron dos pares de cables sanos, las cuales no presentaron deformaciones en la superficie del cable, presentando un conductor conformado por dos coronas sumando 22 alambres, coincidiendo con el diámetro y su densidad lineal, al igual que la ficha técnica para poder ser canalizado como ACCC/Drake/TW (calibre 1020).

Se verifico la resistencia mecánica del cable bajo estudio posterior al acondicionamiento de elevación de temperatura lo que indicaría resultados más reales a los presentados en su puesta en operación, en el análisis el conductor fue llevado a la ampacidad de operación indicada en normativa, validando la temperatura de operación obtenida, coincidiendo con el valor especificado, comprobándose mediante ensayos de tensión mecánica de los cortes de la muestra de conductores M1 y M2, para el caso del cable ACCC/Drake/TW presentando una carga en el rango de 68740 N hasta 139530 N conforme al valor asignado en la normativa.

100CIATEC

Durante el ensayo el conductor alcanzo una temperatura nominal a la de diseño con la ampacidad en el conductor al inyectar únicamente 1500 A, el cable sobrepaso la temperatura de operación y sufrió modificación en sus propiedades morfológicas, mostrando signos de sobrecalentamiento en las zonas de inyección de corriente.

Para determinar la teoría se realizó la inspección detallada del núcleo a nivel macro y micro de M2 siendo el conductor que presento mínima resistencia a la tensión mecánica, descubriendo el núcleo en su totalidad como se demostró previamente en la zona de falla encontrando en el núcleo diferentes tonalidades.

Destacando que las muestras obtenidas se les aplico tensión mecánica por medio de la maquina universal de ensayos a los tres núcleos presentando resistencia a la carga completamente distintas en los tres casos, resultando para el núcleo sin acondicionar, su carga ultima al orden de los 37610 N, para el núcleo alejado de la falla 20920 N y para el núcleo en la zona de falla 2370 N existiendo una diferencia del 94 % en resistencia mecánica entre el núcleo sin acondicionar y el afectado por temperatura.

La realización de las presentes pruebas es paramétrica, destacando que no existe herraje normalizado para su acondicionamiento o método de prueba descriptivo, de tal manera para nivel micro por medio de un microscopio, auxiliar para esta inspección, se realizaron barridos de las muestras donde se aprecian una geometría diferente no del todo homogénea y derivado de esto pudiendo ser factor para no cumplir con sus propiedades descritas en su ficha de diseño.

Las muestras analizadas posterior al acondicionamiento muestran una evidente afectación por temperatura en el núcleo presentando, cambios de coloración de la superficie de fibra de vidrio y un aparente cambio en su estructura molecular rigidizando el material haciéndolo frágil y presentando micro fisuras perpendiculares y longitudinales en la superficie.

Determinando que no cumple con las propiedades indicadas en la ficha de diseño lo cual no es recomendable operar este modelo a ampacidades mayores al 80% a la cual fue diseñado, ya que al estar sometido a este tipo de esfuerzos por solo cortos periodos de tiempo afecta considerablemente al conductor.



6. Referencias

- Atanasovski, M., Arapinoski, B., Kostov, M., & Trpezanovski, L. (2019). Comparison of ACSR, ACCC and AAAC Conductors for Overhead Transmission Lines. *Ohrid, North Macedonia, June*.
- Du, Y., Cao, W., & Zhang, X. (2013). Analysis of ACCC applied in the capacity expansion reformation of electric transmission lines in east china power grid. *Advanced Materials Research, 614–615*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.614-615.1866>
- Fan, S., Chen, Y., Zhang, X., & Wang, X. (2020). Experimental Investigation on Breeze Vibration Fatigue of ACCC. *7th IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application, ICHVE 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICHVE49031.2020.9279931>
- Gambilongo, L., Barontini, A., Silva, R. A., & Lourenço, P. B. (2023). Evaluation of non-destructive techniques for mechanical characterisation of earth-based mortars in masonry joints. *Construction and Building Materials, 392*. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131960>
- Glover, J. D., Overbye, T. J., Sarma, M. S., Brazil, A. •, Japan, •, Korea, •, Mexico, •, Singapore, •, & Spain, •. (2017). *POWER SYSTEM ANALYSIS & DESIGN SIXTH EDITION*.
- Hakansson, E., Predecki, P., & Kumosa, M. S. (2015). Galvanic Corrosion of High Temperature Low Sag Aluminum Conductor Composite Core and Conventional Aluminum Conductor Steel Reinforced Overhead High Voltage Conductors. *IEEE Transactions on Reliability, 64(3)*. <https://doi.org/10.1109/TR.2015.2427894>
- Kachhadiya, A., Sheth, C., Gupta, V., & Darji, K. (2020). Study and Analysis of HTLS Conductors for Increasing the Thermal Loading of 220 kV Transmission Line. *Lecture Notes in Electrical Engineering, 608*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0206-4_20
- Mohd Nawi, Z., Ab Kadir, M. Z. A., Azis, N., Wan Ahmad, W. F., Mohamed Rawi, I., Ungku Amirulddin, U. A., & Nordin, F. H. (2019). Comparative analysis of ACSR and ACCC conductors on corona effect for lightning surge studies. *2019 11th Asia-Pacific International Conference on Lightning, APL 2019*. <https://doi.org/10.1109/APL.2019.8815963>
- Waluyo, & Rohendi, D. (2018). Iterative approach on comparative analysis on transmission line ACSR and ACCC conductors. *EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica, 66(4)*.
- Zhang, Y., Sun, H., Zhang, X., Chen, Z., Zhou, L., & Huang, X. (2023). Economic analysis of aluminium conductor composite core and conventional aluminium conductor steel reinforced conductors in overhead ultra-high voltage transmission lines. *IET Generation, Transmission and Distribution, 17(5)*. <https://doi.org/10.1049/gtd2.12719>



100CIATEC

- Zhu, Y., Chen, D., Yang, L., Yuan, G., Wei, R., & Hu, Y. (2021). Defect detection of Aluminum Conductor Composite Core (ACCC) wires based on semi-supervised anomaly detection. *Energy Reports*, 7, 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.01.095>



AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: UN DESAFÍO INVISIBLE PARA EL MEDIO AMBIENTE

Gómez, Ruíz-Luz Stefany ¹, González, Cruz-Sergio ¹, Robledo, Narváez-Paula Natalia ^{1,2}

1. División de Ingeniería Ambiental, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
2. Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología, Tecnológico Nacional de México / Tecnológico Superior de Tierra Blanca, p.robledo@itstb.edu.mx

Resumen: El uso intensivo del agua genera grandes volúmenes de aguas residuales que deben ser tratadas para evitar daños al ambiente y a la salud. Estas aguas, especialmente las domésticas, contienen contaminantes físicos, químicos y biológicos. En México, su descarga está regulada por normas como la NOM-001-SEMARNAT-2021. A nivel global, instrumentos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible promueven el tratamiento y reúso del agua. Existen distintos niveles de tratamiento: preliminar, primario, secundario y terciario. Para comunidades rurales, se proponen tecnologías sostenibles y de bajo costo como tanques sépticos, humedales artificiales, biofiltros y biorreactores anaerobios (UASB). Estas soluciones permiten el tratamiento local y eficiente del agua residual. Se plantea como reto futuro reducir el uso de agua potable y promover el reúso del agua tratada, mediante sistemas accesibles y adaptables tanto en zonas urbanas como rurales.

Palabras Clave: agua residual doméstica, reúso, normativa, tratamientos

Abstract: Intensive water use generates large volumes of wastewater that must be treated to avoid harm to the environment and human health. This wastewater, especially domestic wastewater, contains physical, chemical, and biological contaminants. In Mexico, its discharge is regulated by standards such as NOM-001-SEMARNAT-2021. Globally, instruments such as the Sustainable Development Goals promote water treatment and reuse. There are different levels of treatment: preliminary, primary, secondary, and tertiary. For rural communities, sustainable and low-cost technologies such as septic tanks, constructed wetlands, biofilters, and anaerobic bioreactors (UASB) are recommended. These solutions enable local and efficient wastewater treatment. The future challenge is to reduce the use of drinking water and promote the reuse of treated water through accessible and adaptable systems in both urban and rural areas.

Keywords: domestic wastewater, treatments, reuse, regulations



1. Introducción

Aunque invisible para muchos, el manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas representa uno de los retos ambientales más apremiantes del siglo XXI. En la naturaleza, el agua circula con una función vital dentro de los ecosistemas (Muñoz-Cruz, 2008), pero el crecimiento urbano, el consumo intensivo y el desinterés por los residuos líquidos que generamos han convertido este recurso en un vector de contaminación persistente. A pesar de su aparente inocuidad, las aguas usadas en nuestras viviendas pueden ser tratadas y reutilizadas, pero en la mayoría de los casos son vertidas sin tratamiento, afectando cuerpos de agua y su biodiversidad. Las aguas residuales se clasifican según su origen: domésticas, industriales, agrícolas o municipales. Las domésticas, generadas por nuestras actividades cotidianas, se dividen en aguas negras (contaminadas con excretas humanas) y aguas grises (provenientes del lavado de utensilios, ropa o duchas) (Osorio-Rivera *et al.*, 2021). Su tratamiento no solo es posible, sino necesario para proteger la salud pública y el equilibrio ambiental.

El agua y su transformación a residuo

El agua es indispensable para la vida y para casi todas las actividades humanas: desde el consumo hasta la producción industrial. Sin embargo, al ser utilizada, esta cambia su composición original y se transforma en un residuo potencialmente contaminante. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014) y diversos autores han documentado cómo las aguas residuales contienen sólidos, materia orgánica, compuestos inorgánicos, metales pesados y microorganismos, todos con el potencial de generar impactos negativos si no se tratan adecuadamente (Dong *et al.*, 2024; Díaz-Cuenca *et al.*, 2010).

Las características físicas (olor, turbidez, temperatura, pH), químicas (presencia de nitratos, fosfatos, detergentes, fármacos) y biológicas (patógenos) hacen de las aguas residuales domésticas un riesgo latente para los ecosistemas y la salud humana (Colter Avalos, 2020; Schaider *et al.*, 2016).

2. Desarrollo

Condición Actual

El vertimiento sin control de aguas residuales domésticas ocurre en países desarrollados y en vías de desarrollo. Este tipo de aguas suele arrastrar una compleja mezcla de contaminantes:



100CIATEC

desde patógenos y productos farmacéuticos, hasta microplásticos y metales pesados. Su acumulación en ríos, lagos y suelos representa una amenaza silenciosa: deteriora los ecosistemas, agrava la escasez hídrica y compromete el acceso a agua limpia para millones de personas (Zندهbad *et al.*, 2022).

Normativas para enfrentar el problema

En México, la legislación ambiental incluye normas como:

- **NOM-001-SEMARNAT-2021**, que regula descargas en cuerpos de agua nacionales;
- **NOM-002-SEMARNAT-1996**, enfocada en descargas al alcantarillado urbano;
- **NOM-127-SSA1-1994**, sobre calidad del agua para uso y consumo humano.

A nivel internacional, destacan la **Clean Water Act** en EE.UU., la **Directiva Marco del Agua** de la Unión Europea y el **ODS 6** de la ONU, que impulsa el saneamiento universal. Las normas ISO 14001 y 9001 también promueven la gestión ambiental responsable en el tratamiento de aguas.

Soluciones actuales: tratamiento y reúso

El tratamiento de aguas residuales domésticas se organiza en tres niveles:

- **Preliminar**: remoción de sólidos grandes.
- **Primario**: sedimentación de sólidos y reducción parcial de DBO.
- **Secundario**: tratamiento biológico (aerobio o anaerobio) de la materia orgánica disuelta.
- **Terciario**: eliminación avanzada de contaminantes residuales para su reúso o vertido seguro (Ramalho, 2021; Torres, 2012).

En zonas rurales, se promueven **sistemas descentralizados** de bajo costo y mantenimiento sencillo, como:

- **Tanques sépticos de acción múltiple**, con digestores y filtros anaerobios (Valencia *et al.*, 2010).
- **Humedales artificiales** con plantas como heliconias, para riego y aprovechamiento comercial.
- **Albercas biológicas** con plantas como jacinto de agua, cuyos residuos pueden ser compostados.



100CIATEC

También se desarrollan **tecnologías compactas y modulares** (Cachaya Rodríguez *et al.*, 2023), configurables según el volumen y tipo de aguas residuales, ideales para pequeñas comunidades. Los **biorreactores anaerobios de flujo ascendente (UASB)** (Loja Faicán & Quezada Vimos, 2017; Vargas Ramírez, 2018) son eficaces para aguas concentradas, degradando materia orgánica sin oxígeno y **Barreras reactivas permeables (PRB)** que son muros de hierro o zeolita en el subsuelo que neutralizan contaminantes en la circulación del acuífero (Race *et al.*, 2024) Otro enfoque sostenible son los **sistemas de fitodepuración** (Chile Santa Cruz & Pachari Aguilar, 2021), como:

- **Lagunas naturales o híbridas.**
- **Filtros plantados** que imitan humedales y requieren bajo mantenimiento.

Perspectivas futuras: de la invisibilidad a la acción

El reúso de aguas residuales es clave para enfrentar la escasez de agua. En viviendas urbanas, ya se aplican sistemas que recolectan aguas jabonosas, las tratan y las redistribuyen mediante bombas y tinacos. En zonas rurales, se destacan tecnologías de bajo costo como:

- **Humedales construidos** con macrófitas flotantes (jacintos, lechugas de agua), que remueven contaminantes mediante procesos naturales (Arias Martínez *et al.*, 2010).
- **Biofiltros** con materiales orgánicos, donde la filtración, biodegradación y desinfección se combinan (Garzón Zúñiga *et al.*, 2012).
- **Reactor discontinuo secuencial (SBR)**, que realiza mezcla, reacción y sedimentación en un solo tanque con eficiencia y versatilidad (Muñoz Paredes & Ramos Ramos, 2014).

3. Conclusiones

Las aguas residuales domésticas son un desafío ambiental que, por su carácter invisible, ha sido históricamente ignorado. No obstante, su impacto es profundo y creciente. Tratar y reutilizar estas aguas no es solo una opción, sino una necesidad urgente. La educación ambiental, el fortalecimiento de normas y la innovación tecnológica deben articularse para visibilizar este problema y transformarlo en una oportunidad: la de proteger los ecosistemas, garantizar la salud humana y asegurar el acceso sostenible al agua para las generaciones futuras.



4. Referencias

- o Admin Rumbos. (2023). Normativa y regulaciones sobre el tratamiento de aguas residuales. Rumbos Ingeniería y Servicios. <https://ris.com.uy/normativas-y-regulaciones-sobre-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- o Aguas Integrales (2023). PTAR modulares: eficiencia y flexibilidad en el tratamiento sostenible del agua. Aguas Integrales. <https://aguasintegrales.com/blog/ptar/>
- o Arias Martínez, S. A; Betancur Toro, F. M; Gomez Rojas, G; Salazar Giraldo, J. P; Hernández Ángel, m. I. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. Informador técnico. 74.12-22. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/3250>
- o Cachaya Rodríguez, M. A., Sánchez Mendoza, M. A., García Mosquera, K. (2023). Evaluación de Impacto Ambiental para la Implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Conjunto Residencial Quintas de Morelia III. Universidad Cooperativa de la Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/3630cc1e-b691-4a63-855a-03ce95f5e652>
- o Chile Santa Cruz, E; Pachari Aguilar M, R. (2021). Sistemas de Fitodepuración en la Recuperación de Aguas Residuales Urbanas: Revisión Sistemática. Universidad Cesar Vallejo: Repositorio digital institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74393>
- o Colter Avalos, H. (2020). La sustentabilidad del agua: entre la integridad y la gobernanza de las cuencas. Argumentos, estudios críticos de la sociedad. 41-55. <https://argumentos.xoc.uam.mx/index.php/argumentos/article/view/1131>
- o CONAGUA (2014). Normas oficiales mexicanas. SEMARNAT. 1-65. <https://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgaa-15-13.pdf>
- o Delgallido Zurita, M; Condori Carrasco, L.J. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales con macrófitas para comunidades cercanas al lago Titicaca. Journal Boliviano de Ciencias. 7(21). 63-66. http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S2075-89362010000300013&script=sci_arttext&tIing=es
- o Díaz-Cuenca, E; Al varado-Granados, A.R, Camacho-Calzada, K. E (2010). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya. Quivera, 58-69. <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>
- o DOF (2022). NOM-001-SEMARNAT-2021. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0
- o Dong, Y., Han, Y., Han, X., Chen, Y., Zhai, Y. 2024. Sewage Vertical Infiltration Introduced Polygenic Multipollutants into Groundwater. Water, 16, 2305. <https://doi.org/10.3390/w16162305>



- o Flores-Munguía, E.J.; Rosas-Acevedo, J.L.; Ramírez-Hernández, A.; Aparicio-Saguilan, A.; Brito-Carmona, R.M.; Violante-González, J. 2023. Release of Microplastics from Urban Wastewater Treatment Plants to Aquatic Ecosystems in Acapulco, Mexico. *Water*. 15, 3643. <https://doi.org/10.3390/w15203643>
- o Garzón Zúñiga, M.A; Buelna, G; Moeller Chávez, G, E. (2012). La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 3(3). 153-161. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222012000300011&script=sci_abstract
- o Gobierno de México. (2023). Normalización. Gobierno de México. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-002-semarnat-1996/>
- o Loja Faicán, M, C.; Quezada Vimos, C, E. (2017). Análisis a escala laboratorio de estructuras de ingreso a reactores anaerobios de flujo ascendente (UASB). UCUENCA. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/18d85215-a9c8-4090-85eb-f646c012998a>
- o Lucas Rosales, J. C; López Mendoza, G. V; Flores Marín, M. A; Ayala Ibarra, T. I. (2023). Sistema de reúso de aguas jabonosas en casa habitación. *Revista Innova Ingeniería*. 1 (8). <https://innovaingenieria.uagro.mx/innova/index.php/innova/article/view/244>
- o Martelo, J; Lara Borrero, J. A; (2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión de estado del arte. *Ingeniería y ciencias, ing. Cienc*. 8(15). 221-243. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-91652012000100011&script=sci_arttext
- o Meléndez Pérez, J, A; Lemos Lima, M. M. C; Domínguez, I. C; Oviedo Ocaña, E. R. (2019). Reutilización de aguas grises domesticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. *Revista UIS ingenierías*.18 (1), 223-236. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/8781>
- o Morato, J.; Subirana, A.; Gris, A.; Carneiro, A.; Pastor, R. (2006). Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales. *Revista lasallista de investigación*. 3 (1). <https://repository.unilasallista.edu.co/items/606ee0c8-36fc-4377-9a1e-1cd1f894d801>
- o Muñoz Cruz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. Universidad autónoma del estado de Hidalgo. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/?sequence=1>
- o Muñoz Paredes, J.F; Ramos Ramos, M. (2014). Reactores discontinuos secuenciales: una tecnología versátil en el tratamiento de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24 (1), pp 49 - 66. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v24n1/v24n1a03.pdf>
- o Ochoa Garza, J.A.; Gómez, Urquijo, M.; Paredes Figueroa, M.G. 2024. The Integral Management of the Wastewater Treatment Sector in Mexico Using a Circular Economy Approach. *Recycling*. 9, 84. <https://doi.org/10.3390/recycling9050084>



- o Olaiz Fernández, G. (2000). Norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". Gob. Mx. <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
- o Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2014). Fiscalización ambiental de las aguas residuales. Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. <https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/287>
- o Orozcolab (2025). Diferencias entre las Normas de Agua Vigentes en México. Orozcolab. <https://www.orozcolab.com.mx/blog/diferencias-entre-las-normas-de-agua-vigentes-en-mexico>
- o Osorio Rivera, M.A; Carrillo Barahona, W.E.; Negrete Costales, J. H.; Llor Lavay, X.A.; Riera Guachichullca, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. Polo del conocimiento. 6 (3): 231-235. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926905>
- o Race, A., Spoelstra, J., Parker, B. 2024. Wastewater contaminants in a fractured bedrock aquifer and their potential use as enteric virus indicators. *Appl Environ Microbiol.*90(2): e01213-23. <https://doi.org/10.1128/aem.01213-23>
- o Ramalho, R.S. (2021). Tratamiento de aguas residuales. Reverter. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=T9MfEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Ramalho,+R.S.+\(2021\).+Tratamiento+de+aguas+residuales.+Reverter.&ots=3kITmn0osf&sig=_j8QodIRfWDbRwQplfjI36Ej0Ok#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=T9MfEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Ramalho,+R.S.+(2021).+Tratamiento+de+aguas+residuales.+Reverter.&ots=3kITmn0osf&sig=_j8QodIRfWDbRwQplfjI36Ej0Ok#v=onepage&q&f=false)
- o Torres, P. (2012). Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo. *EIA.*18. 115-129. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372012000200010&script=sci_arttext
- o Valencia, E; Silva, I. J; Narváez, C. P. (2010). Sistemas descentralizados y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista Ingeniería y Región.* <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/801>
- o Vargas Ramírez, D,F. (2018). Propuesta de un sistema de tratamiento primario de aguas residuales mediante un reactor anaeróbico de flujo ascendente, Yungay 2017. Universidad Cesar Vallejo: Repositorio digital institucional.
- o Vega, I. (2023). CONAGUA 2023: NOM canceladas y certificados vigentes. *Idcoline.* <https://idconline.mx/comercio-exterior/2023/08/28/conagua-2023-nom-canceladas-y-certificados-vigentes>
- o Zendehbad M., Mostaghelchi, M., Mojganfar, M., Cepuder, P., Loiskandl, W. 2022. Nitrate in groundwater and agricultural products: intake and risk assessment in northeastern Iran. *Environmental Science and Pollution Research.* 29:78603–78619. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20831-9>



HACIA UNA GUÍA ORGANIZACIONAL PARA CREAR NEGOCIOS QUE INDUSTRIALICEN RESIDUOS (Entrega No. 3/3)

Dr. Edgardo Rodríguez Moreno¹

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

Resumen: Esta tercera y última entrega de la Guía que comenzamos hace dos años, comienza recordando las primeras cuatro etapas para implementar con el desarrollo organizacional DO que son: Identificación de problemas, Consultar al agente de cambio, metodología y práctica del desarrollo organizacional, Diagnóstico preliminar, entregadas en las revistas 34 y 36. Toca turno a las tres últimas del arquetipo total de siete, con los puntos; 5. Diagnóstico conjunto concluyente que identifica problemas, oportunidades y convierte soluciones en acciones mediante el dialogo, 6. Implementación o aplicación de la acción dónde las empresas eligen entre tres modelos de reciclaje y, 7. Evaluación: que contiene el análisis detallado para valorar estrategias de financiamiento y de mercados de demanda. El lenguaje es asequible para MiPymes con enfoques de reciclado o reutilización rentable. Las MiPymes realizarán diagnósticos y aplicarán soluciones en función del residuo, rentabilidad y costos, demostrando el pragmatismo de esta guía.

Palabras clave: Cultura organizacional, diagnóstico conjunto, dialogo sistemático, evaluación, estrategia, implementación, modelo, solución.

Abstract: This third and final installment of the Guide, which we launched two years ago, begins by reviewing the first four stages of implementing with the organizational development: Problem Identification, Consulting the Change Agent, Methodology and Practice of Organizational Development, and Preliminary Diagnosis, presented in issues 34 and 36. It's now the turn of the last three of the seven-part archetype, with the following points: 5. Conclusive Joint Diagnosis that identifies problems and opportunities and translates solutions into action through dialogue; 6. Implementation or Application of the Action, where companies choose between three applied recycling models; and 7. Evaluation: which contains a detailed analysis to assess financing strategies and demand markets. The language is accessible to MSMEs with profitable recycling or reuse approaches. MSMEs will conduct the diagnosis and implement solutions based on waste, profitability, and costs, demonstrating the pragmatic usefulness of this guide.



Keywords: Organizational culture, joint diagnosis, systematic dialogue, evaluation, strategy, implementation, model, solution.

1. Introducción

Con la entrega 1 comenzó el proceso de la investigación dónde se presentó el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos e hipótesis, retomando desde los años de la pandemia 2020, 20221, cuándo en el mundo, muchas empresas cerraron sus actividades y aprendimos que existe una incapacidad de las MiPymes para percibir anticipadamente los cambios del entorno y una falta de conciencia de lo que sería un aportación al cuidado de los recursos; en contraste, con otras empresas del mundo que se mantuvieron a la vanguardia o alcanzaron un éxito mayor incluyendo modelos circulares, y no solo sobreviviendo en un mercado competitivo. En la entrega 2 se trató de las teorizaciones y aplicaciones realizadas a través de la metodología de observación directa e investigación documental y se ejemplificó con casos reales. Para el marco teórico se generaron las teorizaciones del DO aplicado a la inserción de economías circulares como un proceso donde las primeras, preceden a la segunda. Además, la construcción de ambas está anclada a las premisas y significados que se fueron creando. Sin embargo, para hacer esa construcción teórica, es ineludible, usar las fuentes documentales a fin de conceptualizar, categorizar, establecer relaciones existentes, desprenderse de las relaciones y argumentos innecesarios; para finalizar con la abstracción generalizante propia de las teorías. Se estudiaron las primeras cuatro etapas de un modelo de sin autor del desarrollo organizacional, pero de alta aplicación por obedecer a los principios del propio DO, y que es útil para entender cómo las organizaciones evolucionan y se adaptan a los cambios. En si cada etapa implica ya un aporte para medir el potencial de la empresa al evolucionar hacia la mejora continua, identificando áreas de oportunidad y, mejorando la eficiencia y la productividad. En la entrega 3, al analizar las últimas tres etapas del proceso se debe tener presente que se deberá aumentar la satisfacción del cliente: Al alinear sus procesos internos con las necesidades y expectativas de los clientes si del producto, pero también de una realidad que reclama la participamos todos (Chiavenato, 2009). Además de ir comprometiendo en la gestión hacia la EC al talento humano, reforzando la cultura y la comunicación organizacional en ese sentido. La principal importancia de la aplicación del desarrollo organizacional DO en una empresa radica en permitir que las organizaciones puedan realizar un análisis de su situación y pongan en



100CIATEC

marcha cambios, en este caso en la estructura y sus procesos, que mejoren su sostenibilidad, el rendimiento y la efectividad -de empresa y participantes internos y externos- (French&Bell, 1995).

De los beneficios de aplicar las etapas del desarrollo organizacional entre muchas otras solo destaco las que aplican a esta guía, que son las siguientes:

Fortalece una cultura organizacional de aprendizaje, colaboración y mejora continua (Robbins & Judge, 2013).

Facilita la adaptación a los cambios, como anticiparse a los cambios en el ecológico y adaptarse de manera más efectiva (Schein, 2010).

Optimiza la comunicación corporativa efectiva y transparente, lo que facilita la colaboración y la resolución de conflictos (Cummings & Worley, 2015).

Impulsa la innovación y la creatividad en la organización:

- Al fomentar una cultura de aprendizaje y mejora continua.
- Identifica las necesidades de capacitación y desarrollo de los empleados
- Mejora el desempeño y compromiso de los empleados
- Contribuye a la satisfacción de los empleados al crear un ambiente de trabajo que fomenta el crecimiento y la mejora continua (Kotter, 2012).

Fortalecimiento frente a la competencia: La organización se mantiene competitiva en un mercado en constante cambio (Drucker, 2002).

Mejora la toma de decisiones:

Siguiendo las etapas del desarrollo, las organizaciones toman decisiones más informadas y estratégicas (Cummings & Worley, 2015).

Aumenta la satisfacción del cliente:

Al mejorar los procesos internos y la calidad de los productos y servicios, se contribuye a la satisfacción del cliente.

En el apartado b.5 del Diagnóstico Conjunto Concluyente se entenderá porque es un proceso de dialogo sistemático diseñado para analizar y establecer objetivos y estrategias para la inserción en la economía circular (EC), basado en datos y observaciones concretas. Su enfoque interdisciplinario y su alcance permiten un diálogo profundo de las personas que forman las MiPymes con empresarios y autoridades, y si existe la posibilidad económica y de atención, también con expertos y académicos, con el fin de diseñar e identificar áreas donde puedan



100CIATEC

optimizar sus procesos, reducir costos, contar con soluciones sostenibles aplicables a la empresa y que beneficien a los ecosistemas.

Este diagnóstico busca a través de estrategias para el Diálogo y la Exploración Profunda identificar problemas y oportunidades, convertir soluciones en acciones concretas mediante grupos focales y mesas de trabajo temáticas. Su metodología se adapta a las necesidades de las MiPymes por que se basa en:

Estructurar reuniones colaborativas Facilitadas para MiPymes que alineen la visión empresarial con los principios de sostenibilidad, implementar lluvias de ideas estructuradas para fomentar la reutilización de residuos y, usar el análisis FODA y la técnica Delphi para evaluar fortalezas y riesgos desde una perspectiva ecológica.

Se habla del liderazgo individual para Empresas micro y pequeñas implica por parte del dueño o propietario conducirse hacia una autoevaluación interna enfocada en residuos y métodos de bajo costo para medir impacto, buscar información sobre economía circular adaptada a el sector industrial dónde existe y, crear sesiones internas de exploración para generar sus propias estrategias de reutilización y reciclaje.

En el apartado b.6 llegamos a la implementación y aplicación de la Economía Circular con opciones para el reciclado y reutilización en dónde las empresas, en este trabajo podrán elegir entre tres modelos de integración de reciclaje en sus operaciones: Crear un departamento con la estructura interna que procese el reciclaje, contratar una empresa externa para el acopio y proceso de residuos o, crear una empresa independiente especializada en procesos de reciclado. Cada opción se evalúa con base en criterios de cambio, ecológicos y financieros, priorizando aspectos como cambio cultural y estructural, rediseño de procesos, costos, eficiencia además del cumplimiento normativo. Se establecen estrategias para garantizar la calidad del suministro de materiales reciclados y minimizar impactos ambientales.

Por último, está el apartado b.7 con los factores claves para la evaluación del modelo de reciclaje en el marco de una Economía Circular Sostenible, identificando ventajas y desventajas de incorporar materiales reciclados en los procesos productivos, optimizando sistemas de acopio para reducir costos operativos y mejorar la eficiencia.

Se menciona del desarrollo de protocolos de control de calidad que garanticen la aceptación en el mercado de productos con materiales reciclados.



100CIATEC

En este apartado, el b.7 la evaluación estratégica y la valoración de opciones buscan establecer criterios clave para analizar la viabilidad y rentabilidad de la inserción en la economía circular. Estos criterios se dividen este apartado en dos fases:

Fase 1 Planificación y preparación.

Cambio de mentalidad empresarial sobre la sostenibilidad y responsabilidad social

Definición de objetivos y alcance

Métodos de recopilación de datos

Designación de responsables

Expansión y Diferenciación

Diferenciación basada en sostenibilidad

Fase 2: Ejecución y control

Financiamiento

Rentabilidad

Viabilidad económica

Estimación de demanda

Investigación de la competencia

Definición de criterios de decisión

Esta última entrega concluye proporcionando un marco estratégico para que las MiPymes se inserten en la economía circular de manera efectiva y sostenible, combinando innovación, responsabilidad ambiental y viabilidad financiera. Su enfoque práctico y adaptable permite que cada empresa encuentre una solución a medida para su transición hacia la circularidad.

2. Delimitación contextual

Esta es la parte 3 de la elaboración de “Hacia una guía organizacional para crear negocios que industrialicen residuos” cuyas primeras entregas se presentaron en la edición No. 34 y No. 36 de la Revista 100CiaTec (agosto-diciembre 2023 y 2024), continuamos con la elaboración de esta



tercera y última entrega. Como ya mencionamos el contexto en que se realizará el resto de la guía está inscrito en las últimas tres etapas aquí representadas:

5. Etapa de Diagnóstico conjunto concluyente

Estrategias para el diálogo y la exploración profunda (Enfoque DO)

Estrategia 1: Reuniones de Trabajo Facilitadas (Pequeñas y Medianas empresas con equipos extensos)

- Reuniones estructuradas para intercambiar información y perspectivas
- Decidir las actividades colaborativas para resolver problemas y planificar.
- Conducción que asegure una comunicación fácil, efectiva y participativa.
- Objetivo: Hablar del diagnóstico inicial, las oportunidades y desafíos de la economía circular para MiPymes.
- Cómo hacerlo:
 - Lluvias de ideas estructuradas
 - Análisis FODA colaborativo
 - Técnica Delphi (opcional)
 - Analizar grupos de interés (stakeholders)
- Grupos de individuos o entidades (Stakeholders)
- Objetivo: Entender qué necesitan, qué esperan y cómo influyen en el proyecto.

Estrategia 2: Estrategias de liderazgo individual (micro y pequeñas empresas con equipos cortos, familiares o nulos)

1. Liderazgo comprometido con la sostenibilidad
2. Autoevaluación Interna Enfocada en Residuos
3. Investigación individualizada sobre Economía Circular
4. Retomar la consulta individual con expertos (Si pueden solventar el costo)
5. Pequeñas "Sesiones de Exploración" internas
6. Enfoque en los beneficios tangibles Iniciales
7. Documentación y reflexión individual
8. Participación en eventos y webinars individuales
9. Cierra el Diagnóstico Concluyente

6. Implementación o aplicación de la acción.

6.1 Implicaciones hacia el cambio cultural hacia la EC en una MIPYME

1. Aceptar la necesidad de un cambio
2. Sensibilizar a los empleados
3. Involucrar a todos los niveles



100CIATEC

4. Buscar oportunidades de innovación

5. Actuar de forma proactiva

6.2 Algunas opciones para la implementación de un sistema de reciclado y reutilización en un negocio industrial.

- **Opción 1:** La Empresa Incluye su propio departamento de Acopio y Reciclado
- **Opción 2:** La Empresa contrata una Empresa para que le haga el Acopio de los Residuos y le Entregue lo que requiere para Insertarlo en la Producción
- **Opción 3:** La Empresa crea otra empresa Independiente para que Haga el Acopio y el Reciclado

6.3 Consideraciones de contexto operativo para decidir por la opción idónea

6.4 Toma de decisiones para planificar acciones comerciales viables orientadas a la Implementación de la opción para la EC.

7. Evaluación: Análisis Detallado y valoración de Opciones (Enfoque Estratégico)

Fase 1: Planificación y preparación de la evaluación

Fase 2: ejecución y control de la evaluación

- **Determinación de Fuentes de Financiamiento:**
- **Rentabilidad. Análisis de costo-beneficio:**
- **Viabilidad económica.**
- **Estimación del tamaño de la demanda**
- **Investigar a la Competencia**
- **Definir los propios criterios de decisión**

3. Metodología

El proceso de la investigación es la continuación de las entregas 1 y 2 dónde ya se presentó el planteamiento del problema, la justificación, objetivos e hipótesis, la metodología de investigación documental ejemplificada con casos reales y un marco teórico basado en autores y contrastaciones de sus pensamientos, supuestos y principios.

La metodología para este artículo de investigación sigue siendo eminentemente cualitativa y documental, centrada en la evaluación del estado del arte para identificar a través de fuentes documentales relevantes: libros, artículos, bases de datos, archivos, etc., el alcance y posible replicabilidad del trabajo presentado.



100CIATEC

Fue importante la selección, revisión, organización y análisis de información por su abundancia, pero también por la poca relación que no se ha tratado de esta parte de la Economía circular EC y el desarrollo organizacional DO basado en un modelo de siete etapas que fue incluido.

Para la generación de teorizaciones del DO aplicado a la inserción de economías circulares y la teoría del desarrollo organizacional DO, nos movimos entre la fenomenología y la teoría fundamentada, para aplicarlas a un modelo de siete etapas que no tiene autor único reconocido, aceptado en la ciencia administrativa, en particular por el desarrollo organizacional, por su alta aplicación por obedecer a los principios del propio DO, donde las primeras cuatro ya quedaron presentadas, preceden a esta tercera. Además, la construcción de ambas está anclada a las premisas y significados creados por el autor. Sin embargo, para hacer esa construcción, cualquiera sea el método utilizado, es ineludible, usar las fuentes documentales a fin de conceptualizar, categorizar, establecer relaciones o desprenderse de estas, lo que implicó identificar las fuentes presentadas en las referencias bibliográficas, recopilar información, clasificarla, sintetizarla y al final, analizarla para extraer premisas, supuestos y conclusiones.

Posteriormente se procedió a la organización y análisis de la información recopilada para retomarla de forma coherente y sistemática, utilizando esquemas, cuadros, diagramas y darles sentido en un texto que pretende ser asequible y accesible a Emprendedores MiPymes, utilizando técnicas como la síntesis, la comparación, la interpretación y la crítica.

Para la elaboración del informe final este se dividió en tres partes donde se dio forma a la estructura protocolaria de un informe de investigación basado en los principios de la metodología. Redactar cada informe final incluyó la introducción, el desarrollo, las conclusiones y más referencias bibliográficas.

para finalizar con un discurso abstracto y abarcador propio de las generalizaciones y las teorías, presentándolos como los resultados de la investigación en el formato de esta revista 100CiaTec de forma clara, concisa y organizada.

4. Desarrollo

b.5 Etapa de Diagnóstico conjunto concluyente

Un diagnóstico conjunto concluyente es un procedimiento sistemático y ordenado que permitirá conocer y establecer claramente la inserción física de la EC a partir de observaciones y datos



concretos. Este esta etapa diagnóstica conlleva dialogo, una evaluación y la valoración de acciones en relación con los objetivos propuestos. La realización de este diagnóstico exige habilidades como conocimientos teóricos, razonamiento lógico, concentración, experiencia y capacidad para observar con objetividad y relacionar diferentes datos, mismos que de nuevo tratara de simplificar para las MiPymes.

Por su extensión, interdisciplinariedad, alcance y ambición, éste es sobre todo un proceso de diálogo y discusión exhaustiva sin precedentes en materia de construir, seleccionar soluciones y evaluarlas para tener acceso a la economía circular empresarial.

Su propósito es convertir las soluciones aprobadas en una realidad a partir de la conformación de grupos focales organizados en mesas de trabajo temáticas integradas por investigadores y expertos de organizaciones de la sociedad civil, académicos, consultores, representantes de organismos autónomos y autoridades de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial.

Particularmente, se conforman mesas de trabajo temáticas con el objetivo de discutir de manera puntual la problemática que se enfrentara en lo cotidiano y, posteriormente, analizar las posibles estrategias para mejorar el acceso y la sostenibilidad a la EC.

Estrategias para el diálogo y la exploración profunda (Enfoque DO)

En principio, esta fase se realiza la identificación real de la problemática y se determina en forma conjunta con el personal y equipo gerencial el problema o problemas que ha(n) de resolverse, así como la(s) solución(es) que ha(n) de aplicarse. Sin embargo, lo mejor es considerar dos estrategias fundamentales: Una con equipos extensos y otra con equipos cortos, familiares o nulos. En cada una se incluyen aspectos importantes que garantizan el trabajo y análisis del empresario lo que le permitirá lograr excelentes resultados. A saber:

Estrategia 1: Reuniones de Trabajo Facilitadas (Pequeñas y Medianas empresas con equipos extensos)

- Reuniones estructuradas para intercambiar información y perspectivas
- Decidir las actividades colaborativas para resolver problemas y planificar.
- Conducción que asegure una comunicación fácil, efectiva y participativa.
- Objetivo: Hablar del diagnóstico inicial, las oportunidades y desafíos de la economía circular para MiPymes.
- Cómo hacerlo:
 - Lluvias de ideas estructuradas
 - Análisis FODA colaborativo



- Técnica Delphi (opcional)
- Analizar grupos de interés (stakeholders)
- Grupos de individuos o entidades (Stakeholders)
- Objetivo: Entender qué necesitan, qué esperan y cómo influyen en el proyecto.

Estrategia 2: Estrategias de liderazgo individual (micro y pequeñas empresas con equipos cortos, familiares o nulos)

10. Liderazgo comprometido con la sostenibilidad
11. Autoevaluación Interna Enfocada en Residuos
12. Investigación individualizada sobre Economía Circular
13. Retomar la consulta individual con expertos (puntual, estratégica y costosa)
14. Pequeñas "Sesiones de Exploración" internas
15. Enfoque en los beneficios tangibles Iniciales
16. Documentación y reflexión individual
17. Participación en eventos y webinars individuales
18. Cierra el Diagnóstico Concluyente

Veamos esto más de cerca:

- **Estrategia 1: Reuniones de Trabajo Facilitadas (Pequeñas y Medianas empresas):**
 - Realizar reuniones estructuradas para intercambiar información y perspectivas (si cuenta con un equipo de trabajo). En un contexto de circularidad sostenible, estas reuniones son vitales para alinear la visión de las MiPymes con los principios de sostenibilidad, para buscar entre las varias la solución que minimice el impacto ambiental desde la concepción del proyecto.
 - Decidir las actividades colaborativas, en equipo, enfocadas a la resolución de problemas y la planificación. Esto permite integrar diversas experticias de otras MiPymes para identificar las formas más eficientes y limpias de operar dentro de la economía circular.
 - La conducción deberá asegurar una comunicación fácil, efectiva y con la participación de todos. Un facilitador con conciencia ecológica guiará la discusión a identificar oportunidades que generen valor económico y ambiental simultáneamente.
 - Objetivo: Hablar abiertamente del diagnóstico inicial y las oportunidades y desafíos de la economía circular para las MiPymes.
 - Cómo hacerlo:
 - Realizar lluvias de ideas estructuradas: Generación libre de ideas siguiendo una metodología. Desde una perspectiva de reciclado o de reutilización, esta técnica fomenta la creatividad para encontrar usos innovadores a los residuos, transformándolos en recursos valiosos y cerrando ciclos materiales.
 - Lleven a cabo un análisis FODA colaborativo: Evaluación conjunta de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas. Ecológicamente,



este análisis ayuda a identificar cómo las fortalezas de las MiPymes pueden aprovechar oportunidades verdes, cómo mitigar debilidades ambientales y cómo responder a amenazas como la escasez de recursos o regulaciones más estrictas.

- Considera usar la técnica Delphi (opcional): Recopilación anónima de opiniones de expertos para generar consenso. En el ámbito circularidad sostenible, esto permite incorporar conocimientos especializados sobre tecnologías limpias, mercados verdes y mejores prácticas ambientales.
- Analiza a tus grupos de interés (stakeholders): Investigar y comprender las características y expectativas de cada grupo implica entender la atención de las demandas con productos sostenibles, regulados ambientalmente por las autoridades y sin preocupaciones por el manejo de los RS.

- Grupos de individuos o entidades (Stakeholders): Solo si tienen interés en la MiPymes. Desde una perspectiva ecológica, esto incluye clientes, proveedores, y también medio ambientalistas (considerado la recepción de impactos) y el legado de las generaciones futuras.
- Objetivo: Entender qué necesitan, qué esperan y cómo pueden influir en tu proyecto.
- Cómo hacerlo:
 - Crear un mapa de stakeholders que represente visualmente las relaciones e influencias de los diferentes grupos. Ecológicamente, este mapa destaca las interdependencias con el entorno natural y las responsabilidades hacia él.
 - Entrevistas o conversaciones individuales o grupales dirigidas para obtener información detallada sobre circularidad sostenible, explorando las expectativas de los stakeholders en cuanto a la sostenibilidad de las operaciones y los productos.

- **Estrategia 2: Estrategias de liderazgo individual (micro y pequeñas empresas con equipos cortos, familiares o nulos):**

Si las MiPymes no cuentan con equipos extensos o no participan activamente en redes proambientales. Aquí propongo estrategias individuales que las MiPymes pueden seguir en el Paso 1 para iniciar el diálogo y la exploración a fondo hacia la economía circular:

1. Liderazgo comprometido con la sostenibilidad:

- El dueño o líder de las MiPymes debe demostrar un compromiso genuino con la exploración de la economía circular. Este compromiso debe ser visible y comunicado internamente, aunque el equipo sea pequeño.



- Debe dedicar tiempo a investigar sobre la economía circular, los beneficios y oportunidades para las MiPymes. Participar en webinars, leer estudios de caso y comprender el potencial de la valorización de residuos.
2. Autoevaluación Interna Enfocada en Residuos:
 - a. Realizar un análisis interno a fondo de los procesos comercial, productivos, operativos para identificar los flujos de residuos generados, sus cantidades, tipos y costos asociados (disposición, almacenamiento, etc.). Se sugieren las siguientes fases en el apartado de evaluación de este mismo texto.

Considere que las MiPymes con pocos recursos debe priorizar métodos sencillos y de bajo costo como la observación directa, las entrevistas y la revisión de facturas. El pesaje y la clasificación pueden realizarse de forma muestral si es necesario.
 1. Investigación individualizada sobre Economía Circular:
 - o Acción: El líder o una persona designada dentro de la MiPyme debe dedicar tiempo a investigar específicamente cómo la economía circular se aplica al sector de la empresa y a los tipos de residuos identificados.
 - o Cómo: Buscar ejemplos de otras MiPymes similares que hayan implementado con éxito prácticas de economía circular. Investigar tecnologías de reciclaje o reutilización relevantes y proveedores potenciales.
 2. Retomar la consulta individual con expertos (puntual, estratégica y costosa):
 - o Acción: Si se tiene la capacidad económica busque o retome el asesoramiento puntual externo de manera individual y focalizada con expertos en desarrollo organizacional con enfoque en sostenibilidad, especialistas en gestión de residuos o técnicos en tecnologías de reciclaje. Recuerde que esto tiene como desventaja ser muy costoso para las MiPymes.
 - o Cómo: Los consultores independientes son caros, se recomienda contactar centros de investigación, universidades o programas de apoyo a MiPymes con enfoque en economía circular para sesiones de asesoramiento específicas sobre las oportunidades identificadas.
 3. Pequeñas "Sesiones de Exploración" internas:
 - o Acción: Aunque el equipo sea pequeño, aún con la familia, debe organizar reuniones internas informales y breves para discutir los hallazgos de la autoevaluación y la investigación individual. La participación de todos los miembros del equipo, por pequeño que sea, generará ideas iniciales.
 - o Cómo: Presentar los datos sobre los residuos generados y compartir los ejemplos de economía circular investigados. Abrir un espacio para que cada miembro del equipo aporte sus ideas y perspectivas, incluso si no tienen experiencia previa en el tema.
 4. Enfoque en los beneficios tangibles Iniciales:



- Acción: Identificar oportunidades de economía circular que puedan generar beneficios tangibles a corto plazo para las MiPymes, como la reducción de costos de disposición de residuos o la posible venta de materiales reciclables que antes se desechaban.
- Cómo: Enfocarse en soluciones "de bajo costo y alta ganancia" iniciales que demuestren el potencial de la economía circular y generen motivación interna.
- Documentación y reflexión individual:
 - Acción: Mantener un registro detallado de la autoevaluación, la investigación, las ideas generadas y las posibles oportunidades identificadas. Realizar reflexiones individuales sobre el proceso y los aprendizajes.
 - Cómo: Crear un "diario de exploración" donde se documenten los avances, los desafíos y las nuevas preguntas que surjan. Esto servirá como base para las siguientes etapas del proceso.
- Participación en eventos y webinars individuales:
 - Acción: Aunque no participe en grupos de colaboración formales, el líder o un representante de la MiPyme puede asistir a eventos, webinars o talleres sobre economía circular para aprender de otros casos, conocer nuevas tendencias y establecer contactos iniciales.
 - Para participar en un webinar, generalmente deben inscribirse previamente llenando un formulario en la página web del evento o a través de un enlace de invitación. Luego, el día del webinar, se accede al enlace de acceso que fue proporcionado y se unen a la sesión en tiempo real.
 - Cómo: Buscar eventos organizados por cámaras de comercio, asociaciones industriales o instituciones gubernamentales con enfoque en sostenibilidad y economía circular.
- Cierra el Diagnóstico Concluyente:
 - Diagnóstico Concluyente: Redacta el documento final que resume el análisis y las decisiones tomadas. Desde una perspectiva pro-ecológica, este diagnóstico debe incluir una evaluación del impacto ambiental esperado de la iniciativa y cómo se alinea con los principios de la economía circular.
 - Objetivo: Escribir un documento claro y completo con todo el proceso que seguiste, lo que descubriste, los análisis que realizaste y las decisiones que tomaste.

En resumen, para las MiPymes con recursos limitados o sin participación en grupos proambientales, la clave en el Paso 1 es un liderazgo comprometido, una autoevaluación interna rigurosa, una investigación individualizada y estratégica, y la búsqueda de beneficios tangibles iniciales que demuestren el valor de la economía circular. Estas acciones individuales sentarán una base sólida para las etapas posteriores del proceso de inserción en la economía circular.



b.6 Implementación o aplicación de la acción.

Antes de la implementación se debe conocer el nivel de interés del empresario por cambiar su visión de negocio hacia la EC. Entramos al momento de mayor alcance en las decisiones de un empresario que quiere transitar a la EC. ¿Qué formato de estructura organizacional se debe incluir para el suministro de reciclados del negocio industrial? Para responder a lo anterior analizaremos los siguientes aspectos:

b.6.1 Implicaciones hacia el cambio cultural hacia la EC en una MIPYME

1. Aceptar la necesidad de un cambio
2. Sensibilizar a los empleados
3. Involucrar a todos los niveles
4. Buscar oportunidades de innovación
5. Actuar de forma proactiva

b.6.2 Algunas opciones para la implementación de un sistema de reciclado y reutilización en un negocio industrial.

Opción 1: La Empresa Incluye su Propio Departamento de Acopio y Reciclado o Recuperado
Análisis de estructuras organizacionales para el suministro de reciclados en un negocio industrial

Opción 2: La Empresa Contrata una Empresa para que le haga el Acopio de los Residuos y le Entregue lo que Requiere para Insertarlo en la Producción

Opción 3: La Propia Empresa Crea Otra Empresa Independiente para que le Haga el Acopio y el Reciclado o Recuperado

b.6.3 Consideraciones de contexto operativo para decidir por la opción idónea

b.6.4 Toma de decisiones para planificar acciones comerciales viables orientadas a la Implementación de la opción para la EC.

Consideremos esto más a detalle:

b.6.1 Implicaciones hacia el cambio cultural hacia la EC en una MIPYME

1. Aceptar la necesidad de un cambio:

Hay que reconocer que el modelo lineal de producción y consumo es insostenible y que la economía circular ofrece una alternativa viable.



100CIATEC

2. Sensibilizar a los empleados:

Educar sobre los principios y beneficios de la economía circular, promoviendo un cambio de mentalidad.

3. Involucrar a todos los niveles:

Desde la dirección hasta los empleados operativos, todos deben estar comprometidos con el cambio.

4. Buscar oportunidades de innovación:

Explorar nuevas tecnologías y procesos que permitan reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia.

5. Actuar de forma proactiva:

No esperar a que la economía circular sea impuesta, y si buscar la manera de integrarla en la cultura de la empresa.

En el contexto de la EC y la sostenibilidad, la elección de desarrollar a la organización y su estructura al adecuado suministro de reciclados es crucial (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2018).

Al implementar estos cambios culturales, la MIPYME podrá aprovechar las opciones que ofrece la EC, como la eventual reducción de costos, mejorar la eficiencia y entrar a nuevos mercados.

b.6.2 Opciones para la implementación de un sistema de reciclado y reutilización

A continuación, se analizan algunas opciones posibles para la implementación de un sistema de reciclado y reutilización en un negocio industrial. Al ver estas opciones se debe precisar que no son concluyentes, existen más formas para incluir una estructura que contribuya a el reciclado y la reutilización, pero de esas aquí destaco las siguientes tres:

Opción 1: La Empresa Incluye su Propio Departamento de Acopio y Reciclado o Recuperado

Análisis de estructuras organizacionales para el suministro de reciclados en un negocio industrial

Ventajas:

Control Total: La empresa tiene un control completo sobre el proceso de reciclado y recuperación, lo que permite una mayor eficiencia y alineación con los objetivos estratégicos (Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016).



100CIATEC

Costos a Largo Plazo: Aunque los costos iniciales pueden ser altos, a largo plazo, la empresa puede reducir costos operativos al evitar pagar a terceros (Bocken et al., 2016).

Innovación y Mejora Continua: La empresa puede implementar mejoras y nuevas tecnologías en el proceso de reciclado de manera más rápida y efectiva (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Desventajas:

Inversión Inicial: La creación de un departamento de reciclado requiere una inversión significativa en infraestructura, equipos y personal.

Especialización: La empresa debe asegurarse de que el personal esté altamente capacitado y especializado en procesos de reciclado y recuperación.

Ejemplo:

IKEA ha implementado un departamento interno de reciclado que gestiona la recolección y el procesamiento de residuos, lo que ha permitido a la empresa reducir su huella de carbono y mejorar su eficiencia operativa (IKEA, 2020).

Opción 2: La Empresa Contrata una Empresa para que le haga el Acopio de los Residuos y le Entregue lo que Requiere para Insertarlo en la Producción

Ventajas:

Menor Inversión Inicial: La empresa no necesita invertir en infraestructura y equipos, lo que reduce los costos iniciales (Preston, 2012).

Especialización Externa: Las empresas contratadas suelen tener un alto nivel de especialización en procesos de reciclado especializados (Bocken et al., 2014)., lo que puede garantizar una mayor eficiencia y calidad en el servicio.

Flexibilidad: La empresa puede ajustar los contratos según sus necesidades cambiantes, lo que ofrece una mayor flexibilidad operativa.

Desventajas:

Dependencia de Terceros: La empresa depende de la eficiencia y la capacidad de la empresa contratada, lo que puede generar riesgos si la empresa contratada no cumple con los estándares esperados.

Costos Operativos: A largo plazo, los costos de contratar una empresa externa pueden ser más altos que los de tener un departamento interno de reciclado.



100CIATEC

Ejemplo:

Coca-Cola ha contratado a empresas especializadas en reciclado para gestionar la recolección y el procesamiento de sus residuos, lo que ha permitido a la empresa enfocarse en su núcleo de negocio mientras mantiene altos estándares de sostenibilidad (Coca-Cola, 2019).

Opción 3: La Propia Empresa Crea Otra Empresa Independiente para que le Haga el Acopio y el Reciclado o Recuperado

Ventajas:

Diversificación: La creación de una empresa independiente permite a la empresa diversificar sus ingresos y explorar nuevas oportunidades de negocio en el sector de reciclado (Lacy & Rutqvist, 2015).

Control y Flexibilidad: La empresa mantiene un control significativo sobre la nueva empresa, lo que permite una mayor flexibilidad en la gestión y en la implementación de estrategias.

Innovación: La nueva empresa puede centrarse exclusivamente en la innovación y mejora continua de procesos de reciclado, lo que puede generar ventajas competitivas.

Desventajas:

Complejidad de Gestión: La gestión de dos empresas separadas puede ser compleja y requerir una mayor capacidad de gestión y coordinación.

Inversión Inicial: La creación de una empresa independiente requiere una inversión significativa en capital y recursos.

Ejemplo:

Un ejemplo de esta opción es la empresa Interface, que creó una empresa independiente llamada ReEntry para gestionar la recolección y el reciclado de sus productos, lo que ha permitido a la empresa mejorar su eficiencia y reducir su impacto ambiental (Interface, 2018).

Conclusión

La elección de la estructura organizacional adecuada para el suministro de reciclados depende de varios factores, incluyendo Una cultura de negocio encaminada al propósito de reutilizar, la capacidad de inversión, la necesidad de control, la flexibilidad de integrarse a nuevos procesos, y la especialización requerida.



b.6.3 Consideraciones de contexto operativo para decidir por la opción idónea

Cada opción tiene sus propias ventajas y desventajas, pero en general las MiPymes deben evaluar cuidadosamente sus objetivos estratégicos proambientales y atender a las siguientes consideraciones mínimas dentro de contexto operativo para tomar la decisión más adecuada:

- Puntos a considerar para el Acopio y el reciclado o recuperado
- Inserción del insumo recuperado en el proceso productivo
- Ventajas de la inserción
- Desventajas de la inserción
- Cómo aprovechar las ventajas
- Cómo eliminar las desventajas
- Tamaño del acopio
- Suministro de material reciclado o recuperado
- Cuánto dinero se puede ganar
- El reciclado o recuperado, ¿en cuánto tiempo se recuperará la inversión?
- El reciclado o recuperado, ¿en cuánto ayudará al medio ambiente a reducir residuos?
- ¿Es posible técnicamente y tienes acceso a la tecnología necesaria para el reciclado o recuperado
- ¿Cumple con todas las leyes y regulaciones para el reciclado o recuperado?
- ¿Qué te hará diferente y mejor que otras empresas que hacen reciclado o recuperado?
- ¿Tienes los recursos y las habilidades necesarias en tu empresa para el reciclado o recuperado?
- ¿Puedes crecer y expandirte en el futuro con esta opción de reciclado o recuperado?

profundicemos estas consideraciones más a detalle:

1. Puntos a considerar para el acopio y el reciclado o recuperado

- Relación Ecológica: La forma en que se realiza el acopio (recolección) y el reciclado o recuperado tiene un impacto directo en la eficiencia del proceso y su huella ambiental (McKinsey & Company, 2021). Financieramente, una logística de acopio optimizada reduce costos de transporte y almacenamiento. Un reciclado o recuperado eficiente maximiza la recuperación de materiales valiosos y minimiza la generación de residuos secundarios. Considerar la proximidad de las fuentes de residuos, la segregación en origen y las tecnologías de reciclaje con menor consumo energético son clave.
- Resolverlo en favor de la economía circular: Implementa sistemas de recolección eficientes y de bajo impacto ambiental (rutas optimizadas, vehículos eléctricos). Fomenta la separación de residuos en el origen o fuente para mejorar la calidad del material reciclado o recuperado (European Commission, 2020). Invierte en tecnologías de reciclaje que maximicen la recuperación de materiales y minimicen el consumo de energía y agua.



La eficiencia en el acopio y el reciclado o recuperado reduce costos operativos y maximiza el valor de los recursos recuperados, haciendo la economía circular más atractiva financieramente y con menor impacto ecológico.

2. Inserción del insumo recuperado en el Proceso Productivo

- **Relación Ecológica:** La forma en que se integra el material reciclado o recuperado en el proceso productivo afecta la calidad del nuevo producto y la demanda de recursos vírgenes. Financieramente, una integración exitosa puede reducir los costos de materia prima y crear nuevos productos con valor de mercado. Es crucial asegurar la calidad del material reciclado o recuperado para evitar problemas en la producción y la aceptación del cliente.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Establece protocolos de control de calidad rigurosos para los materiales reciclado o recuperados. Adapta los procesos productivos para incorporar de manera eficiente los insumos recuperados sin comprometer la calidad del producto final. Investiga y desarrolla nuevos productos que puedan fabricarse con un alto porcentaje de material reciclado o recuperado (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Una integración exitosa reduce la dependencia de materias primas vírgenes, disminuye los costos y fomenta mercados para los materiales reciclado o recuperados.

3. Ventajas de la inserción

- **Relación Ecológica:** Las ventajas de insertar materiales recuperados incluyen la reducción de la extracción de recursos naturales que actualmente usa la empresa, la disminución de la energía necesaria para procesar materias primas vírgenes y la menor cantidad de residuos enviados a vertederos. Financieramente, estas ventajas se traducirán en ahorros en costos de materia prima, posibles ingresos por la venta de subproductos o créditos de carbono, y una mejor imagen de marca que puede atraer a consumidores conscientes del medio ambiente.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Cuantifica y comunica claramente las ventajas ambientales y económicas de utilizar materiales reciclado o recuperados. Destaca la reducción de la huella de carbono y el ahorro de recursos naturales. Utiliza estas ventajas como un argumento de venta para tus productos. Maximizar las ventajas fortalece tanto el caso ecológico como el financiero de la economía circular.

4. Desventajas de la inserción

- **Relación Ecológica:** Las posibles desventajas pueden incluir la necesidad de procesos de limpieza o acondicionamiento del material reciclado o recuperado que consuman energía o generen residuos secundarios. Financieramente, estas desventajas se traducen en costos adicionales de procesamiento y posibles problemas de calidad que afecten la producción o la aceptación del cliente.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Invierte en tecnologías de limpieza y procesamiento eficientes y de bajo impacto ambiental. Establece estándares de calidad claros para los materiales reciclado o recuperados. Busca soluciones innovadoras para



minimizar la generación de residuos secundarios en el proceso de reciclaje. Mitigar las desventajas es crucial para asegurar la viabilidad económica y la sostenibilidad ambiental de la inserción de materiales recuperados.

5. Cómo aprovechar las ventajas

- **Relación Ecológica:** Para maximizar las ventajas ecológicas, enfócate en procesos que realmente generen un impacto positivo significativo (mayor reducción de residuos, menor consumo de energía, etc.). Financieramente, esto implica identificar y explotar los beneficios económicos directos (ahorro de costos) e indirectos (mejora de la imagen de marca, acceso a nuevos mercados) derivados de estas ventajas ecológicas.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Implementa sistemas de medición y seguimiento para cuantificar los beneficios ambientales y económicos. Comunica estos beneficios a tus clientes y otros stakeholders. Busca certificaciones o reconocimientos que validen tus prácticas sostenibles. Una gestión activa de las ventajas ecológicas puede traducirse en una mayor rentabilidad y una reputación sólida en el mercado de la economía circular.

6. Cómo eliminar las desventajas

- **Relación Ecológica:** La eliminación de desventajas implica la adopción de prácticas y tecnologías que minimicen los impactos negativos del proceso de reciclaje y la inserción de materiales recuperados. Financieramente, esto se traduce en la reducción de costos operativos, la mejora de la eficiencia y la minimización de los riesgos asociados a problemas de calidad o cumplimiento normativo.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Realiza análisis de ciclo de vida para identificar los puntos críticos en el proceso de reciclaje e inserción. Invierte en investigación y desarrollo para encontrar soluciones más limpias y eficientes. Establece alianzas con expertos y otras empresas para compartir mejores prácticas. La eliminación de desventajas es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas de economía circular.

7. Tamaño del acopio

- **Relación Ecológica:** El volumen de residuos acopiados influye directamente en el impacto ambiental total de la actividad de reciclaje. Un mayor volumen puede significar una mayor reducción de residuos que van a vertederos, pero también puede implicar mayores costos de transporte y almacenamiento. Financieramente, el tamaño del acopio debe equilibrarse con la capacidad de procesamiento y la demanda del mercado para los materiales reciclado o recuperados.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Realiza estudios de mercado para determinar la demanda de los materiales reciclado o recuperados que puedes producir. Optimiza la logística de acopio para manejar el volumen necesario de manera eficiente y con el menor impacto ambiental posible. Considera modelos de acopio descentralizados o colaborativos para reducir costos de transporte. Un tamaño de acopio adecuado asegura



un flujo constante de material para el reciclaje sin generar costos excesivos ni impactos ambientales innecesarios.

8. Suministro de material reciclado o recuperado

- **Relación Ecológica:** La constancia y la calidad del suministro de material reciclado o recuperado son cruciales para asegurar la continuidad de los procesos productivos y la calidad de los productos finales. Financieramente, un suministro inestable o de baja calidad puede generar interrupciones en la producción, mayores costos de procesamiento y problemas de aceptación del cliente.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Establece relaciones a largo plazo con proveedores confiables de residuos. Implementa sistemas de control de calidad en la recepción de materiales reciclado o recuperados. Explora la posibilidad de desarrollar tus propias fuentes de suministro (por ejemplo, a través de programas de recolección propios). Un suministro seguro y de calidad es fundamental para la viabilidad económica y la credibilidad de los productos de la economía circular.

9. Cuánto dinero se puede ganar

- **Relación Ecológica:** La rentabilidad de las actividades de economía circular es un factor clave para su escalabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Financieramente, la capacidad de generar ganancias atrae inversión y fomenta la innovación en el sector. Una economía circular próspera puede financiar la adopción de prácticas más sostenibles y la expansión de soluciones de reciclaje y reutilización.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Busca modelos de negocio innovadores que generen valor a partir de los residuos. Explora mercados para productos reciclado o recuperados de alto valor agregado. Optimiza los procesos para reducir costos y aumentar la eficiencia. La rentabilidad es el motor que impulsa la economía circular, permitiendo que las soluciones ecológicas sean también económicamente viables y atractivas para las empresas.

10. Reciclado o recuperado, ¿en cuánto tiempo se recuperará la inversión?

- **Relación Ecológica:** Una respuesta positiva a este criterio implica que la actividad de reciclaje o reutilización es económicamente viable. Financieramente, esto atrae inversión al sector de la economía circular, permitiendo su crecimiento y expansión. Ecológicamente, la viabilidad económica asegura la sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas de reciclaje. Si una empresa de reciclaje es rentable, puede operar de manera continua, procesando más residuos y evitando que terminen en vertederos o contaminando el medio ambiente. Además, la rentabilidad puede incentivar la innovación en tecnologías de reciclaje más eficientes y con menor impacto ambiental.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Busca modelos de negocio que optimicen la eficiencia en la recolección, clasificación y procesamiento de residuos para minimizar costos operativos. Explora la creación de productos reciclado o recuperados con valor agregado que puedan venderse a precios competitivos. Investiga incentivos



gubernamentales, subsidios o créditos fiscales para actividades de economía circular. Analiza la posibilidad de generar ingresos adicionales a través de la venta de subproductos del proceso de reciclaje. Una recuperación de la inversión más rápida y una mayor rentabilidad hacen que la economía circular sea una opción atractiva para las empresas.

11. El reciclado o recuperado, ¿en cuánto ayudará al medio ambiente a reducir residuos?

- **Relación Ecológica:** Este criterio mide directamente el impacto ambiental positivo de la iniciativa. Financieramente, una mayor reducción de residuos puede traducirse en ahorros en costos de disposición final (tasas de vertedero), posibles ingresos por la venta de materiales reciclado o recuperados y una mejor imagen corporativa que puede atraer a clientes y socios con conciencia ambiental. Ecológicamente, reducir la cantidad de residuos que van a parar a vertederos disminuye la contaminación del suelo y del agua, la emisión de gases de efecto invernadero (como el metano) y la necesidad de extraer nuevos recursos naturales.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Prioriza procesos de reciclaje y reutilización que maximicen la valorización de los residuos. Investiga tecnologías que permitan procesar una mayor variedad de materiales y obtener productos reciclado o recuperados de alta calidad. Establece objetivos claros y medibles de reducción de residuos. Comunica de manera transparente los beneficios ambientales de tus actividades. Una mayor contribución a la reducción de residuos fortalece el argumento ecológico y puede generar beneficios financieros a través de la eficiencia y la reputación.

12. ¿Es posible técnicamente y tienes acceso a la tecnología necesaria para el reciclado o recuperado?

- **Relación Ecológica:** La viabilidad técnica determina si los residuos pueden ser efectivamente procesados y transformados en nuevos recursos. Financieramente, el acceso a la tecnología adecuada influye directamente en la eficiencia operativa, los costos de producción y la calidad de los materiales reciclado o recuperados. Tecnologías más eficientes pueden reducir el consumo de energía y agua en el proceso de reciclaje, minimizando el impacto ambiental de la propia actividad.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Investiga las tecnologías de reciclaje y reutilización más adecuadas para los tipos de residuos que manejarás, considerando su eficiencia energética y su impacto ambiental. Explora opciones de arrendamiento o colaboración para acceder a tecnologías costosas inicialmente. Capacita a tu personal en el uso y mantenimiento de estas tecnologías. La viabilidad técnica con tecnologías eficientes es fundamental para una economía circular operativa y con un menor impacto ambiental.

13. ¿Cumple con todas las leyes y regulaciones para el reciclado o recuperado?

- **Relación Ecológica:** El cumplimiento normativo es esencial para asegurar que las actividades de reciclaje se realicen de manera ambientalmente responsable, evitando la



contaminación y protegiendo la salud pública. Financieramente, el incumplimiento puede acarrear multas, sanciones y daños a la reputación, lo que puede afectar la viabilidad económica a largo plazo. Cumplir con las regulaciones ambientales puede incluso abrir puertas a certificaciones y beneficios fiscales.

- Resolverlo en favor de la economía circular: Mantente actualizado sobre las leyes y regulaciones ambientales locales, regionales y nacionales relacionadas con el manejo de residuos y el reciclaje. Implementa sistemas de gestión ambiental para asegurar el cumplimiento continuo. Obtén los permisos y licencias necesarios. La adhesión a la normativa ambiental es un requisito fundamental para operar de manera sostenible y evitar costos y riesgos financieros asociados al incumplimiento.

14. ¿Qué te hará diferente y mejor que otras empresas que hacen reciclado o recuperado?

- Relación Ecológica: La diferenciación puede basarse en ofrecer servicios de reciclaje más eficientes, procesar tipos de residuos que otros no manejan, utilizar tecnologías más limpias o crear productos reciclado o recuperados de mayor calidad o con un menor impacto ambiental en su producción. Financieramente, una propuesta de valor única puede atraer a clientes que buscan soluciones de reciclaje más sostenibles o que están dispuestos a pagar más por productos reciclado o recuperados de alta calidad, generando una ventaja competitiva y mayores márgenes de beneficio.
- Resolverlo en favor de la economía circular: Identifica nichos de mercado desatendidos o áreas donde puedas ofrecer un valor superior en términos de sostenibilidad (por ejemplo, reciclaje de plásticos complejos, trazabilidad del origen de los materiales reciclado o recuperados, servicios de consultoría en economía circular). Invierte en innovación para desarrollar procesos de reciclaje más eficientes y con menor impacto ambiental. Comunica claramente tus ventajas ecológicas a tus clientes. Una diferenciación basada en la sostenibilidad puede ser una poderosa estrategia para el éxito en la economía circular.

15. ¿Tienes los recursos y las habilidades necesarias en tu empresa para el reciclado o recuperado?

- Relación Ecológica: Contar con personal capacitado y recursos adecuados (infraestructura, equipos, financiamiento) es crucial para operar de manera eficiente y ambientalmente responsable. Financieramente, una buena gestión de los recursos y un equipo competente pueden optimizar los costos operativos, minimizar los errores y asegurar la calidad de los procesos y productos reciclado o recuperados, contribuyendo a la rentabilidad a largo plazo. La falta de recursos o habilidades puede llevar a prácticas ineficientes y con un mayor impacto ambiental.
- Resolverlo en favor de la economía circular: Evalúa las capacidades actuales de tu empresa e identifica las brechas en recursos y habilidades necesarias para la economía circular. Invierte en capacitación y desarrollo de tu personal en temas de gestión de residuos, tecnologías de reciclaje y sostenibilidad. Busca alianzas estratégicas o



colaboraciones para acceder a recursos o conocimientos especializados que no tengas internamente. Asegurar los recursos y las habilidades adecuadas es un factor clave para una transición exitosa y sostenible hacia la economía circular.

16. ¿Puedes crecer y expandirte en el futuro con esta opción de reciclado o recuperado?

- **Relación Ecológica:** La escalabilidad de una iniciativa de economía circular significa que su impacto ambiental positivo puede aumentar con el tiempo. Financieramente, la capacidad de crecimiento y expansión atrae inversión y permite aprovechar economías de escala, lo que puede mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad financiera a largo plazo. Un modelo de negocio escalable puede contribuir significativamente a la reducción de residuos y a la conservación de recursos a nivel más amplio.
- **Resolverlo en favor de la economía circular:** Diseña tu modelo de negocio con la flexibilidad para adaptarse a un mayor volumen de residuos y a nuevos mercados de materiales reciclado o recuperados. Investiga la demanda futura de tus productos o servicios de reciclaje. Considera la posibilidad de replicar tu modelo en otras ubicaciones o para otros tipos de residuos. La escalabilidad asegura que tu contribución a la economía circular y sus beneficios ecológicos puedan crecer con el tiempo, generando también mayores retornos financieros.

Al abordar cada uno de estos puntos con una visión que integre los aspectos ecológicos y financieros, las MiPymes estará en una mejor posición para desarrollar un plan con estrategias de inserción en la economía circular que sea ambientalmente responsable y económicamente exitoso.

Siguiendo estos pasos con un fuerte enfoque en la sostenibilidad y los principios de la economía circular, se podrá contribuir a un futuro más ecológico. El éxito radica en la integración de la innovación, la responsabilidad ambiental y una comprensión profunda del acopio y del mercado.

b.6.4 Toma de decisiones para planificar acciones comerciales viables orientadas a la Implementación de la opción para la EC.

Después de los 16 pasos anteriores podrá tomar decisiones y planificar las acciones orientadas a la Implementación de la EC y el desarrollo de nuevos productos nacidos del reciclado que sean comercialmente viables. Por tanto, sigue elaborar un plan de Inserción para la gestión de residuos que considere el ecodiseño, la mercadotecnia y la comercialización, los recursos, los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs), los documentos de las actividades desde el acopio hasta la reutilización o disposición del material, las herramientas para comparar Indicadores, los



aspectos a incluir que generen valor a la empresa y un plan de contingencia, para lo que se sugiere hacer lo siguiente:

Usa una Matriz de Decisión Ponderada:

- **Matriz de Decisión:** Herramienta para comparar opciones utilizando criterios definidos. Pro-ecológicamente, esta matriz permite priorizar las opciones que mejor se alinean con los objetivos de sostenibilidad al asignarles mayor peso a los criterios de EC y generación de empleos.
- **Ponderada:** Asignación de un peso relativo a cada criterio según su importancia. En un contexto circularidad sostenible, los criterios relacionados con la reducción del impacto ambiental, la eficiencia de los recursos y la sostenibilidad a largo plazo deberían tener una mayor ponderación.
- **Objetivo:** Crea una tabla donde compares las diferentes opciones según los criterios que definiste. Dale un peso a cada criterio según su importancia para tomar una decisión más objetiva.
- **Desarrolla un Plan de Inserción Detallado:**
 - **Plan de Inserción:** Este documento que describirá cómo las MiPymes entrará en el mercado de la EC. Desde una perspectiva pro-ecológica, este plan debe detallar cómo se integrarán los principios de sostenibilidad en todas las etapas de la operación.
 - **Detallado:** Con información específica y clara sobre cada aspecto. Ecológicamente, se deben especificar los procesos de gestión de residuos, las tecnologías limpias a utilizar y los indicadores de desempeño ambiental a monitorear.
 - **Objetivo:** Crea un plan de acción con los siguientes elementos:
 - **Objetivos SMART:** Definir qué se quiere lograr de forma Específica, Medible, Alcanzable, Relevante y con un Tiempo definido. Incluye objetivos ambientales específicos, como la reducción de la cantidad de residuos enviados a vertedero en un porcentaje determinado para una fecha específica.
 - **Estrategias Específicas:** Definir cómo se va a competir con las otras recicladoras o recuperadoras, ¿serás diferente por el tipo de residuo, la tecnología, el servicio, los precios? Considera estrategias de diferenciación basadas en la sostenibilidad, como ofrecer un servicio de reciclaje con menor huella de carbono o enfocarse en el reciclaje de materiales difíciles de procesar.
 - **Tareas y Responsabilidades:** Asigna claramente quién hará qué. Incluye responsabilidades relacionadas con la gestión ambiental y la sostenibilidad.



- Cronograma: Establece fechas realistas para cada tarea. Considera los plazos para la obtención de permisos ambientales o la implementación de tecnologías limpias.
- Recursos Necesarios: Identifica cuánto dinero, tecnología y personal necesitas. Incluye la inversión en tecnologías de reciclaje eficientes y la capacitación del personal en prácticas sostenibles.
- Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs): Define cómo vas a medir si estás teniendo éxito. Incluye KPIs ambientales como la cantidad de residuos reciclado o recuperados, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero o el consumo de energía renovable, considerando:
 - **La medición del impacto ambiental:**
 - La economía circular permite la implementación de KPIs específicos para medir el impacto ambiental de las operaciones de la empresa. Estos KPIs pueden incluir la huella de carbono, el uso de agua, la eficiencia energética y la tasa de desvío de residuos.
 - Herramientas como los Indicadores de Transición Circular (CTI) y Circulytics, desarrollados por el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) y la Fundación Ellen MacArthur, respectivamente, proporcionan marcos para medir y mejorar el desempeño circular de las empresas.
 - **La optimización de recursos:**
 - Los KPIs relacionados con la economía circular pueden ayudar a las empresas a optimizar el uso de recursos, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia operativa. Esto puede incluir el uso de materiales reciclados, la reducción de emisiones de carbono y la mejora de la eficiencia energética.
 - Ejemplos de KPIs específicos pueden ser la reducción del consumo de materiales primos, la tasa de reciclaje de productos y la eficiencia en el uso de agua y energía.
 - **La generación de valor a largo plazo:**
 - La implementación de KPIs de economía circular puede ayudar a las empresas a generar valor a largo plazo, no solo en términos financieros, sino también en términos de sostenibilidad y responsabilidad social. Esto puede incluir la medición de la reducción de costos operativos, la generación de nuevas fuentes de ingresos y la mejora de la percepción de la marca.
 - La adopción de esta perspectiva puede también mejorar la capacidad de la empresa para cumplir con las regulaciones ambientales y evitar multas y costos de adaptación
- Crea un Plan de Gestión de Residuos:



- Plan de Gestión de Residuos: En este documento debe describir cómo se manejarán los residuos generados y procesados. Desde una perspectiva pro-ecológica, este plan debe priorizar la prevención, la reutilización y el reciclaje, buscando minimizar la disposición final y maximizar el valor de los materiales.
- Objetivo: Detalla cómo vas a conseguir los residuos, cómo los vas a clasificar, procesar, almacenar y transportar.
- Elabora un Plan de Marketing y Comercialización:
 - Plan de Marketing y Comercialización: Define estrategias y plazos para promocionar los productos o servicios. En un contexto de circularidad sostenible, este plan debe destacar los beneficios ambientales de la oferta, atrayendo a clientes conscientes de la sostenibilidad.
 - Objetivo: Define cómo vas a promocionar tus servicios o productos de reciclaje y cómo vas a conseguir clientes.
- Prepara un Plan de Contingencia:
 - Plan de Contingencia: Incluye estrategias para responder a posibles problemas o imprevistos. Ecológicamente, esto incluye planes para mitigar derrames, fallas en equipos de control ambiental o cambios en las regulaciones ambientales.
 - Objetivo: Piensa en los posibles problemas que podrían surgir y cómo los vas a solucionar.

Paso 4: Documenta y Comunica los Resultados

- Comunica a tus Grupos de Interés:
 - Comunica: Compartir información de manera efectiva. En un contexto circularidad sostenible, esto implica ser transparente sobre las prácticas ambientales de la MiPymes y comunicar los beneficios de la economía circular a todos los stakeholders.
 - Objetivo: Comparte las conclusiones y el plan de acción con todos los que necesitan saber para que te apoyen y entiendan tus decisiones.

Recuerda la Importancia del Desarrollo Organizacional (DO):

En cada paso, aplica los principios del DO para:

- Fomentar la participación y el compromiso de tu equipo. Asegurando que todos los miembros de la MiPymes se sientan involucrados en el proceso de toma de decisiones y comprendan la importancia de la sostenibilidad (Cummings & Worley, 2015).
- Mejorar la comunicación y el trabajo en equipo. Fomentando un ambiente de diálogo abierto y constructivo sobre cómo integrar prácticas más ecológicas (Robbins & Judge, 2013).
- Preparar a tu empresa para los cambios que implica la economía circular. Ayudando a la organización a adaptarse a nuevas formas de operar y a una cultura más consciente del medio ambiente (Murray, Skene & Haynes, 2017).



- Identificar qué necesita aprender tu equipo para tener éxito. Facilitando la capacitación en temas de gestión ambiental, tecnologías limpias y principios de la economía circular (Charpentier, 2021).
- Crear una cultura donde siempre se esté aprendiendo y buscando cómo mejorar. Estableciendo mecanismos para la evaluación del desempeño ambiental y la implementación de prácticas más sostenibles de forma continua (Senge, 2006).

b.7 Evaluación: Análisis Detallado y valoración de Opciones (Enfoque Estratégico)

Fase 1: Planificación y preparación de la evaluación

¿Cómo saber que todo salió bien? La evaluación busca establecer criterios evaluativos que valoren la situación real o el interés por la empresa, concentrándose en los aspectos que consideramos aplicar en el diagnóstico, procesos de producción, lo financiero, clientes, etc. (OECD, 2021).

1. Designar un responsable (incluido el líder):

- a. Acción: Se debe asignar o autoasignarse en una persona (el dueño o un líder) la responsabilidad de coordinar y llevar a cabo la autoevaluación. Esto asegura que alguien tome la iniciativa y dé seguimiento al proceso de mejoras.
- b. Consideraciones: Esta persona debe tener una visión general de los procesos de la empresa y la capacidad de recopilar información de diferentes áreas o contar con ella (Cameron & Green, 2015).

2. Definición de objetivos y alcance de la evaluación:

- a. Acción: Decide qué áreas o procesos (producción, clientes, finanzas, etc.) de las MiPymes se incluirán en el análisis la evaluación inicial. Se comienza con los procesos más intensivos en materiales o aquellos donde se sospecha una mayor generación de residuos por tener mayor impacto ambiental.
- b. Consideraciones: Para una MiPyme, esto podría significar analizar un solo proceso productivo o las operaciones generales de la oficina y el almacén (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

3. Establecer un período de evaluación:

- a. Acción: Define un período de tiempo específico para la recopilación de datos (por ejemplo, una semana, un mes). Esto permitirá obtener una visión representativa de la generación de residuos.
- o Consideraciones: El período debe ser lo suficientemente largo para capturar variaciones típicas en la actividad de la empresa (González & Rivas, 2020).

4. Determinar los métodos de recopilación de datos:

- a. Acción: Decidir cómo se van a recopilar los datos sobre los RS. Los métodos de recopilación de datos pueden incluir:



- i. **Observación directa:** Ver los procesos y los tipos de residuos que se generan.
- ii. **Entrevistas informales:** Hablar con los empleados involucrados en los diferentes procesos para entender qué se desecha y por qué.
- iii. **Revisión de registros:** Analizar facturas de disposición de residuos, registros de compras de materiales, etc.
- iv. **Pesaje:** Utilizar básculas para medir la cantidad de diferentes tipos de residuos generados.
- v. **Clasificación visual:** Identificar los diferentes tipos de materiales que componen los residuos.
- vi. **Análisis de registros financieros:** Este proceso de análisis ayuda a comprender el pasado, presente y potencial futuro de la organización, facilitando la toma de decisiones estratégicas.
- vii. **Medición de residuos:** Identificar tendencias y áreas de mejora en la gestión de residuos. Permite tomar decisiones sobre la reducción de residuos, el reciclaje y la disposición final de los mismos.
- viii. **Expansión y Diferenciación:** Diseñar o crear el propio modelo escalable que permitan el crecimiento de las iniciativas de economía circular.
 - **Diferenciación basada en sostenibilidad:** Usar tecnologías limpias para mejorar la competitividad de una empresa o industria para desafiar eficazmente en el mercado, considerando el impacto ambiental de sus operaciones y productos de lo contrario se anularía todo el esfuerzo de EC (Porter & Kramer, 2011; Kirchherr et al., 2017).

Fase 2: ejecución y control de la evaluación

- **Determinación de Fuentes de Financiamiento:**

Financiamiento. Identificación de opciones de financiamiento como subvenciones gubernamentales que promueven la conservación de recursos naturales y proteger el medio ambiente, inversión privada para el cuidado ambiental que puede adoptar diversas formas de EC, modelos colaborativos de reciclaje con individuos, comunidades, empresas y gobiernos y la colaboración con instituciones académicas.

- o **Evaluar:** Proceso de identificación y análisis de las diferentes opciones disponibles para financiar las inversiones necesarias para la inserción de la MiPyme en la economía circular. Esto implica comprender las características, requisitos y condiciones de cada fuente de financiamiento.



- o Fuentes de Financiamiento: Mecanismos a través de los cuales la MiPyme puede obtener los recursos económicos necesarios para implementar sus proyectos de economía circular. Estas fuentes pueden incluir recursos propios, préstamos bancarios, subvenciones gubernamentales, inversión de impacto, crowdfunding y otras opciones.
- o Objetivo: Identificar las fuentes de financiamiento más adecuadas y viables para la MiPyme, que permitan cubrir los costos de inversión y operación de sus iniciativas de economía circular, asegurando su sostenibilidad financiera.
- o Cómo hacerlo:
 - Evalúa los recursos propios: Determina la capacidad de la MiPyme para invertir sus propios fondos en proyectos de economía circular.
 - Investiga líneas de crédito bancarias: Explora las opciones de préstamos ofrecidas por instituciones financieras, incluyendo aquellas con condiciones favorables para proyectos sostenibles.
 - Busca subvenciones y programas gubernamentales: Investiga los programas de apoyo financiero, subsidios y convocatorias ofrecidas por el gobierno a nivel local, estatal y federal para proyectos de economía circular y sostenibilidad. En el Estado de México y a nivel federal en México, existen diversas iniciativas.
 - Explora la inversión de impacto: Investiga si existen fondos de inversión o inversores ángeles interesados en proyectos con un impacto social y ambiental positivo, como las iniciativas de economía circular.
 - Considera el crowdfunding: Evalúa la viabilidad de utilizar plataformas de financiación colectiva para obtener recursos de un gran número de personas interesadas en apoyar proyectos sostenibles.
 - Analiza otras fuentes: Investiga otras opciones como el arrendamiento de equipos, acuerdos de colaboración con otras empresas o la búsqueda de socios estratégicos que puedan aportar financiamiento.
- **Rentabilidad.** Análisis de costo-beneficio: Evaluación de costos operativos, ingresos potenciales y beneficios ecológicos. La transición a una economía circular puede resultar costosa inicialmente, pero ofrece numerosos beneficios que suelen superar los costos.
 - Rentabilidad: Capacidad de generar ganancias económicas. En la economía circular, la rentabilidad puede estar ligada a la eficiencia en el uso de recursos, la reducción de costos por disposición de residuos y la creación de nuevos mercados para materiales reciclado o recuperados.
 - Cómo hacerlo:



- Haz un análisis de Costo-Beneficio: Calcula los pros y contras económicos de cada opción. Incluye los beneficios ambientales monetizables, como la reducción de costos por contaminación o la venta de créditos de carbono.
- Cargos iniciales
 - Inversión en Tecnología:
 - La implementación de la economía circular puede requerir inversiones iniciales en tecnología, como sistemas de reciclaje, infraestructura y equipos de medición.
 - Cambios en Procesos:
 - La transición a una economía circular puede implicar cambios en los procesos de producción, lo que puede generar costos adicionales.
 - Capacitación:
 - La capacitación de la fuerza laboral puede ser necesaria para asegurar una transición exitosa a la economía circular.
- **Viabilidad económica.** Análisis basado en la optimización de recursos y generación de nuevos mercados de materiales reciclados y de productos elaborados con reciclados, considerando una inversión de impacto que busca un retorno de capital.
- Evalúa la viabilidad:
 - Evaluar: Proceso de valoración de las diferentes opciones para la inserción a la EC y la sostenibilidad, esto significa considerar también los ambientales y sociales a largo plazo.
 - Viabilidad: Factibilidad técnica, económica, ambiental y legal de una opción. Ecológicamente, implica asegurar que la opción sea sostenible en términos de recursos, impacto en el ecosistema y cumplimiento normativo ambiental.
 - Objetivo: Determina qué opciones son las más convenientes y sostenibles para tu MiPymes, considerando costos, ingresos y beneficios ambientales.
 - Cómo hacerlo:
 - Realiza una evaluación del ciclo de vida (ACV) Simplificada: Analiza el impacto ambiental de cada alternativa, desde la extracción de recursos hasta la disposición final (o un nuevo ciclo).
 - Calcular el tiempo o periodo de recuperación de una inversión (PRI), se divide la inversión inicial entre el flujo de efectivo anual. También se puede calcular estimando el tiempo necesario para que la inversión inicial sea igual o superior a las ganancias que arroje el proyecto.
 - Hacer un análisis de riesgos: Identifica y evalúa los posibles problemas que podrían surgir con cada opción, incluyendo riesgos ambientales como accidentes o incumplimiento normativo.
- **Estimación del tamaño de la demanda:**

Estudio de mercado para determinar la viabilidad comercial de los productos elaborados con materiales reciclados.



Opciones de Demanda:

- o **Evaluar:** Proceso de identificación y análisis de los posibles mercados y clientes para los productos o servicios de economía circular que la MiPyme podría ofrecer. Esto implica comprender las necesidades de los consumidores, las tendencias del mercado y la disposición a adoptar alternativas sostenibles.
- o **Demanda:** Cantidad de un bien o servicio que los consumidores desean adquirir a un precio determinado. En el contexto de la economía circular, la demanda puede estar impulsada por la conciencia ambiental, las regulaciones gubernamentales, los beneficios económicos (ahorro de costos a largo plazo) y la innovación en productos y servicios sostenibles.
- o **Objetivo:** Identificar y comprender las oportunidades de mercado que las MiPymes pueden aprovechar para sus iniciativas de economía circular, asegurando la existencia de una demanda sólida para sus productos o servicios reciclados o circulares.
- o **Cómo hacerlo:**
 - **Investiga el mercado:** Realiza estudios de mercado para identificar las necesidades de los clientes potenciales en Ixtapaluca y sus alrededores en relación con productos o servicios sostenibles. Analiza las tendencias de consumo y la demanda de alternativas recicladas o reutilizadas.
 - **Analiza la competencia:** Identifica otras empresas que ofrecen productos o servicios similares en la economía circular y evalúa su éxito, sus estrategias de mercado y los segmentos de clientes que atienden.
 - **Consulta a clientes potenciales:** Realiza encuestas, entrevistas o grupos focales con clientes potenciales para comprender sus necesidades, preferencias y disposición a pagar por soluciones de economía circular.
 - **Explora nichos de mercado:** Identifica segmentos de mercado específicos que puedan tener una mayor demanda de productos o servicios sostenibles (por ejemplo, empresas con objetivos de sostenibilidad, consumidores con conciencia ambiental).

De esta manera, al igual que con la evaluación de viabilidad y rentabilidad, se desglosan los conceptos clave relacionados con las opciones de demanda y las fuentes de financiamiento, se establece el objetivo de analizar estos aspectos y se proponen acciones concretas para llevar a cabo este análisis en favor de la inserción de las MiPymes en la economía circular.

- **Investigar a la Competencia:**



El benchmarking ambiental es una herramienta que analiza cómo otras empresas gestionan el reciclaje, sus tecnologías y estrategias comerciales, lo que facilita identificar mejores prácticas, evaluar y comparar procesos.

- **Investiga:** Búsqueda exhaustiva de información relevante. Detectar otros participantes en el mismo mercado de reciclado, esto implica analizar cómo otras recicladoras o recuperadoras gestionan sus residuos, qué tecnologías verdes utilizan y cómo comunican sus beneficios ambientales.
- **Competencia:** Pueden ser otras empresas que ofrecen servicios o productos similares. En la economía circular, esto se refiere a otras empresas que también buscan valorizar residuos. Analizar su enfoque ecológico puede revelar oportunidades para diferenciarse con prácticas más sostenibles.
- **Objetivo:** Descubre cómo operan, qué tecnologías usan, de dónde obtienen residuos, a quién venden, a qué precios, cómo se promocionan y cuáles son sus puntos fuertes y débiles.
- **Cómo hacerlo:**
 - **Investiga el mercado:** Busca información pública, informes del sector y analiza su presencia en línea.
 - **Realiza un Benchmarking:** Comparación de métricas clave (costos, eficiencia, calidad) con las de ellos. Incluye métricas ambientales como la tasa de reciclaje, la reducción de emisiones o el consumo de recursos.
 - **Analiza su Cadena de Valor:** Identifica cómo crean valor y dónde podrías tener una ventaja. Desde una perspectiva ecológica, analiza si su cadena de valor maximiza la eficiencia de los recursos y minimiza los residuos en cada etapa.

- **Definir los propios criterios de decisión:**

Establecer parámetros para seleccionar la mejor estrategia de inserción en la economía circular, considerando la sostenibilidad, viabilidad económica y escalabilidad.

- **Define:** Establecer claramente los parámetros para la evaluación. Desde una perspectiva pro-ecológica, estos parámetros deben incluir indicadores de desempeño ambiental y social, además de los económicos.
- **Criterios de Decisión:** Reglas o estándares para juzgar las diferentes opciones. En la economía circular, estos criterios deben priorizar la reducción de residuos, la eficiencia en el uso de recursos, la minimización del impacto ambiental y la contribución a un sistema más sostenible.
- **Objetivo:** Establece reglas claras para evaluar las diferentes opciones estratégicas. Estas reglas deben estar alineadas con lo que quieres lograr (ganar dinero, ser sostenible, tener un impacto social, cumplir la ley, etc.) y considerar lo que aprendiste de la competencia.
- **Criterios considerar:**



Formar empresarios aprendices de la investigación aplicada a la administración de negocios con un enfoque hacia la reutilización de residuos capaces de incluir en su formato de suministro del negocio industrial opciones para incluir el reciclado y la reutilización.

5. Conclusiones

1. La etapa de diagnóstico conjunto concluyente permitirá la inserción física de la economía circular (EC) a partir de observaciones y datos concretos. Es un proceso interdisciplinario y exhaustivo que involucra D.O. por el diálogo entre el dueño o propietario y sus empleados para discutir la problemática y analizar estrategias para acceder a la EC y la discusión para construir, seleccionar y evaluar soluciones para acceder a la economía circular empresarial.
2. Las MiPymes pueden transitar a la EC sin necesidad de grandes recursos ni redes externas, siempre que exista un liderazgo comprometido que impulse acciones concretas como la autoevaluación, la investigación sectorial individual y el aprovechamiento de aprendizajes formativos.
3. El enfoque en beneficios tangibles de bajo costo, junto con sesiones internas de exploración y documentación sistemática, permite a las MiPymes entrar a la economía circular gradualmente.
4. La investigación individual y el asesoramiento externo permiten a las MiPymes identificar soluciones viables en EC adaptadas a su sector, sin grandes recursos, con aprendizaje autónomo y el contacto de redes de apoyo académico o institucional.
5. Las sesiones internas, el registro de hallazgos y la búsqueda de beneficios tangibles iniciales fortalecen la toma de decisiones sustentables, facilitando que las MiPymes avancen de forma estructurada y motivada hacia un modelo circular.
6. La elección de la estructura organizacional para el reciclaje debe alinearse con los objetivos estratégicos y capacidades de inversión de cada empresa, considerando las tres alternativas propuestas, cada una con ventajas y desventajas en control, inversión, flexibilidad e innovación.
7. La eficiencia del reciclaje y la reutilización depende de la logística del acopio, la calidad del material recuperado, la integración en el proceso productivo, tanto ecológicas como financieras.
8. Para que la EC sea viable y rentable, deberá optimizar el suministro, reducir impactos ambientales y garantizar la recuperación de la inversión a través de innovación tecnológica, alianzas estratégicas, certificaciones sostenibles y estrategias de mercado enfocadas en productos con valor agregado reciclado o recuperado.
9. Implementar productos reciclados comercialmente viables requiere integrar innovación, sostenibilidad y análisis de mercado mediante: herramientas como la matriz de decisión ponderada, criterios ambientales y generación de empleos.



100CIATEC

10. La elaboración de planes —de inserción al mercado, gestión de residuos, marketing y contingencia— permite a las MiPymes participar en la EC con objetivos claros, estrategias diferenciadas y KPIs ambientales.
11. El éxito en la transición hacia la EC depende del DO, que fomente una cultura proactiva en sostenibilidad y adaptación a nuevos modelos ecológicos.
12. La evaluación estratégica en las MiPymes comenzará con una planificación con responsables definidos, objetivos específicos y métodos para recopilar datos relevantes sobre procesos clave o con alto impacto ambiental.
13. La recopilación y análisis de datos sobre residuos, junto con una visión financiera y operativa, identificarán oportunidades de mejora, impulsando modelos escalables de EC y fortalecer la diferenciación competitiva.
14. La ejecución de la evaluación en EC requiere identificar fuentes de financiamiento adecuadas —subsidios, créditos e inversión de impacto— para asegurar la viabilidad financiera de las MiPymes y cubrir los costos asociados a tecnología, capacitación y reestructuración de procesos.
15. El análisis de rentabilidad y viabilidad debe considerar el retorno de inversión como los beneficios ecológicos. Herramientas como el análisis de ciclo de vida, el estudio de mercado y la estimación del periodo de recuperación fortalecen la toma de decisiones estratégicas.
16. Investigar la competencia permite a las MiPymes diferenciarse y posicionarse en mercados sostenibles, aplicando prácticas de benchmarking, estableciendo cadenas de valor y parámetros alineados con la sostenibilidad, escalabilidad y normatividades.

7. Referencias

- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42–56.
- Cameron, E., & Green, M. (2015). *Making sense of change management: A complete guide to the models, tools and techniques of organizational change*. Kogan Page Publishers.
- Coca-Cola. (2019). *World Without Waste Report*. <https://www.coca-colacompany.com>
- Charpentier, P. (2021). *Capacitación y desarrollo para la sostenibilidad en MiPymes*. Instituto de Investigación en Gestión Ambiental.
- Chiavenato, I. (2025). *Administración de recursos humanos*. McGraw-Hill.
- Cummings, T. G., & Worley, C. G. (2024). *Development and change*. Cengage Learning.
- Cummings, T. G., & Worley, C. G. (2015). *Organization development and change*. Cengage Learning.
- Drucker, P. F. (2002). *La gestión en tiempos de grandes cambios*. Ediciones Deusto.



100CIATEC

- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- European Commission. (2024). Circular Economy Action Plan. European Commission. <https://ec.europa.eu>
- French, W. L., & Bell, C. H. (2024). Organizational development: Behavioral science interventions for organization improvement. Prentice Hall.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.
- González, R., & Rivas, A. (2020). *Gestión de residuos en empresas: Evaluación y mejora continua*. Editorial EcoCiencia.
- IKEA. (2020). Sustainability Report 2020. <https://www.ikea.com>
- Interface. (2018). Sustainability Highlights. <https://www.interface.com>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2018). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kotter, J. P. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- Lacy, P., & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth – The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan.
- McKinsey & Company. (2021). The future of recycling in a circular economy. <https://www.mckinsey.com>
- Moreno, M., De los Rios, C., Rowe, Z., & Charnley, F. (2016). A conceptual framework for circular design. *Sustainability*, 8(9), 937. <https://doi.org/10.3390/su8090937>
- OECD. (2021). *SMEs in the Green Transition*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org>
- OECD. (2022). *Global Material Resources Outlook to 2060*. <https://www.oecd.org>



100CIATEC

- P Preston, F. (2025). A Global Redesign? Shaping the Circular Economy. Chatham House.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2024). Creating shared value. Harvard Business Review, 312(1/2), 62–77.
- Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2013). Comportamiento organizacional. Pearson Educación.
- Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2013). Organizational behavior. Pearson Education.
- Schein, E. H. (2010). Organizational culture and leadership. Jossey-Bass.
- Senge, P. M. (2024). The fifth discipline: The art and practice of the learning organization. Doubleday.
- UNEP. (2021). Sustainability and Circular Economy Policy Brief. <https://www.unep.org>



DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL Y UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DE PROGRAMAS DE LA SECRETARÍA DE LAS MUJERES ESTATAL DE TLAXCALA

Sánchez, Romano- Luz Belén ¹, Pérez, Mirafuentes- Jullian Santiago ², Morales, Zamora- Vianney ³

1. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21240048@smartin.tecnm.mx
2. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21240016@smartin.tecnm.mx
3. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, vianney.morales@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo e implementación de una aplicación móvil y un sistema web para optimizar la gestión de la Secretaría de las Mujeres del Estado de Tlaxcala, con el objetivo de mejorar la administración de servicios, el seguimiento de casos y la comunicación interna. La investigación siguió la metodología en cascada, abarcando las etapas de análisis, diseño, desarrollo, implementación y pruebas. Para el sistema web, se utilizó un modelo Vista-Controlador con tecnologías como Bootstrap, JavaScript y PHP, implementado en servidores Apache. La aplicación móvil fue desarrollada en Kotlin, permitiendo una integración eficiente con el sistema web. Ambas soluciones facilitaron el acceso a la información, la gestión de trámites, la automatización de procesos administrativos.

Los resultados demostraron una mejora significativa en la eficiencia operativa, reduciendo tiempos de respuesta y optimizando el almacenamiento y consulta de datos. Asimismo, se fortaleció la accesibilidad de los servicios y la trazabilidad de la información, es decir, la implementación de estas herramientas tecnológicas representó un avance en la modernización de la gestión pública y en la atención de las mujeres en el estado.

Palabras Clave: Sistema, Aplicación, Gestión, metodología en cascada, MVC.

Abstract: This article presents the development and implementation of a mobile application and a web system aimed at optimizing the management of the Secretariat for Women of the State of Tlaxcala, with the objective of improving service administration, case tracking, and internal communication. The research followed the waterfall methodology, covering the stages of analysis, design, development, implementation, and testing.



100CIATEC

For the web system, a Model-View-Controller (MVC) architecture was used with technologies such as Bootstrap, JavaScript, and PHP, deployed on Apache servers. The mobile application was developed in Kotlin, allowing efficient integration with the web system. Both solutions facilitated access to information, the management of procedures, and the automation of administrative processes.

The results showed a significant improvement in operational efficiency, reducing response times and optimizing data storage and retrieval. Furthermore, the accessibility of services and the traceability of information were strengthened. In other words, the implementation of these technological tools represented progress in the modernization of public management and in the support provided to women in the state.

Keywords: System, Application, Management, Waterfall methodology, MVC.

1. Introducción

Existen proyectos similares al presentado en este documento, como el desarrollado para la Secretaría de Derechos Humanos (SDH), actualmente conocida como Ministerio de la Mujer y Derechos Humanos (MMD), el cual contaba con un sistema web para la gestión de recursos en los Servicios de Protección Integral (SPI), con el objetivo de mejorar la administración de los pedidos solicitados por los SPI hacia la SDH. Sin embargo, dicho sistema presentaba varias falencias que dificultaban el manejo de la información, por lo que se requería una pronta actualización en aspectos de seguridad, herramientas, librerías y la incorporación de nuevos módulos. Por esta razón, se generó un proyecto de Integración Curricular, utilizando tecnologías modernas, de código abierto (Open Source), escalables y aplicando buenas prácticas de programación. (Delgado, 2023)

Otro proyecto es SAAS @STAT, el cual proporciona una serie de módulos transversales que permiten acceder de forma segura mediante certificados digitales, así como adquirir, procesar, generar, consultar, compartir y distribuir información, de manera análoga a otros sistemas integrados conocidos, tales como SAP, SharePoint, SIEBEL, las suites de Oracle, entre otros. Estos módulos transversales ofrecen, entre otras funcionalidades: captura de datos, seguridad, inteligencia de negocios, integración y consolidación de datos, generación de informes, flujos de procesos basados en datos, gestión de usuarios y dispositivos (computadores, dispositivos Android, etc.), así como otras funcionalidades que benefician a los distintos contextos operacionales de Vigilancia de la Salud Pública incorporados al sistema.

La plataforma @STAT es un sistema de información robusto que permite la gestión de la información recolectada por el equipo básico de cada municipio, tanto en línea (Online) mediante



100CIATEC

conexión web, como fuera de línea (Offline) mediante dispositivos tipo tablet. Para ello, se cuenta con un instrumento de recolección y una guía de diligenciamiento específica para cada entorno. (De Antioquia, 2000)

La Secretaría de la Mujer Estatal de Tlaxcala es una entidad gubernamental que promueve la igualdad de género y previene la violencia contra las mujeres, atendiendo problemáticas como la discriminación laboral, la violencia de género y la falta de acceso a salud y educación, especialmente en mujeres en situación de vulnerabilidad. Sin embargo, enfrenta limitaciones para brindar sus servicios de manera eficiente y accesible, debido al uso de procesos administrativos manuales y la ausencia de un sistema digital que automatice y centralice su gestión. La falta de actualización en tiempo real y de un sistema unificado para eventos, asesorías y servicios reduce el impacto de sus programas y políticas. Esto provoca que muchas mujeres no accedan a los apoyos en el momento oportuno, ampliando la desigualdad entre quienes tienen acceso a la información y quienes no. Estudios han demostrado que la digitalización mejora la eficiencia de los servicios públicos al facilitar la administración, reducir tiempos de respuesta y permitir un acceso más rápido a la información. Por ello, se propone desarrollar un sistema web y una aplicación móvil que permitan una gestión centralizada, ágil y eficiente de los servicios que ofrece la SMET. Esta herramienta digital mejorará no solo la prestación de servicios, sino también el acceso equitativo y oportuno a los recursos disponibles. Las mujeres podrán inscribirse en línea a programas, eventos y asesorías desde cualquier lugar, sin importar su ubicación o situación personal.

El acceso digital se ha convertido en un derecho clave para fomentar la inclusión social, la participación ciudadana y la equidad de oportunidades. Este proyecto representa una transición hacia una gestión pública más moderna y accesible, posicionando a la SMET como un referente en el uso de tecnologías digitales para promover los derechos humanos y el bienestar social. Con este sistema, la Secretaría podrá llegar a más mujeres y brindar servicios que impacten positivamente en sus vidas, fomentando un entorno más justo e igualitario para todas.

2. Delimitación contextual

El presente estudio se enmarca en la necesidad de modernizar y optimizar la gestión de la Secretaría de las Mujeres Estatal de Tlaxcala, con el fin de mejorar la administración de servicios, el seguimiento de casos y la accesibilidad a la información. El contexto de la investigación responde a la creciente digitalización de los procesos administrativos en instituciones



gubernamentales, donde la eficiencia operativa y la automatización son elementos clave para una atención ágil y efectiva.

Para el desarrollo de la solución tecnológica, se empleó la metodología en cascada, permitiendo un proceso estructurado que abarcó el análisis de requerimientos, diseño, desarrollo, implementación y pruebas. Se adoptó un modelo Vista-Controlador en el sistema web, mientras que la aplicación móvil se desarrolló en Kotlin, asegurando compatibilidad y rendimiento óptimo. Entre las principales aportaciones, destaca la mejora en la trazabilidad de la información, la reducción de tiempos de respuesta y la optimización del almacenamiento de datos. No obstante, se identificaron limitaciones relacionadas con la capacitación del personal, así como la adaptación a la nueva plataforma. La investigación contribuye a la digitalización de los servicios públicos, alineándose con tendencias previas en modernización administrativa.

3. Metodología

El desarrollo de la aplicación móvil y el sistema web para la Secretaría de las Mujeres del Estado de Tlaxcala se llevó a cabo empleando la metodología en cascada, permitiendo un proceso estructurado y secuencial.

La metodología en cascada es un modelo tradicional de desarrollo de software caracterizado por un enfoque secuencial y estructurado. Cada fase del proyecto debe completarse antes de pasar a la siguiente, garantizando un orden y control claros durante todo el ciclo de vida del desarrollo (Pressman & Maxim, 2020).

Este enfoque garantiza una planificación ordenada, en la que cada fase debe completarse antes de avanzar a la siguiente, asegurando una implementación eficiente.

En esta etapa, se llevó a cabo un estudio exhaustivo para identificar las necesidades operativas de la Secretaría. Se recopilaron datos mediante entrevistas con el personal, análisis documental y revisión de procesos administrativos. Como resultado, se establecieron los requerimientos funcionales y no funcionales, incluyendo:

- Gestión eficiente de inscripciones.
- Seguimiento automatizado de casos.
- Administración centralizada de eventos, asesorías y productos.
- Optimización del acceso a la información y su trazabilidad.



100CIATEC

Con los requisitos establecidos, se definió la arquitectura del sistema bajo el modelo Vista-Controlador, garantizando una separación clara entre la lógica de negocio y la interfaz de usuario.

En esta fase se diseñaron:

- Estructura de datos, creación de una base de datos relacional optimizada para consultas rápidas.
- Flujo de interacción, diagramas UML representando el comportamiento del sistema y de la aplicación, referente a sus usuarios.
- Interfaz gráfica, prototipado con herramientas de diseño, priorizando accesibilidad y facilidad de uso.

El sistema fue construido sobre dos plataformas integradas:

- Sistema web, desarrollado con PHP, JavaScript y Bootstrap, operando en servidores Apache.
- Aplicación móvil, implementada en Kotlin, comunicándose con la plataforma web mediante API REST.

Durante esta etapa se aplicaron buenas prácticas de programación, asegurando modularidad, seguridad en los datos y eficiencia en el procesamiento de información.

Finalizado el desarrollo, el sistema fue desplegado en servidores de producción con las configuraciones adecuadas de acceso y permisos. Se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Instalación en infraestructura estable con bases de datos optimizadas.
- Integración con plataformas gubernamentales existentes.
- Capacitación del personal administrativo en el uso del sistema.

Para garantizar la operatividad del sistema, se realizaron diversas pruebas:

- Pruebas unitarias como la validación de módulos individuales.
- Pruebas de integración, es decir, evaluación de la interacción entre la aplicación móvil y el sistema web.
- Pruebas de usuario, esto es, evaluación con personal administrativo para verificar accesibilidad y funcionalidad.
- Pruebas de rendimiento, es la simulación de múltiples usuarios para evaluar estabilidad y respuesta bajo carga.

Los resultados confirmaron mejoras significativas en la gestión administrativa, optimizando tiempos de respuesta y asegurando una gestión eficiente y centralizada de la información.



4. Desarrollo

El desarrollo del sistema web y la aplicación móvil para la Secretaría de las Mujeres Estatal de Tlaxcala se realizó siguiendo las fases establecidas en la metodología en cascada, priorizando la funcionalidad, usabilidad, seguridad y escalabilidad.

A continuación, se describe con detalle el proceso de desarrollo de cada componente y las soluciones técnicas aplicadas.

Documentación y replicabilidad

Toda la implementación fue documentada mediante diagramas UML y guías de instalación. Esto permite que otros desarrolladores puedan replicar el sistema, adaptarlo a otros contextos institucionales o escalarlo para más funcionalidades. UML es fundamental para el modelado visual de sistemas, con diagramas que representan, su uso mejora la comunicación entre desarrolladores, diseñadores y usuarios, reduciendo ambigüedades y mejorando la calidad del diseño (Bennett et al., 2020).

Estructura de la base de datos

Estudios comparativos indican que MariaDB supera a PostgreSQL en benchmarks relacionados con peticiones por segundo bajo alta concurrencia, aunque PostgreSQL destaca en consultas complejas y procesamiento analítico (Grafiati, s.f.). Esto sugiere que la elección de la base de datos debe alinearse con el perfil específico de uso.

Por lo tanto, se diseñó una base de datos relacional en MariaDB, compuesta por diversas tablas interrelacionadas que permiten gestionar usuarios, programas, eventos, asesorías, productos y reportes, para esto se elaboró el diagrama Entidad-Relación como se visualiza en la figura 1.



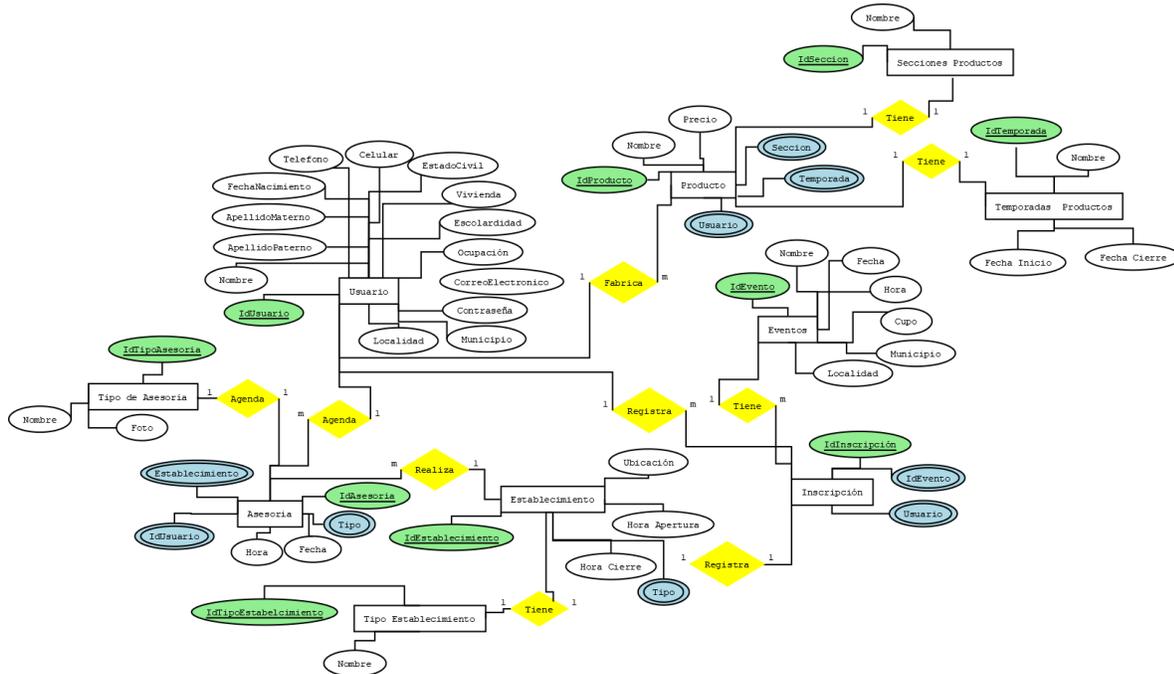


Figura 1. Diagrama entidad-relación
Fuente: Elaboración Propia

Diseño de la arquitectura del sistema

El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) es una arquitectura de software que promueve la separación de responsabilidades en el desarrollo de aplicaciones, dividiendo el sistema en tres componentes principales: el Modelo, la Vista y el Controlador (Fowler, 2019). Esta separación permite que cada componente se desarrolle, mantenga y escale de forma independiente, facilitando la gestión de proyectos complejos.

La arquitectura se basó en el modelo Vista-Controlador (MVC) para el sistema web, lo cual permitió separar eficientemente la lógica de presentación, la lógica de negocio y el acceso a datos. La aplicación móvil se integró mediante consumo de servicios RESTful para asegurar una comunicación eficiente y escalable.

Las APIs RESTful (Representational State Transfer) se han convertido en el estándar para la construcción de servicios web debido a su simplicidad, escalabilidad y compatibilidad con el protocolo HTTP (Fielding, 2020).



Desarrollo del sistema web

El sistema web fue desarrollado utilizando HTML5, CSS con Bootstrap para la interfaz gráfica, JavaScript para la interacción dinámica, y PHP para la lógica del servidor. Se implementaron funciones clave como:

- Registro y autenticación de usuarios con cifrado de contraseñas usando bcrypt.
- Gestión de programas y eventos con formularios dinámicos y validaciones.
- Panel de administración con CRUD para usuarios, asesorías y productos.
- Generación de reportes en PDF y exportación en Excel para seguimiento de casos.

En las figuras 2, 3, 4, 5 y 6 se muestra parte del diseño de las interfaces desarrolladas. En la Figura 2, se presenta la página de inicio del sistema, donde se cuenta con un menú de opciones como conferencias, eventos, perfil y productos que son desarrollados por las mujeres del estado.



Figura 2. Página de inicio
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3, se muestra la interfaz para poder registrar a los usuarios al sistema, donde para poder realizar lo anterior se debe registrar nombre completo, fecha de nacimiento, teléfono, estado civil, escolaridad y ocupación.



Crear Cuenta

Nombre(s)

Apellido Paterno

Apellido Materno

Fecha De Nacimiento

dd/mm/yyyy

Teléfono

Celular

Estado Civil

Vive en

Escolaridad

Ocupación

Siguiete

Figura 3. Moduló para crear cuenta

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4 se visualiza la información del menú de inicio, donde estarán enlistados los eventos actuales o próximos a realizarse, de modo que el usuario pueda acceder a ellos de forma rápida.

Eventos Disponibles

FORO mujer y expoventa en Apetatitlán
¡Te esperamos!
18 y 10 de octubre
Inscribirse

DERECHOS SEXUALES Y REPRODUCTIVOS
Viernes 4:30 PM
25 DE OCTUBRE
Inscribirse

CORRESPONSABILIDAD FAMILIAR
Viernes 5:00 PM
25 DE OCTUBRE
Inscribirse

Figura 4. Moduló de eventos disponibles

Fuente: Elaboración Propia



En la figura 5 se muestra la información de las asesorías vigentes, de tal forma que el usuario pueda dar clic en la opción de agendar, para que este pueda asistir a una sesión de forma gratuita.



Figura 5. Moduló de asesorías disponibles

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 6 se presenta la información de los productos que desarrollan las mujeres de Tlaxcala y que puede adquirir los usuarios.



Figura 6. Moduló de productos disponibles

Fuente: Elaboración Propia



Desarrollo de la aplicación móvil

En la figura 7 se visualiza parte del desarrollo de la aplicación móvil, la cual, fue implementada en Kotlin, con interfaz moderna, siguiendo lineamientos de Material Design, en la figura 7 se visualiza El consumo de servicios REST se realizó utilizando Retrofit. Entre las funciones principales se incluyen:

- Registro de usuarias y visualización de programas disponibles.
- Inscripción a eventos, asesorías y seguimiento de casos personales.
- Acceso a notificaciones y mensajes emitidos por la Secretaría.

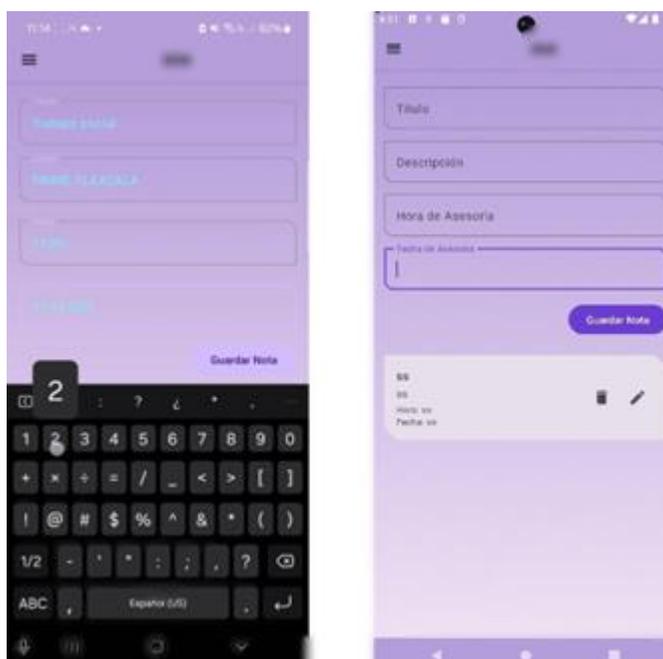


Figura 7. Moduló de gestión de asesorías de la aplicación

Fuente: Elaboración Propia

Seguridad y control de acceso

Para garantizar la seguridad del sistema se aplicaron medidas como:

- Autenticación mediante tokens JWT para sesiones seguras.
- Validación de entrada en el lado del cliente y del servidor.
- Políticas de acceso por rol (administradora, asesora, usuaria).

Pruebas y resultados

Las pruebas realizadas fueron documentadas y permitieron comprobar la funcionalidad y rendimiento del sistema como pruebas unitarias, pruebas de integración, y pruebas de carga.



En la tabla 1 se indica los resultados de pruebas de carga (usuarios simultáneos).

Tabla 1. resultados de pruebas de carga

Escenario	Tiempo promedio de respuesta	Tasa de éxito
Consulta de eventos.	320 ms	100%
Inscripción a asesoría.	410 ms	98%
Generación de reportes.	780 ms	97%

Fuente: Elaboración Propia

5. Conclusiones

El desarrollo del sistema permitió constatar que la aplicación de metodologías estructuradas, junto con tecnologías modernas de desarrollo web y móvil, facilita la creación de soluciones funcionales y escalables para instituciones públicas. La implementación de medidas de seguridad como JWT y el uso de pruebas de carga aseguraron la fiabilidad del sistema bajo condiciones de uso reales.

Este sistema puede ser replicado o escalado para otras dependencias gubernamentales que deseen mejorar su gestión de atención ciudadana. Como trabajo futuro, se propone incluir analítica predictiva basada en el historial de casos para mejorar la asignación de recursos y diseñar políticas públicas más efectivas.

6. Referencias

- Bennett, S., McRobb, S., y Farmer, R. (2020). Análisis y diseño de sistemas orientados a objetos usando UML. McGraw-Hill Education.
- De Antioquia, G. (2000). Gobernación de Antioquia. Dirección de Información Geo estadística.
- Delgado Guiz, V. D. (2023). Refactorización del Sistema Web de Gestión de Recursos de los Servicios de Protección Integral (SPI) en la Secretaría de Derechos Humanos (SDH): Sistema Web.
- Fielding, R. T. (2020). Estilos arquitectónicos y el diseño de arquitecturas de software basadas en red (tesis doctoral). Universidad de California, Irvine. https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf
- Fowler, M. (2019). Patrones de arquitectura de aplicaciones empresariales. Addison-Wesley.



100CIATEC

- Grafiati, A. (s.f.). Benchmarking del rendimiento de MariaDB y PostgreSQL. <https://www.example-database-benchmark.com>
- Pressman, R. S., y Maxim, B. R. (2020). Ingeniería de software: Un enfoque práctico. McGraw Hill



PRODUCCIÓN DE ÁCIDO HIALURÓNICO MEDIANTE SISTEMAS MICROBIANOS RECOMBINANTES: ANÁLISIS SISTEMÁTICO Y CIENCIOMÉTRICO

Vázquez, Téllez-Cindy Ruth ¹, Rodríguez, Soria-Verónica ², Girgis, El Kassis - Elie ³

1. Facultad de Biotecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
2. Facultad de Biotecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
veronica.rodriguez@upaep.mx
3. Facultad de Biotecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Resumen: El ácido hialurónico (AH) es un biopolímero con alto valor comercial por sus propiedades viscoelásticas y biocompatibles, ampliamente utilizado en medicina y cosmética. Tradicionalmente obtenido de fuentes animales, su producción enfrenta desafíos éticos, sanitarios y de eficiencia. En respuesta, se han desarrollado sistemas microbianos recombinantes utilizando cepas no patógenas como *Escherichia coli*, *Lactococcus lactis* y *Corynebacterium glutamicum*, modificadas genéticamente para mejorar la síntesis de AH. Este estudio presenta una revisión sistemática basada en el protocolo PRISMA y un análisis cuantitativo de la producción científica entre 2012 y 2025. Se identificaron artículos clave que reportan estrategias de ingeniería metabólica, como la sobreexpresión de genes *has*, redirección de flujos de carbono y uso de residuos industriales como sustratos fermentativos. El análisis bibliométrico reveló un crecimiento significativo en publicaciones recientes, con liderazgo de países como China y Estados Unidos. Los resultados destacan tendencias en aplicaciones biomédicas, optimización de cepas GRAS y el avance hacia plataformas sostenibles en biotecnología industrial. Se concluye que la integración de herramientas ómicas, CRISPR y economía circular será clave en el futuro de la producción recombinante de AH.

Palabras Clave: Ácido hialurónico, ingeniería genética, producción

Abstract: Hyaluronic acid (HA) is a biopolymer with high commercial value due to its viscoelastic and biocompatible properties, widely used in medicine and cosmetics. Traditionally derived from animal sources, its production faces ethical, sanitary, and efficiency-related challenges. In response, recombinant microbial systems have been developed using non-pathogenic strains such as *Escherichia coli*, *Lactococcus lactis*, and *Corynebacterium glutamicum*, genetically modified to enhance HA synthesis. This



study presents a systematic review based on the PRISMA protocol and a scientometric analysis of the scientific output from 2012 to 2025. Key articles were identified reporting metabolic engineering strategies, including has gene overexpression, carbon flux redirection, and the use of industrial waste as fermentation substrates. The bibliometric analysis revealed significant growth in recent publications, with leading contributions from countries such as China and the United States. The findings highlight trends in biomedical applications, optimization of GRAS strains, and progress toward sustainable platforms in industrial biotechnology. It is concluded that the integration of omics tools, CRISPR technologies, and circular economy approaches will be essential for the future of recombinant HA production.

Keywords: Hyaluronic acid, genetic engineering, production

1. Introducción

El ácido hialurónico (AH) es un glucosaminoglucano lineal compuesto por unidades repetitivas de ácido D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina, ampliamente distribuido en los tejidos conectivos de los vertebrados, donde desempeña funciones esenciales en la hidratación, lubricación y reparación tisular. Debido a sus propiedades viscoelásticas y biocompatibilidad, el AH ha encontrado aplicaciones significativas en campos como la dermatología, oftalmología y reumatología (Macías Ortega et al., 2015; Allasia y Sarmiento, 2016 y Bayer, 2020).

Tradicionalmente, la obtención de AH se realizaba mediante extracción de tejidos animales, como crestas de gallo y cordones umbilicales. Sin embargo, este método presenta desventajas relacionadas con la baja eficiencia de extracción, riesgos de transmisión de enfermedades y preocupaciones éticas (Liu et al., 2011). Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de alternativas más seguras y sostenibles para la producción de AH (Drago Serrano & Sainz Espuñes, 2006).

Dentro de la industria farmacéutica, es posible utilizar bacterias recombinantes para la expresión de algunas proteínas específicas; las bacterias de elección han sido *Escherichia coli* o *Streptococcus*. Sin embargo, estos procedimientos no han resultado ser altamente eficientes debido a los impactos de costos generados en su proceso de fermentación, además del riesgo de encontrar endotoxinas durante el proceso de obtención, ya que se utilizan microorganismos patógenos (Liu et al., 2011).

En respuesta a estos desafíos, se han desarrollado sistemas microbianos recombinantes empleando organismos no patógenos, como *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*, modificados genéticamente para expresar las enzimas clave en la biosíntesis del AH (Liu et al., 2011). Estos sistemas de producción ofrecen ventajas significativas, incluyendo mayor seguridad, eficiencia de producción y capacidad para satisfacer altas demandas de productos farmacéuticos, como proteínas recombinantes (Drago Serrano & Sainz Espuñes, 2006).



100CIATEC

El análisis sistemático de la literatura existente sobre la producción de AH mediante sistemas microbianos recombinantes permite identificar tendencias, desafíos y oportunidades en este campo. Además, la aplicación de técnicas cuantitativas facilita la evaluación de la evolución y el impacto de las investigaciones, proporcionando una visión cuantitativa de la producción científica y las colaboraciones en esta área (Arellano et al., 2022).

Estudios recientes han explorado el uso de residuos industriales como sustratos alternativos para la fermentación microbiana en la producción de AH, contribuyendo a la sostenibilidad y reducción de costos en los procesos biotecnológicos (Arango Gómez et al., 2025). Estas investigaciones destacan la importancia de integrar enfoques de economía circular en la bioproducción de compuestos de alto valor añadido (Orojuela et al., 2021).

El mercado global de productos basados en AH continúa expandiéndose, impulsado por su creciente demanda en aplicaciones médicas y cosméticas. Se proyecta que este mercado alcance los 2.84 mil millones de dólares en 2024, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 7.46% (Mordor Intelligence, 2024). Este crecimiento subraya la relevancia de optimizar y escalar las tecnologías de producción de AH. En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática y un análisis cuantitativo de las estrategias actuales en la producción de AH mediante sistemas microbianos recombinantes, identificando avances, desafíos y perspectivas futuras en este ámbito de la biotecnología industrial.

2. Metodología

El proceso de selección de estudios para esta revisión sistemática se llevó a cabo conforme a las directrices del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021).

Identificación de Registros (Búsqueda Inicial)

En la primera etapa se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica en las bases de datos Scopus y PubMed, seleccionadas por su relevancia y cobertura en los campos de la biotecnología y la microbiología. Para la estrategia de búsqueda, se utilizaron las palabras clave “*hyaluronic AND acid AND metabolic AND engineering AND production*”, combinadas con operadores booleanos para delimitar los resultados.

La búsqueda inicial arrojó un total de 570 artículos, de los cuales 339 fueron obtenidos de PubMed y 231 de Scopus. Posteriormente, se realizó una depuración inicial para garantizar que los estudios seleccionados fueran pertinentes. En esta fase, se eliminaron los artículos con una antigüedad mayor a trece años, así como aquellos que no contenían la palabra *engineer* en el título o resumen, lo que resultó



en la exclusión de 491 registros de PubMed y 468 de Scopus. Tras esta depuración, se obtuvieron 24 artículos de PubMed y 17 artículos de Scopus, sumando un total de 41 artículos relevantes.

Se obtuvo el acceso a los textos completos para su análisis detallado. En una primera fase, se excluyeron 20 artículos que no pudieron ser recuperados debido a restricciones de acceso. Asimismo, se eliminaron un artículo de tipo *review* y otro duplicado. Los 19 documentos restantes fueron sometidos a una evaluación exhaustiva, de los cuales se descartaron 9 por no cumplir con los criterios de inclusión, que consideraban: (1) la evaluación de sistemas microbianos recombinantes como método de producción, (2) la presentación de datos cuantitativos sobre la producción, y (3) el enfoque en aspectos directamente relacionados con la producción.

Finalmente, se seleccionaron 10 artículos que cumplían con todos los criterios establecidos, conformando la base bibliográfica sobre la cual se desarrolla la presente revisión.

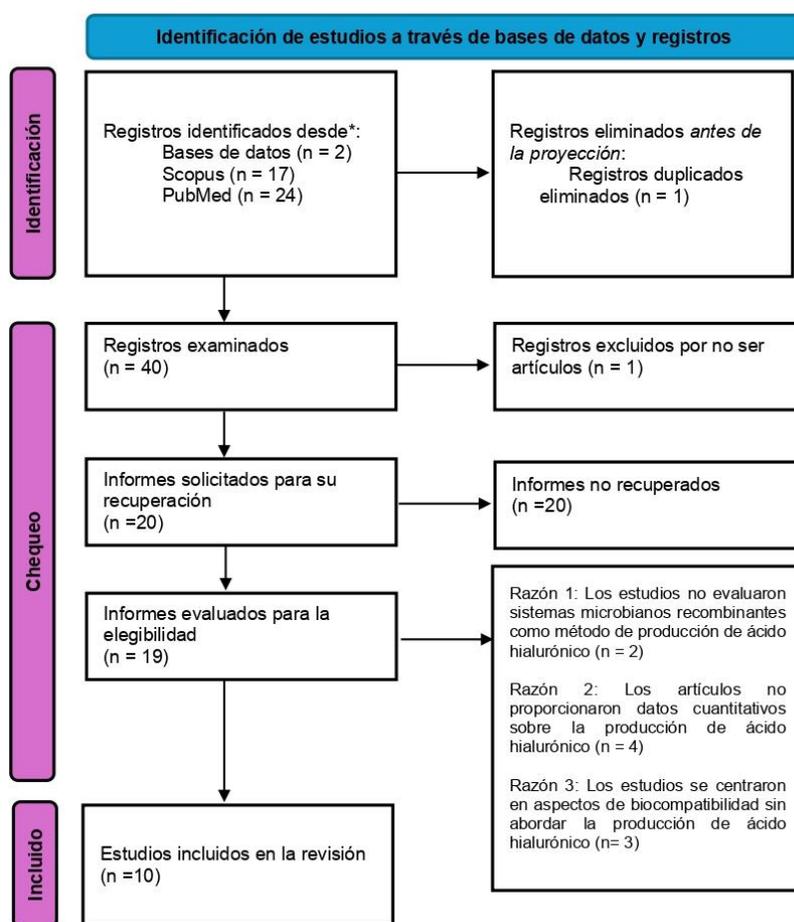


Figura 1. Diagrama PRISMA del proceso de revisión sistemática y selección de referencias

Fuente: Elaboración propia con base en los lineamientos PRISMA (Page et al., 2021)



3. Resultados y discusión

Tabla 1. Resumen de estudios sobre producción microbiana y aplicaciones del ácido hialurónico

Autor	Microorganismo	Tipo	Característica	Objetivo del estudio
Gao et al. (2022)	<i>Streptococcus zooepidemicus</i>	Bacteria Gram-positiva, anaerobia facultativa, productora natural de AH.	Productora de ácido hialurónico.	Manipulación de sistemas de restricción-modificación para mejorar la eficiencia de transformación genética.
Liu et al. (2019)	<i>Lactococcus lactis</i>	Bacteria Gram-positiva, anaerobia facultativa, ácido láctica, que tiene estatus GRAS*.	Productora de polisacáridos y metabolitos.	Desarrollo y mejora de cepas microbianas para la producción de ácido hialurónico y metabolitos vegetales.
Cimini et al. (2013)	<i>E. coli K4</i>	Bacteria Gram-negativa, anaerobia facultativa, patógeno oportunista.	Produce cápsula compuesta por condroitina. Contiene el gen <i>rfaH</i> , regulador transcripcional clave para la expresión de genes capsulares.	Evaluación del efecto de la sobreexpresión homóloga del gen <i>rfaH</i> en la cepa silvestre de <i>Escherichia coli</i> K4 para optimizar la producción del polisacárido capsular similar a condroitina.
Kaur et al. (2016)	<i>Lactococcus lactis</i>	Bacteria Gram-positiva, anaerobia facultativa, no patógena, que tiene estatus GRAS.	Expresión de genes <i>has</i> heterólogos (<i>hasA</i> , <i>hsbc</i> , <i>hasC</i> y <i>hasA</i> , <i>hasB</i> , <i>hasD</i>) de <i>S. zooepidemicus</i> .	Investigar la producción de AH en cepas recombinantes de <i>L. lactis</i> deficientes en LDH que contienen genes <i>has</i> heterólogos.
Wang et al. (2020)	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Bacteria Gram-positiva, aerobia obligada, no patógena, que tiene estatus GRAS.	Organismo GRAS productor de ácido hialurónico.	Modificación genética para mejorar la producción de ácido hialurónico y eliminación de la capa capsular para promover la captación de glucosa.



Badri et al. (2019)	<i>Lactococcus lactis</i>	Bacteria Gram-positiva, anaerobia facultativa, no patógena, que tiene estatus GRAS.	Plataforma recombinante para producción de ácido hialurónico.	Mejorar la producción de ácido hialurónico mediante modelado metabólico a escala genómica y la validación experimental con suplementación de inosina.
Zhao et al. (2025)	<i>Streptococcus zooepidemicus</i>	Bacteria Gram-positiva, anaerobia facultativa, productora natural de HA.	Productora de ácido hialurónico de alto peso molecular (2.12 MDa).	Regular el peso molecular del AH mediante diferentes fuentes de carbono y la regulación de la expresión del gen <i>hasE</i> .
Zheng et al. (2020)	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Bacteria Gram-positiva, aerobia obligada, no patógena, que tiene estatus GRAS.	Productora de ácido hialurónico mediante ingeniería genética.	Mejorar la biosíntesis de ácido hialurónico mediante ingeniería morfológica celular, manipulando genes <i>divIVA</i> y <i>ftsZ</i> .
Son et al. (2025)	<i>Synechococcus elongatus</i> PCC 7942	Cianobacteria fotosintética.	Productora de ácido hialurónico mediante ingeniería metabólica.	Producción fotosintética de ácido hialurónico directamente a partir de CO ₂ , utilizando el sistema CRISPRi para redirigir el flujo de carbono.
Du et al. (2021)	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Bacteria Gram-positiva, aerobia, considerada GRAS.	Hospedadora heteróloga para la producción de AH.	Evaluar cuatro estrategias indirectas de ingeniería metabólica para mejorar la producción de AH.

*Generally Recognized As Safe

Fuente: Elaboración propia a partir de los artículos revisados

Se identificaron diversas estrategias biotecnológicas empleadas para optimizar la producción de AH Tabla 1 mediante el uso de sistemas microbianos recombinantes. Los estudios realizados en *Streptococcus zooepidemicus* han mostrado avances significativos en la producción de AH, alcanzando altos rendimientos en entornos de fermentación optimizados. Geo et al. (2022) lograron mejorar la eficiencia en la transformación genética, mientras que Zhao et al. (2025) consiguieron modular el peso molecular del AH utilizando diversas fuentes de carbono y regulando la expresión del gen *hasE*, obteniendo un producto con un peso molecular de 2.12 MDa, adecuado para aplicaciones biomédicas. Sin embargo, Du et al.



100CIATEC

(2021) señalan importantes limitaciones, como la producción concomitante de exotoxinas e inmunógenos por *Streptococcus zooepidemicus*, lo que compromete la seguridad y la pureza del producto final. Estas restricciones han impulsado la búsqueda de alternativas más seguras y eficientes, como *Lactococcus lactis* y *Corynebacterium glutamicum*.

Liu et al. (2019), Kaur et al. (2016) y Badri et al. (2019) han evidenciado que *Lactococcus lactis* posee un alto potencial como sistema biológico para la producción AH, gracias a la aplicación de técnicas de ingeniería genética. Una de las estrategias más efectivas ha sido la incorporación de genes *has* de *Streptococcus zooepidemicus*, lo que ha permitido mejorar la síntesis del polímero en esta bacteria no patógena.

Por otro lado, investigaciones realizadas por Wang et al. (2020), Zheng et al. (2020) y Du et al. (2021) han resaltado la capacidad de *Corynebacterium glutamicum* para producir AH de forma eficiente. Este microorganismo, clasificado como GRAS, Gram-positivo y aeróbico estricto, ha sido modificado genéticamente con el objetivo de aumentar su eficiencia productiva. Las mejoras incluyen la eliminación de la cápsula con el fin de mejorar la absorción de glucosa, optimizando así el metabolismo celular, así como modificaciones en los genes *divIVA* y *ftsZ* para alterar la morfología celular.

Aunque *Escherichia coli* K4 es un modelo bacteriano bien caracterizado y valorado por su rápido crecimiento, su naturaleza Gram-negativa representa una limitación importante para la secreción eficiente AH (Cimini et al., 2013). Esta desventaja se acentúa al intentar expresar genes provenientes de bacterias Gram-positivas, como *Streptococcus*, ya que pueden mantenerse efectos negativos sobre el rendimiento en sistemas de cultivo tipo *fed-batch* (Pascualetti, 2019).

En contraste, *Synechococcus elongatus*, una cianobacteria fotosintética no patógena, se presenta como una alternativa sostenible gracias a su capacidad para fijar CO₂ como fuente de carbono (Son et al., 2025). Si bien la implementación de la tecnología CRISPRi ha permitido redirigir flujos metabólicos hacia la síntesis de AH, aún se requieren mejoras sustanciales para alcanzar niveles de producción compatibles con aplicaciones industriales.



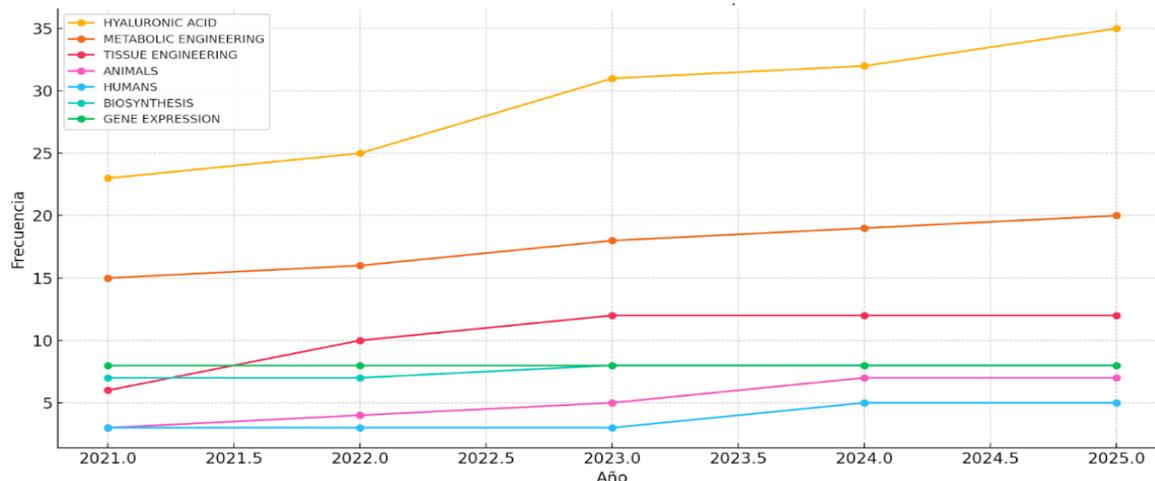


Figura 2. Tendencia de términos clave por año en PubMed y Scopus (2021–2025)

Fuente: Elaboración propia

En los últimos años, el interés científico en torno al uso de ácido hialurónico y su aplicación en la ingeniería de tejidos ha aumentado considerablemente. Un análisis bibliométrico realizado con base en las plataformas PubMed y Scopus para el periodo 2021–2025, Figura 1, mostró que el término *hyaluronic acid* fue el más frecuente entre las palabras clave seleccionadas, con una presencia que aumentó de 23 a 25 publicaciones anuales, alcanzando un máximo de 35 en 2025.

Asimismo, términos como *metabolic engineering* y *tissue engineering* mostraron un crecimiento constante, este último especialmente a partir de 2022, lo que evidencia una tendencia emergente. Otras palabras clave como *biosynthesis*, *gene expression*, *animals* y *humans* presentaron una frecuencia menor pero constante. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Ruschoni et al., (2022) quienes mencionan que el creciente interés en aplicaciones biomédicas del ácido hialurónico, reflejan no solo el interés sino también el desarrollo paralelo de herramientas biotecnológicas para su producción y validación preclínica.



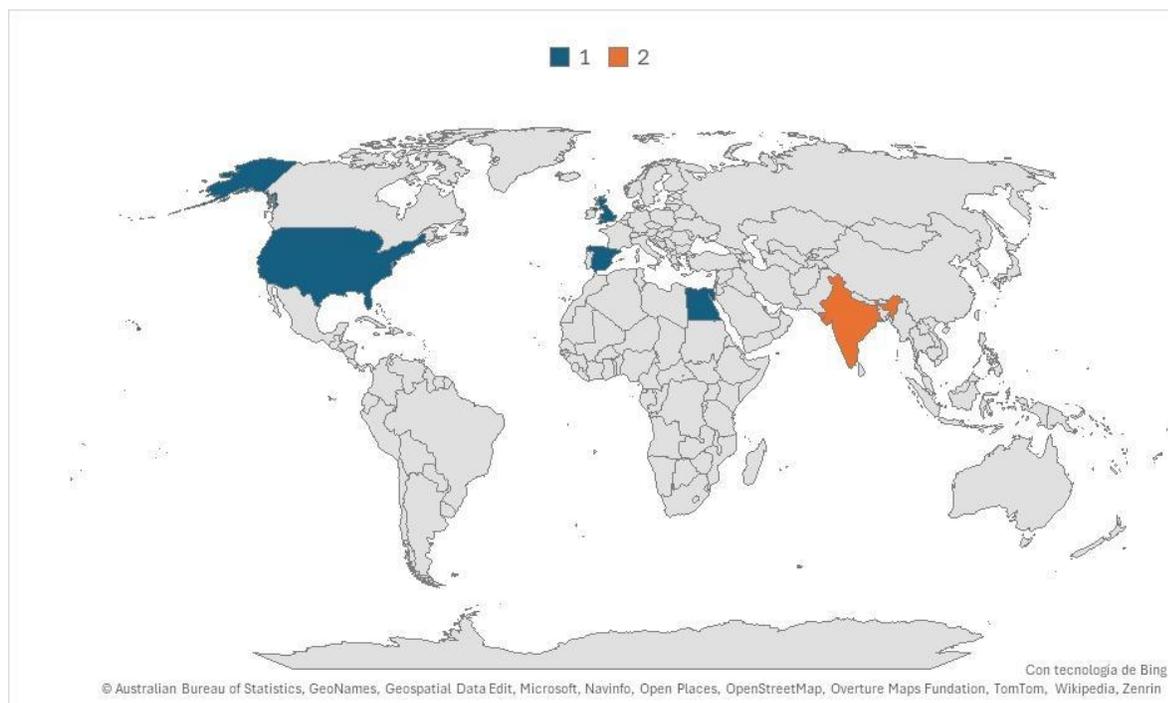


Figura 4. Distribución global de la producción científica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se muestra un crecimiento sostenido en la producción científica relacionada con el ácido hialurónico a través de sistemas microbianos recombinantes durante la última década. Este aumento refleja el interés creciente en métodos biotecnológicos sostenibles para la producción de AH, destacando la transición de fuentes animales a sistemas microbianos debido a consideraciones éticas y de seguridad como lo mencionan Kaur et al., (2016); Badri et al., (2019); Du et al., (2021).

La distribución geográfica de las publicaciones muestra que países como China, Estados Unidos y varios países europeos lideran en número de investigaciones en este campo. Este liderazgo puede atribuirse a políticas gubernamentales que fomentan la investigación en biotecnología y a inversiones significativas en este sector. Además, el uso de cepas recombinantes de *Streptococcus zooepidemicus* y *Bacillus subtilis* ha sido ampliamente estudiado en estos países, contribuyendo al avance en la producción eficiente de AH. Badri et al., (2019); Du et al., (2021).

En cuanto a las aplicaciones, la mayoría de las publicaciones se centran en usos médicos y cosméticos del AH, como en tratamientos de osteoartritis, cirugía ocular y productos antienvjecimiento. La investigación también ha explorado la utilización de residuos agroindustriales como sustratos para la producción de AH, promoviendo la sostenibilidad y la economía circular en los procesos biotecnológicos.

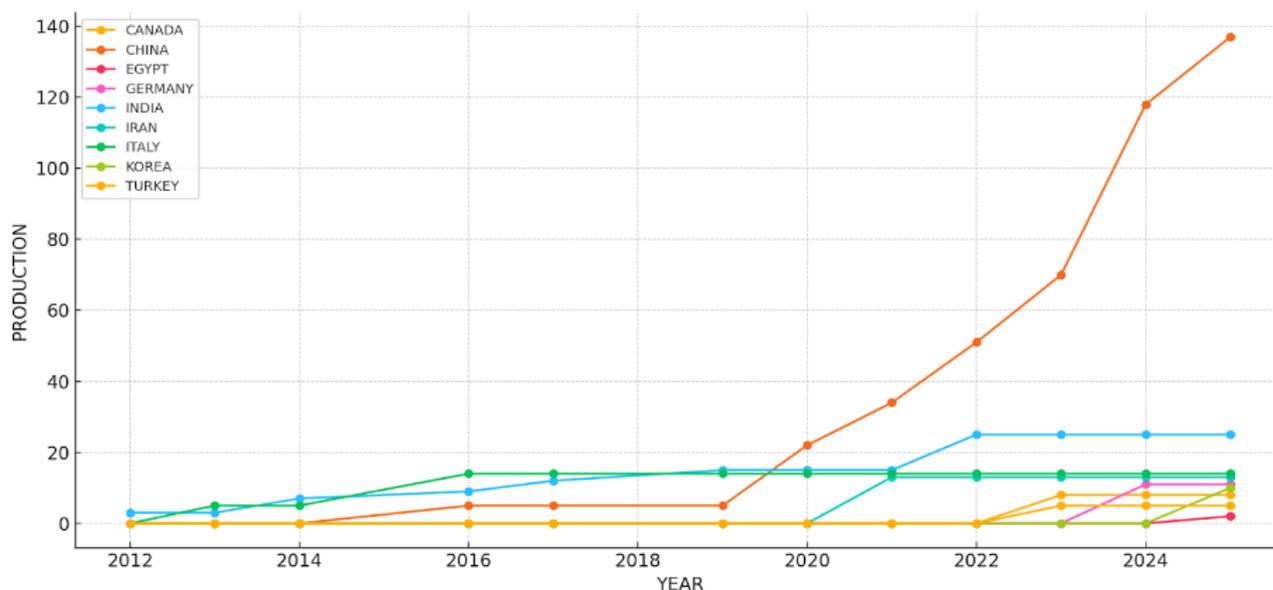


Figura 5. Evolución temporal de la producción científica

Fuente: Elaboración propia

La evolución temporal de la producción científica relacionada con el ácido hialurónico mediante sistemas microbianos recombinantes, representada en la figura, revela un crecimiento dispar entre los países analizados en el periodo comprendido entre 2012 y 2025. Destaca de manera notable China, cuya producción muestra un incremento exponencial a partir de 2020, alcanzando su punto más alto en 2025 con 137 documentos, lo que indica un fuerte impulso en esta línea de investigación y liderazgo en innovación biotecnológica en esta área. Este comportamiento es consistente con la tendencia general de China a liderar publicaciones en biotecnología industrial en la última década (Zheng et al., 2020; Du et al., 2021; Zhao et al., 2025).

En contraste, países como Irán e India han mostrado un crecimiento más sostenido y lineal, estabilizándose en cifras moderadas (alrededor de 25 y 13 publicaciones anuales en 2025 para Irán e India). Por otro lado, Alemania, Egipto, Turquía y Corea muestran aumentos discretos o intermitentes, evidenciando esfuerzos limitados o más recientes en este campo. Este comportamiento puede atribuirse a las diferentes capacidades de inversión en I+D, la infraestructura para ingeniería genética microbiana y las prioridades políticas de investigación. Cabe señalar que los países europeos involucrados podrían estar apostando más por aplicaciones clínicas o biomédicas que por el desarrollo de plataformas microbianas como primera línea.



100CIATEC

Estos patrones de producción reflejan una concentración geográfica de la investigación en ácido hialurónico recombinante, con un epicentro claro en Asia oriental. Esta distribución desigual subraya la necesidad de cooperación científica internacional, especialmente para países en desarrollo que buscan implementar sistemas microbianos como plataformas económicas y sostenibles de producción biotecnológica. La bibliometría permite visualizar estos desequilibrios y facilita la toma de decisiones estratégicas a nivel institucional y regional (Donthu et al., 2021)

4. Conclusión

Los avances recientes en la ingeniería genética de sistemas microbianos recombinantes han permitido consolidar nuevas plataformas para la producción de ácido hialurónico con mayor seguridad, eficiencia y sostenibilidad. La transición desde cepas patógenas como *Streptococcus zooepidemicus* hacia microorganismos GRAS como *Lactococcus lactis* y *Corynebacterium glutamicum* representa un hito en el desarrollo de biofábricas microbianas para la obtención de biopolímeros de alto valor añadido. Estas especies han demostrado una capacidad creciente para expresar genes clave como *hasA*, *hasB* y *hasC*, optimizar rutas metabólicas y mejorar el rendimiento productivo mediante estrategias como modelado in-silico, ingeniería morfológica y el uso de fuentes de carbono alternativas. A su vez, organismos no convencionales como *Synechococcus elongatus* abren nuevas posibilidades para la producción fotosintética directa, con implicaciones relevantes en contextos de economía circular.

La revisión sistemática y el análisis cuantitativo confirmaron una expansión notable en la producción científica sobre AH recombinante en la última década, con un claro liderazgo de países asiáticos y una creciente diversificación temática. A pesar del progreso, persisten desafíos relacionados con la estabilidad genética de cepas modificadas, la escalabilidad industrial y la integración de residuos agroindustriales como sustratos. En este sentido, el futuro de la producción microbiana de AH dependerá de la convergencia entre biología sintética, herramientas ómicas y políticas de innovación tecnológica que promuevan la sostenibilidad, seguridad y accesibilidad de este compuesto en aplicaciones biomédicas y cosméticas.

5. Bibliografía

- Allasia, M., & Sarmiento, P. V. (2016). Producción de ácido hialurónico por fermentación microbiana. Universidad Tecnológica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12272/2253>



- Arellano-Rojas, P., Calisto-Breiding, C., & Peña-Pallauta, P. (2022). Evaluación de la investigación científica: Mejorando las políticas científicas en Latinoamérica. *Revista Española de Documentación Científica*, 45(3), e336. doi:10.3989/redc.2022.3.1879
- Arango Gómez, D., Quiceno Giraldo, P. A., Giraldo Jiménez, L. D., & Múnera Porras, L. M. (2025). Residuos industriales como sustrato para la producción de ácido hialurónico: Una revisión sistemática. *Producción + Limpia*, 19(2), 166–182. doi:10.22507/pml.v19n2a3484
- Badri, A., Raman, K., & Jayaraman, G. (2019). Uncovering novel pathways for enhancing hyaluronan synthesis in recombinant *Lactococcus lactis*: Genome-scale metabolic modeling and experimental validation. *Processes*, 7(6), 343. Doi:10.3390/pr7060343
- Bayer, I. S. (2020). Hyaluronic acid and controlled release: A review. *Molecules*, 25(11), 2649. doi:10.3390/molecules25112649
- Cimini, D., De Rosa, M., Carlino, E., Ruggiero, A., & Schiraldi, C. (2013). Homologous overexpression of rfaH in *E. coli* K4 improves the production of chondroitin-like capsular polysaccharide. *Microbial Cell Factories*, 12, 46. doi:10.1186/1475-2859-12-46
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. doi:10.1016/j.jbusres.2021.04.070
- Drago Serrano, M. E., & Sainz Espuñes, T. del R. (2006). Sistemas de expresión para proteínas terapéuticas recombinantes. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 37(1), 38–44. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57937106>
- Du, Y., Cheng, F., Wang, M., Xu, C., & Yu, H. (2021). Indirect pathway metabolic engineering strategies for enhanced biosynthesis of hyaluronic acid in engineered *Corynebacterium glutamicum*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 768490. doi:10.3389/fbioe.2021.768490
- Gao, W., Xie, Y., Zuo, M., Zhang, G., & Liu, H. (2022). Improved genetic transformation by disarmament of type II Restriction–Modification system in *Streptococcus zooepidemicus*. *3 Biotech*, 12, 192. doi:10.1007/s13205-022-03227-x
- Kaur, M., & Jayaraman, G. (2016). Hyaluronan production and molecular weight is enhanced in pathway-engineered strains of lactate dehydrogenase-deficient *Lactococcus lactis*. *Metabolic Engineering Communications*, 3, 15–23. doi:10.1016/j.meteno.2016.01.003



- Liu, L., Liu, Y., Li, J., Du, G., & Chen, J. (2011). Microbial production of hyaluronic acid: Current state, challenges, and perspectives. *Microbial Cell Factories*, 10, 99. doi:10.1186/1475-2859-10-99
- Liu, J., Chan, S. H. J., Chen, J., Solem, C., & Jensen, P. R. (2019). Systems biology – A guide for understanding and developing improved strains of lactic acid bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 10, 876. doi:10.3389/fmicb.2019.00876
- Macías Ortega, M., Espinoza, P. C., Suazo, S., Jiménez, A. N., Rubio, F., & Breve, L. (2015). Aplicación clínica del ácido hialurónico. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 12(2), 41–49. <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2015/pdf/RFCMVol12-2-2015-6.pdf>
- Mordor Intelligence. (2024). Productos de ácido hialurónico: Tamaño del mercado y análisis de participación – Informe de investigación de la industria – Tendencias de crecimiento. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/hyaluronic-acid-products-market>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo -Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. doi:10.1136/bmj.n71
- Pascualetti, S. J. (2019). Producción de ácido hialurónico en cultivos de *Escherichia coli* de alta densidad [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio Académico Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173914>
- Ruschoni, U., Mera, A., Zamudio, L., Kumar, V., Taherzadeh, M. J., Garlapati, V. K., & Chandel, A. K. (2022). Comprehensive review on biotechnological production of hyaluronic acid: Status, innovation, market and applications. *Bioengineered*, 13(4), 9645–9661. doi:10.1080/21655979.2022.2057760
- Sezer, Ö., Ayhan Başer, D., Oztora, S., Caylan, A., & Dağdeviren, H. N. (2022). The importance of keywords and references in a scientific manuscript. *Eurasian Journal of Family Medicine*, 11(4), 185–188. doi:10.33880/ejfm.2022110401
- Son, J., Lee, H. J., & Woo, H. M. (2025). CRISPRi-assisted metabolic engineering of cyanobacteria for photosynthetic hyaluronic acid from CO₂. *Journal of Biological Engineering*, 19, 26. doi:10.1186/s13036-025-00494-z



100CIATEC

- Wang, Y., Hu, L., Huang, H., Wang, H., Zhang, T., Chen, J., Du, G., & Kang, Z. (2020). Eliminating the capsule-like layer to promote glucose uptake for hyaluronan production by engineered *Corynebacterium glutamicum*. *Nature Communications*, 11, 3120. Doi:10.1038/s41467-020-16962-7
- Zhao, R., Li, J., Li, Y., Pei, X., Di, J., Xie, Z., Liu, H., & Gao, W. (2025). Inducible engineering precursor metabolic flux for synthesizing hyaluronic acid of customized molecular weight in *Streptococcus zooepidemicus*. *Microbial Cell Factories*, 24, 24. doi:10.1186/s12934-024-02624-6
- Zheng, Y., Cheng, F., Zheng, B., & Yu, H. (2020). Enhancing single-cell hyaluronic acid biosynthesis by microbial morphology engineering. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 5(4), 316–323. doi:10.1016/j.synbio.2020.09.002



RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE VDA 6.3 Y ADONIS EN EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS AUTOMOTRICES

Mendieta, Reyes-Jesús Fidel¹, Macías Ramírez-Cristina Joana²

1. División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx

2. División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I20270085@smartin.tecnm.mx

Resumen: El proyecto evaluó el rendimiento del proceso de producción del modelo AUDI en una organización proveedora de la armadora. Se desarrolló un plan de acción para auditorías internas, buscando identificar hallazgos, asegurar la calidad y mejorar la eficiencia operativa, como respuesta a una No Conformidad Mayor previa. El alcance incluyó la evaluación del rendimiento y el desarrollo del plan de auditorías. La metodología combinó la normativa VDA 6.3 y el modelo Adonis, usando herramientas como Ishikawa y 5 Whys. El proceso abarcó planificación, ejecución, informe, análisis de causas, e implementación y monitoreo de acciones correctivas. Las auditorías iniciales identificaron áreas de mejora, resultando en un 86% de cumplimiento. La implementación de acciones correctivas mejoró la efectividad, logrando un 94% de aprobación por parte del cliente (VW). Las conclusiones destacan que la metodología permitió identificar y abordar puntos críticos, mejorando la gestión de calidad y la eficiencia.

Palabras Clave: Auditoría de Proceso, Gestión de Calidad, Industria Automotriz, Mejora Continua, VDA 6.3

Abstract: The project evaluated the performance of the AUDI model production process at an organization that supplies the automaker. An internal audit action plan was developed to identify findings, ensure quality, and improve operational efficiency in response to a previous major nonconformity. The scope included performance evaluation and audit plan development. The methodology combined VDA 6.3 and the Adonis model, using tools such as Ishikawa and the 5 Whys. The process encompassed planning, execution, reporting, root cause analysis, and implementation and monitoring of corrective actions. Initial audits identified areas for improvement, resulting in 86% compliance. The implementation of corrective actions improved effectiveness, achieving 94% approval from the customer (VW). The conclusions highlight that the methodology allowed critical points to be identified and addressed, improving quality management and efficiency.



Keywords: Automotive Industry, Continuous Improvement, Process Audit, Quality Management, VDA 6.3

1. Introducción

El presente aborda el desafío de optimizar el desempeño de los procesos productivos de la organización proveedora de la armadora AUDI. Esta necesidad surgió tras la detección de una No Conformidad Mayor en su sistema de calidad en el año 2024, relacionada con fallas críticas en el cumplimiento de los estándares para el cliente, específicamente en la norma VDA 6.3. Este evento puso en evidencia la falta de procesos efectivos para asegurar el cumplimiento y la mejora continua en los métodos, afectando la reputación y eficiencia de la planta productiva. Ante la importancia de garantizar la calidad y mejorar el desempeño, surge la necesidad de realizar una evaluación general del proceso actual. Para ello, se propone la implementación de la normativa VDA 6.3, reconocida internacionalmente en la industria automotriz, y el uso del modelo Adonis para la gestión de procesos. Mediante este enfoque, se busca establecer un método sistemático para la evaluación y mejora continua. El objetivo general del proyecto es desarrollar un plan de acción para las auditorías internas con base en la normativa VDA 6.3 y el modelo alemán Adonis para el área de producción AUDI. El fin de este plan es identificar hallazgos, asegurar la calidad y mejorar la eficiencia operativa. Se pretende que este proyecto permita identificar las áreas de mejora en la producción, aplicar correcciones efectivas y garantizar el cumplimiento de estándares de calidad, asegurando así la eficiencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo. La auditoría interna basada en VDA 6.3 y el modelo Adonis es una iniciativa en Puebla. La implementación del modelo Adonis en esta planta representa una oportunidad única para establecer una metodología integral y estructurada para las auditorías internas, llenando un vacío tras la auditoría externa previa. La metodología empleada, combinando VDA 6.3 y Adonis, permitirá planificar y realizar los ajustes necesarios para asegurar la eficiencia y calidad en los procesos de producción. Al generar y aplicar este modelo en la planta de Puebla, se proporcionará una guía detallada sobre cómo llevar a cabo las auditorías, lo cual fortalecerá la competitividad de la empresa.

2. Delimitación contextual



100CIATEC

Este proyecto se desarrolló en una organización proveedora de la armadora AUDI, en respuesta a una No Conformidad Mayor detectada por el cliente Volkswagen. Se enmarca en el sector automotriz y busca fortalecer los procesos de calidad mediante la implementación de la normativa VDA 6.3 y el modelo Adonis, siendo este último una metodología de gestión de procesos aplicada por primera vez en esta planta en México.

La investigación aplicó un enfoque descriptivo y técnico, utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa, los 5 Whys y el ciclo PDCA, permitiendo identificar fallos en los procesos, implementar acciones correctivas y evaluar su eficacia. Como aportación científica, el estudio desarrolló una guía metodológica de auditoría interna adaptada al contexto automotriz alemán. Entre las limitaciones se destacan el tiempo reducido y el acceso limitado a recursos clave debido a la continuidad operativa. Aun así, el proyecto logró establecer un sistema eficaz de mejora continua, diferenciándose de estudios previos por integrar herramientas de modelado con normativas de calidad internacionales.

3. Metodología

Se utilizó una metodología mixta, secuencial y sistemática, basada en la integración de dos marcos metodológicos reconocidos:

- La estructura operacional de la norma VDA 6.3, para la evaluación de procesos y productos según criterios normativos definidos.
- El modelo alemán ADONIS, específicamente sus 18 pasos, para estructurar la planificación, ejecución y seguimiento de auditorías internas de mejora continua.

La metodología central de este proyecto se fundamentó en la aplicación integrada de la normativa VDA 6.3, que de acuerdo a Jakuczek & Janczewska el VDA 6.3 es una guía desarrollada por la Verband der Automobil industrie que describe los requisitos para los procesos de auditoría en la industria automotriz donde se destaca la importancia de la gestión de la calidad y el cumplimiento de las normas internacionales y por otro lado el modelo alemán Adonis para evaluar el rendimiento y gestionar la mejora continua en el proceso de producción del modelo AUDI en la organización proveedora de la armadora AUDI. Esta combinación metodológica, particularmente la implementación del modelo Adonis en esta planta representa una oportunidad única y no se había desarrollado previamente en otras instalaciones de la empresa en el país.



100CIATEC

El trabajo empírico se centró en establecer una metodología estructurada y un protocolo claro para las auditorías internas, siguiendo los requisitos tanto de la normativa VDA 6.3 como del modelo Adonis. Cada actividad de auditoría fue realizada conforme a los puntos 5, 6 y 7 de la VDA 6.3:

- Punto 5: se utilizó para evaluar la planificación, viabilidad y gestión de requisitos del proceso productivo.
- Punto 6: sirvió como guía para auditar la ejecución, entrada de órdenes, manejo de cambios, recursos humanos y materiales, métodos y entorno.
- Punto 7: aplicó en la auditoría de producto, usando criterios de aceptación definidos.

Para cada subpunto se aplicaron los métodos de evaluación de la norma: revisión documental, observación directa, entrevistas estructuradas, análisis de indicadores y simulación de escenarios. El objetivo era identificar hallazgos, asegurar la calidad y mejorar la eficiencia operativa a raíz de una No Conformidad Mayor detectada previamente, el control de calidad y la garantía de calidad son vitales para garantizar la calidad del producto/servicio, cumplir con los requisitos del cliente y lograr los objetivos de la organización, (Alrae, 2024).

Las fuentes de información principales para el desarrollo y la aplicación de la metodología provinieron de:

- Información de auditorías previas realizadas en otras áreas de la planta.
- Datos y observaciones recopilados durante las auditorías de proceso específicas desarrolladas en el periodo del proyecto.
- La normativa VDA 6.3 (Tercera Edición, diciembre 2016) que provee la guía para la auditoría de procesos en la industria automotriz.
- La normativa IATF 16949, que establece requisitos para los sistemas de gestión de calidad en el sector automotriz y complementa la VDA 6.3.
- El modelo Adonis, utilizado para la gestión y mapeo de procesos.
- Sistemas de gestión interna de la empresa, como MESDOC y D-WORLD, que sirvieron como plataformas para la comunicación y gestión documental del proceso.
- Documentación interna del proceso (instrucciones de trabajo, planes de control, AMEF, etc.) y registros (capacitación, herramientas, defectos, SBL) revisados durante las auditorías.



100CIATEC

- Interacción con el personal clave del área productiva y de calidad para la identificación de hallazgos y análisis de causas, aunque sus nombres o iniciales no son utilizados en los resultados ni en la descripción metodológica.

La recogida de datos se llevó a cabo principalmente a través de la ejecución de las auditorías internas planificadas, de acuerdo con Borjas, 2020, una investigación cumple con ser rigurosa cuando en forma disciplinada, al realizar cada punto de la investigación, se cumple con ser exacto y preciso, en especial, al momento de recopilar y analizar la información. La auditoría interna se estructuró conforme al modelo ADONIS, el cual comprende cinco fases claramente definidas:

- Fase 1: Planificación Estratégica. Se realizó un análisis de contexto organizacional mediante matriz FODA y se definieron los objetivos de auditoría con base en criterios de riesgo y alineación a VDA 6.3.
- Fase 2: Preparación. Se publicó el plan anual de auditorías, se asignaron auditores calificados y se elaboraron agendas específicas, considerando los puntos críticos del proceso productivo.
- Fase 3: Ejecución. Incluyó la reunión de apertura, la observación directa de procesos, entrevistas estructuradas y recolección de evidencias, aplicando listas de verificación vinculadas a la norma VDA 6.3.
- Fase 4: Reporte. Se consolidaron los hallazgos en un informe preliminar, se validaron en reunión de cierre y se distribuyó el informe final con base en procedimientos documentados.
- Fase 5: Seguimiento. Se realizó análisis de causa raíz usando Ishikawa y 5 Whys, se definieron acciones correctivas, se documentó su implementación y se verificó su eficacia, concluyendo con el cierre formal de la auditoría.

Esto implicó la evaluación sistemática de los procesos de producción del modelo AUDI conforme a los requisitos de la VDA 6.3, utilizando cuestionarios y una escala de valoración (A, B, C; con un objetivo de >90% para A). Los hallazgos (no conformidades y áreas de mejora) fueron documentados detalladamente.

El proceso de elaboración de la metodología y el trabajo empírico siguió los pasos del modelo Adonis, adaptado e integrado con los requisitos de la VDA 6.3:

- a. Planificación anual de auditorías: Se generó un plan anual basado en información histórica y requisitos normativos, considerando un enfoque basado en riesgos.



- b. Publicación del plan: La planificación se comunicó a las áreas involucradas, utilizando plataformas internas para asegurar su conocimiento y preparación.
- c. Preparación de la auditoría: Se definió la metodología a seguir, incluyendo la planificación detallada, la ejecución y el cierre, asegurando la competencia de los auditores y la claridad de los objetivos. Se estructuró la agenda de la auditoría, especificando metas, fechas, puntos a revisar de la VDA 6.3, responsables y auditores.
- d. Realización de la auditoría: Se ejecutaron las auditorías según el plan, evaluando el rendimiento del proceso de producción del modelo AUDI.
- e. Verificación de acciones inmediatas: Durante la auditoría, se verificó la necesidad de acciones inmediatas para corregir deficiencias puntuales.
- f. Elaboración del informe de auditoría: Se documentaron formalmente todos los hallazgos y las conclusiones de la auditoría.
- g. Reunión de cierre y distribución del informe: Se comunicaron los resultados a los responsables, distribuyendo el informe para asegurar la comprensión de los hallazgos y la definición de próximas acciones.
- h. Análisis de causa raíz, acciones correctivas y responsabilidades: Para cada hallazgo o no conformidad identificada, se realizó un análisis de causa raíz. Se utilizaron las herramientas aplicadas del diagrama de Ishikawa y la metodología de los 5 Whys para determinar las causas y definir acciones correctivas, asignando responsabilidades. Se verificó la plausibilidad de las acciones.
- i. Implementación y monitoreo de acciones correctivas: Las acciones definidas se implementaron y se les dio seguimiento para asegurar su cumplimiento.
- j. Verificación de la eficacia: Se comprobó que las acciones correctivas implementadas fueran efectivas para resolver los problemas identificados y prevenir su recurrencia, documentando esta verificación.

Este enfoque sistemático, que vinculó los requisitos de la VDA 6.3 y el modelo Adonis en cada etapa, desde la planificación hasta la verificación de la eficacia de las acciones, permitió llevar a cabo un trabajo empírico detallado. Los resultados de las auditorías internas, el análisis de los hallazgos (incluyendo el uso de Ishikawa y 5 Whys) y el seguimiento de las acciones correctivas fueron los principales datos empíricos generados y analizados.



Para permitir la replicabilidad, se describe el marco normativo (VDA 6.3, IATF 16949) y el modelo de gestión (Adonis) que guían el proceso, se detallan los pasos seguidos (basados en el proceso de Adonis), se mencionan las herramientas específicas utilizadas para el análisis (Ishikawa, 5 Whys), y se indica el tipo de información recolectada (hallazgos de auditoría, documentación del proceso, registros de sistemas). Cualquier organización en la industria automotriz que opere bajo estos estándares y que enfrente desafíos similares podrían adaptar y aplicar esta metodología. Las limitaciones que impactaron el trabajo empírico incluyeron el tiempo limitado para la evaluación completa y la implementación de mejoras, así como la disponibilidad de la empresa (acceso a datos y personal clave) debido a la operación continua de la producción.

4. Desarrollo

El proyecto se enfocó en evaluar y mejorar el rendimiento del proceso de producción del modelo AUDI en una organización proveedora de la armadora AUDI Puebla, puesto que un enfoque de calidad hacia el aseguramiento de la calidad del proceso y el producto aporta ventajas significativas respecto a la madurez de la organización (Febles Pérez et, al., 2022), dicho enfoque mediante el uso de la normativa VDA 6.3 y el modelo Adonis, a raíz de una No Conformidad Mayor detectada previamente.

Como resultado del trabajo empírico, que implicó la aplicación de una metodología de auditoría interna estructurada, se identificaron hallazgos (no conformidades y áreas de mejora) en el proceso de producción. La auditoría inicial, realizada conforme a la VDA 6.3, arrojó una calificación general del proceso del 86%. Según la escala de valoración establecida por el cliente Volkswagen y conforme a la VDA 6.3, este resultado corresponde a un Nivel de Cumplimiento "C" (Sin capacidad de calidad).

Los hallazgos específicos documentados en el informe de auditoría abarcaron varios puntos de la normativa VDA 6.3, incluyendo deficiencias relacionadas con:



Tabla 1. Hallazgos de la auditoría, bajo VDA 6.3 y ADONIS

Hallazgo	Puntos de la VDA 6.3
Inspección y manejo de materiales en almacén: cables con defectos de embobinado y material no conforme reprocesado sin liberación de calidad.	5.5, 6.1.4
Proceso de cambios y documentación asociada con inconsistencias.	6.1.5
Capacitación del personal: falta de acceso a catálogos, capacitación ausente en roles clave y registros incompletos.	6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2
Verificación de capacidad de máquinas y herramientas, y discrepancias en criterios de ajuste de datos.	6.4.1
Control de herramientas y equipos: ausencia de referencias en planes de control, herramientas sin identificación, y errores en criticidad de aplicadores.	6.4.2
Documentación y control de defectos: catálogo desactualizado y discrepancias en el Plan de Control.	6.5.3
Control de lotes de recuperación y almacenamiento/control de producto terminado.	6.6.1, 6.6.2
Control de Sistemas de Bloqueo y Liberación (SBL): registros incompletos, material sin liberación adecuada.	6.6.4

Para cada hallazgo o no conformidad, se realizó un análisis de causa raíz, que de acuerdo con Groot, 2021, es crucial para mejorar la calidad de las auditorías y prevenir futuros eventos adversos, tal y como exigen normativas, además se usó la metodología de los 5 Whys, según lo indicado por el modelo Adonis. Se determinaron e implementaron acciones correctivas y se asignaron responsabilidades, (Haievskyi, 2020).



Tabla 2. Acciones correctivas ante hallazgos de auditoría interna

Hallazgo	Punto de la VDA 6.3	Acción Correctiva
Criterio de aceptación de materiales en almacén (embobinado incorrecto de cables).	5.5	Se documentaron los criterios de aceptación para el embobinado y se capacitó al personal de almacén.
Manejo de producto no conforme (material reprocesado sin liberación de calidad).	6.1.4	Se actualizaron los procedimientos de bloqueo y liberación; se implementó un sistema de seguimiento en tiempo real.
Proceso de cambios de proveedor con documentación deficiente.	6.1.5	Se implementó el sistema Tracking Change como obligatorio y se asignó un responsable de supervisión.
Capacitación del personal y acceso a herramientas.	6.3.1	Se actualizaron los planes de capacitación incluyendo temas clave y se agregó enlace directo al catálogo de herramientas en el sistema.
Registros incompletos de capacitación del personal.	6.3.2	Se implementó un sistema digital de registro de capacitaciones y se reasignaron roles con base en la matriz de habilidades.
Capacidad de máquinas y criterios de ajuste de herramientas imprecisos.	6.4.1	Se reemplazaron los equipos de medición defectuosos y se actualizaron los criterios de ajuste visual.
Control de herramientas y equipos con falta de identificación y errores en criticidad.	6.4.2	Se añadieron gráficas PAL al plan de control, se identificaron herramientas sin número y se ajustó la fórmula de criticidad.
Documentación y control de defectos desactualizada.	6.5.3	Se actualizó el catálogo de defectos y se revisó la coherencia con el Plan de Control.
Control de lotes de recuperación deficiente.	6.6.1	Se implementó un sistema de conteo más preciso y se asignó un auditor responsable.
Almacenamiento y control de producto terminado inadecuado.	6.6.2	Se establecieron límites de almacenamiento, se estandarizó el uso de ligas y se colocaron señales visuales.
Deficiencias en el control de Sistemas de Bloqueo y Liberación (SBL).	6.6.4	Se implementó seguimiento digital en tiempo real y se capacitó al personal en el correcto registro de liberación.

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de implementación y monitoreo de las acciones correctivas, verificando su eficacia para asegurar que resolvieran los problemas identificados y previnieran su recurrencia, (Shaharudin & Nayan, 2020). Este proceso de mejora continua fue documentado.

Como resultado de la implementación y monitoreo interno de las acciones correctivas, se logró una mejora significativa en la calificación general. La evaluación interna estimó un cumplimiento del 90% en los puntos evaluados de acuerdo con la normativa VDA 6.3.

Finalmente, el cliente (VW) realizó una auditoría para evaluar la capacidad del proceso para mejorar la calidad de los productos y la competitividad empresarial (González Álvarez et al., 2021) y confirmar si cumplía con los estándares para ser clasificado como proveedor de categoría A. El resultado de la auditoría oficial por parte de VW mostró un alcance del objetivo del 94%.

En conclusión, la aplicación de la metodología combinando la normativa VDA 6.3 y el modelo Adonis, desde la identificación de hallazgos hasta la verificación de la eficacia de las acciones, permitió mejorar el rendimiento del proceso de producción y alcanzar una calificación satisfactoria en la auditoría del cliente.

5. Conclusiones

El proyecto se centró en la evaluación y mejora del rendimiento del proceso de producción del modelo AUDI en una organización proveedora de la armadora AUDI Puebla, motivado por una No Conformidad Mayor detectada previamente. Para abordar este desafío, se implementó una metodología que combinó la normativa VDA 6.3 y el modelo alemán Adonis.

Inicialmente, la auditoría interna, como un componente importante en la generación de estrategias de mejoramiento continuo en las organizaciones (Galván-Gómez et al., 2023), basada en la normativa VDA 6.3 permitió identificar puntos críticos y hallazgos en el proceso productivo, lo cual, para la autora, representó un reto al principio debido a la falta de conocimiento previo de la normativa y el corto tiempo disponible.

El uso del modelo Adonis resultó fundamental para estructurar las auditorías e identificar oportunidades de mejora. Esta metodología proporcionó una guía estandarizada para evaluar, analizar y optimizar cada etapa del proceso. Conforme al modelo Adonis y la normativa VDA 6.3, se realizó el análisis de causa raíz de los hallazgos utilizando las herramientas Ishikawa y 5 Whys.



100CIATEC

A partir de estos análisis, se definieron e implementaron acciones correctivas y medidas inmediatas, asignando responsabilidades y verificando su eficacia. Este proceso de implementación y monitoreo documentado resultó en una mejora significativa en el cumplimiento de los estándares de calidad.

Como resultado final, la aplicación de esta metodología permitió mejorar la efectividad de las decisiones y el monitoreo constante de los avances, el sentido estratégico de una organización obliga a la alineación de sus planes y actuaciones con su visión (Paredes Murcia & León Cárdenas, 2020). El proyecto se considera un avance significativo en la gestión de calidad y en la eficiencia de los procesos de producción en la organización proveedora de la armadora AUDI Puebla. El aprendizaje obtenido y la implementación de estas herramientas aseguran que la empresa pueda mantenerse actualizada y adaptarse rápidamente a los cambios en la industria automotriz.

En resumen, el proyecto concluyó que la implementación sistemática de auditorías internas utilizando la normativa VDA 6.3 y el modelo Adonis, incluyendo el análisis de causa raíz con Ishikawa y 5 Whys y la implementación de acciones correctivas, fue exitosa para identificar y corregir deficiencias, logrando una mejora sustancial en el rendimiento del proceso y fortaleciendo la gestión de calidad de la empresa.

6. Referencias

- Alrae, R. (2024). Quality Tools, Technologies, and Techniques: Enhancing Product and Service Excellence. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.113994>
- Borjas, J. E., (2020). Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo. *Trascender, contabilidad y gestión*, 5(15), 79-97.
- Febles, D., Trujillo Casañola, Y., & Mendosa Garnache, A. (2022). Oportunidades de mejora al proceso de aseguramiento de la calidad del proceso y el producto. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 16(1), 46–61.
- Galván, L. F., Montoya-Quintero, D. M., Reyes-Gamboa, A. X., & Rosero-Noguera, C. A. (2023). Metodología para la valoración de hallazgos de auditorías de primera parte con un enfoque transdisciplinar. *Revista Politécnica*, 19 (38), 160–172. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n38a10>



- González, R., Barrera García, A., Guerra Morffi, A. B., & Medina Mendieta, J. F. (2021). Evaluación de la estabilidad y análisis de la capacidad del proceso de producción de una empresa de pastas alimenticias. *Visión de futuro*, 26, 1-2021, 206–230. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2021.26.01.006.es>
- Groot, W. (2021). Root cause analysis – what do we know? 95, 87–93. <https://doi.org/10.5117/MAB.95.60778>
- Haievskiy, V. (2020). Study of possibilities of joint application of pareto analysis and risk analysis during corrective actions. 4, 22–24. <https://doi.org/10.21303/2585-6847.2020.001536>
- Jakuczek, B., & Janczewska, D. (2024). The importance of auditing the quality of the production process in an automotive company. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie*. https://doi.org/10.25312/2391-5129.37/2023_14bjdj
- Paredes, A., & León Cárdenas, M. J. (2020). La auditoría: fuente de información estratégica en la industria hotelera. *Turismo y sociedad*, 28, 207–229. <https://doi.org/10.18601/01207555.n28.10>
- Shaharudin, M. A. I., & Nayan, S. (2020). What does it take to satisfy customer. 2(2). <http://abrn.asia/ojs/index.php/JUSST/article/download/77/63>



SISTEMA WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PEDIDOS Y APLICACIÓN WEB MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE ENTREGAS A DOMICILIO (FORIFAY)

Martínez, De La Cruz-Carlos Alejandro ¹, Ruiz, Pérez-Julio Cesar ²

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, 21240051@smartin.tecnm.mx
2. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, 21240015@smartin.tecnm.mx

Resumen: El objetivo general de este proyecto es diseñar, desarrollar e implementar un sistema web para la gestión de pedidos de productos de un establecimiento comercial, además de una aplicación web móvil, que permita a los clientes realizar pedidos y visualizar el progreso de la entrega a domicilio. Además, se incorporaron funcionalidades para el seguimiento de pedidos en tiempo real y un módulo de pagos que integra distintos métodos confiables. Todos estos módulos fueron diseñados para trabajar de forma integrada, asegurando la eficiencia operativa y una experiencia de usuario intuitiva.

Palabras Clave: Gestión, ordenes, pedidos, aplicación web.

Abstract: The overall objective of this project is to design, develop, and implement a web system for managing product orders from a commercial establishment, as well as a mobile web application that allows customers to place orders and view the progress of home delivery. Additionally, features were incorporated for real-time order tracking and a payment module that integrates various reliable methods. All these modules were designed to work together, ensuring operational efficiency and an intuitive user experience.

Keywords: Management, orders, deliveries, web application.

1. Introducción

El presente artículo, se desarrolla a partir del proyecto cuyo objetivo es implementar un sistema web para la gestión de pedidos de productos de un establecimiento comercial, además de una aplicación web móvil, que permita a los clientes realizar pedidos y visualizar el progreso de la entrega a domicilio. Entre los objetivos específicos se incluyen la implementación de seguimiento en tiempo real de pedidos en la app y el sitio web, la integración de múltiples métodos de pago



confiables, incluyendo transferencia bancaria y pago en efectivo, y la implementación de un algoritmo de recomendación de productos personalizado usando aprendizaje automático. Además, se diseñará un módulo de gestión de pedidos con estados como nuevo, en proceso y entregado, se desarrollará un módulo de gestión de inventarios con clasificación de productos, se creará un módulo de análisis de ventas para identificar productos más y menos vendidos, y se implementará un módulo de asignación de pedidos que optimice la distribución entre repartidores.

2. Delimitación contextual

Diseñar, desarrollar e implementar un sistema web para la gestión de pedidos y una aplicación web móvil incluyen varios desafíos técnicos y operativos. En primer lugar, garantizar la seguridad de los datos para diversos métodos de pago es crucial, ya que cualquier vulnerabilidad podría comprometer la confianza de los usuarios y la integridad del sistema. Mantener la precisión del seguimiento en tiempo real en ambas plataformas también es un reto, ya que requiere una infraestructura robusta y una sincronización constante de datos. La integración eficaz de algoritmos de aprendizaje automático para recomendaciones personalizadas demanda una considerable capacidad de procesamiento y una recolección de datos exhaustiva y precisa. Además, crear un sistema de gestión de pedidos que refleje con precisión cada etapa del proceso de entrega es complejo, ya que debe ser capaz de manejar múltiples estados y transiciones sin errores. La gestión de inventarios debe ser precisa para evitar discrepancias de stock que puedan afectar la disponibilidad de productos y la satisfacción del cliente. Finalmente, optimizar la asignación de pedidos implica una planificación logística compleja para distribuir eficientemente las tareas entre los repartidores, asegurando que no estén sobrecargados ni subutilizados, lo cual es esencial para mantener un servicio de entrega rápido y confiable.

3. Metodología

La metodología espiral es un modelo de desarrollo de software que combina elementos de diseño iterativo y secuencial, permitiendo una evolución continua del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. La idea principal es que el desarrollo del software se realice en fases o ciclos repetidos, conocidos como iteraciones, donde en cada ciclo se mejoran y refinan los elementos del proyecto. En cada una de estas vueltas, se identifican riesgos, se planifica, se realiza el



100CIATEC

desarrollo, y se valida, lo que ayuda a mejorar el producto de manera progresiva y adaptativa. El modelo Espiral no es simplemente una metodología más; es una filosofía de desarrollo que invita a la reflexión continua y al ajuste proactivo.

Fases de la Metodología Espiral

En la metodología espiral, el proceso se divide en varias fases, y cada iteración pasa por estas fases. Las fases son:

Identificación y planificación. En esta fase se definen los objetivos del proyecto y se identifican los posibles riesgos que podrían surgir en el desarrollo. Esto incluye la recopilación de requisitos y la planificación general del ciclo de desarrollo.

Evaluación de riesgos. Se lleva a cabo un análisis de los riesgos que podrían afectar el proyecto. Esta fase es fundamental, ya que la metodología espiral pone mucho énfasis en identificar y mitigar los riesgos antes de que se conviertan en problemas importantes.

Desarrollo y validación. Aquí se realizan las actividades de diseño, programación, y pruebas del producto. Este es el ciclo de desarrollo donde se construye una versión inicial o se mejora la versión existente del sistema. La validación incluye pruebas para asegurar que el producto cumple con los requisitos y que no tiene errores críticos.

Revisión y planificación para el siguiente ciclo. En esta fase, se revisa el avance logrado y se evalúan los resultados obtenidos. Con base en esta revisión, se identifican los cambios necesarios y se planifica el próximo ciclo o iteración.

4. Desarrollo

La tabla 1 muestra el primer requerimiento funcional relacionado con el registro de nuevos usuarios, asegurando la verificación de cuentas por correo electrónico.



Tabla 1. Primer requerimiento funcional relacionado con el registro de nuevos usuarios.

Requerimiento Funcional 1: Registro de Usuarios	
ID	RF001
Descripción del Requerimiento	El sistema debe permitir registrar nuevos usuarios con su información personal y credenciales de acceso.
Prioridad	Alta
Módulo	Registro de usuarios
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El usuario llena un formulario con su información personal, como nombre, apellidos, dirección, correo electrónico, contraseña, etc. 2.- Al registrar un nuevo usuario, el sistema envía un correo electrónico de verificación. 3.- El enlace de verificación redirige al usuario a una página de confirmación si se ha hecho dentro del período de validez.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. La tabla visualiza el requerimiento funcional para la autenticación de usuarios, permitiendo el inicio de sesión mediante nombre de usuario y contraseña.

Requerimiento Funcional 2: Inicio de Sesión	
ID	RF002
Descripción del Requerimiento	El sistema debe permitir al usuario iniciar sesión con nombre de usuario y contraseña.
Prioridad	Alta
Módulo	Autenticación de usuarios
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El usuario puede ingresar su nombre de usuario y contraseña en los campos correspondientes. 2.- Si los datos son correctos, el sistema redirige al usuario al inicio. 3.- Si son incorrectos, se muestra un mensaje de error.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 3. La tabla presenta el requerimiento funcional para la gestión de pedidos, permitiendo a los usuarios realizar compras desde la web o la aplicación móvil.

Requerimiento Funcional 3: Realización de Pedidos	
ID	RF003
Descripción del Requerimiento	El sistema debe permitir a los usuarios realizar pedidos de productos desde la aplicación web y móvil. A través del carrito de compras.
Prioridad	Alta
Módulo	Pedidos
Criterios de Aceptación	1.- El usuario puede seleccionar productos y añadirlos al carrito. 2.- Puede revisar el contenido del carrito y proceder al pago. 3.- El sistema permite modificar la dirección antes de confirmar el pedido.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. La tabla muestra el requerimiento funcional para el seguimiento de pedidos, permitiendo que los clientes puedan rastrear el estado de sus pedidos en tiempo real.

Requerimiento Funcional 4: Seguimiento de Pedidos	
ID	RF004
Descripción del Requerimiento	Implementar un sistema de seguimiento en tiempo real para que los clientes puedan conocer el estado de sus pedidos.
Prioridad	Alta
Módulo	Seguimiento de pedidos
Criterios de Aceptación	1.- Los clientes pueden ver el estado en tiempo real de su pedido. 2.- Se muestra la ubicación estimada del repartidor en un mapa. 3.- El estado del pedido cambia según el proceso.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 5. La tabla visualiza el requerimiento funcional para la integración de múltiples métodos de pago, garantizando la flexibilidad en las opciones de pago de los usuarios.

Requerimiento Funcional 5: Métodos de Pago	
ID	RF005
Descripción del Requerimiento	Integrar múltiples métodos de pago para ofrecer flexibilidad a los usuarios.
Prioridad	Alta
Módulo	Métodos de pago
Criterios de Aceptación	1.- El usuario puede seleccionar entre diferentes métodos de pago. 2 El sistema valida la información antes de procesar el pago. 3.- El sistema genera un recibo y lo envía por correo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. La tabla presenta el requerimiento funcional para la gestión de productos, permitiendo al administrador controlar el inventario de productos en el sistema.

Requerimiento Funcional 6: Gestión de Productos	
ID	RF006
Descripción del Requerimiento	El sistema debe permitir la gestión de productos, incluyendo añadir, actualizar y eliminar productos del inventario.
Prioridad	Alta
Módulo	Gestión de productos
Criterios de Aceptación	1.- El administrador puede agregar nuevos productos al inventario. 2.-Puede modificar productos existentes. 3.- El sistema elimina productos no disponibles.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 7. La tabla muestra el requerimiento funcional para la visualización de registros de programas, donde los administradores pueden consultar los programas con filtros y opciones de exportación.

Requerimiento Funcional 7: Chatbot de Recomendaciones	
ID	RF007
Descripción del Requerimiento	Implementar un chatbot que ofrezca recomendaciones sobre recetas de comida basadas en productos y presupuesto.
Prioridad	Media
Módulo	Chatbot de recomendaciones
Criterios de Aceptación	1.- El chatbot puede interactuar con el usuario para preguntar sobre preferencias. 2.- El chatbot sugiere recetas y productos adicionales. 3.- El chatbot guarda recomendaciones pasadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. La tabla muestra el requerimiento funcional para la gestión de pedidos, permitiendo a los administradores actualizar y controlar el estado de los pedidos en curso.

Requerimiento Funcional 9: Gestión de Pedidos	
ID	RF009
Descripción del Requerimiento	El sistema debe permitir a los administradores gestionar los pedidos realizados por los usuarios, con la capacidad de actualizar su estado.
Prioridad	Alta
Módulo	Gestión de pedidos
Criterios de Aceptación	1.- El administrador puede ver la lista de todos los pedidos. 2.- El administrador puede actualizar el estado de los pedidos. 3.- El sistema permite filtrar los pedidos por estado.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 9. La tabla visualiza el requerimiento funcional para la gestión de inventario, asegurando que los administradores puedan controlar el stock de productos y recibir alertas para reposición.

Requerimiento Funcional 11: Gestión de Inventario	
ID	RF011
Descripción del Requerimiento	El sistema debe permitir al administrador gestionar el inventario, incluyendo la actualización de cantidades de productos y alertas para reposición de stock.
Prioridad	Alta
Módulo	Gestión de inventario
Criterios de Aceptación	1.- El administrador puede actualizar las cantidades de los productos en el inventario. 2.- El sistema genera alertas cuando un producto alcanza un nivel mínimo de stock.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. La tabla presenta el requerimiento funcional para la seguridad de la información, asegurando que los datos de los usuarios estén protegidos mediante encriptación y autenticación robusta.

Requerimiento Funcional 12: Seguridad de la Información	
ID	RF012
Descripción del Requerimiento	El sistema debe garantizar la seguridad de la información de los usuarios y administradores mediante encriptación y autenticación robusta.
Prioridad	Alta
Módulo	Seguridad
Criterios de Aceptación	1.- La información del usuario se almacena de forma segura mediante encriptación. 2.- El sistema implementa autenticación de dos factores para los administradores.

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de Autenticación de Usuarios

El desarrollo del módulo de autenticación de usuarios permite verificar la identidad de los usuarios mediante credenciales seguras. Implementando el inicio de sesión, recuperación de contraseña y verificación de dos factores. Utilizando técnicas seguras para el almacenamiento seguro de contraseñas. Este módulo es fundamental para garantizar la seguridad y privacidad de los usuarios en la plataforma.





Figura 1. Módulo de autenticación de usuarios en el sistema web.

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de Registro

El módulo de registro permite a los nuevos usuarios crear una cuenta en el sistema. Diseñado con un formulario de registro con validación de datos, incluyendo correo electrónico y contraseña. Se implementa un proceso mediante el envío de correos electrónicos por si olvidan su contraseña. Este módulo facilita la incorporación de nuevos usuarios a la plataforma, asegurando que sus datos sean validados y almacenados de manera segura.

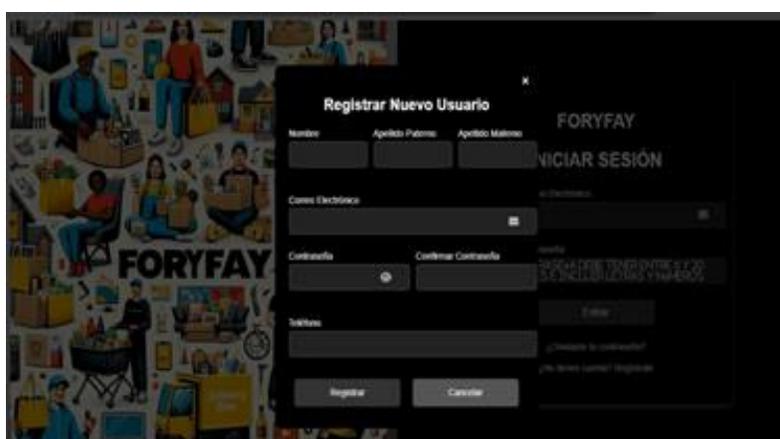


Figura 2. Módulo de registro de usuarios en el sistema web

Fuente: Elaboración propia.



Módulo de Gestión de Productos

El módulo de gestión de productos permite a la tienda administrar su inventario de manera eficiente. Implementando las funcionalidades para añadir, editar y eliminar productos, así como para clasificar los productos por categorías y niveles de stock. Este módulo asegura que la información de inventario esté siempre actualizada y accesible para los clientes, mejorando la eficiencia operativa de las tiendas.

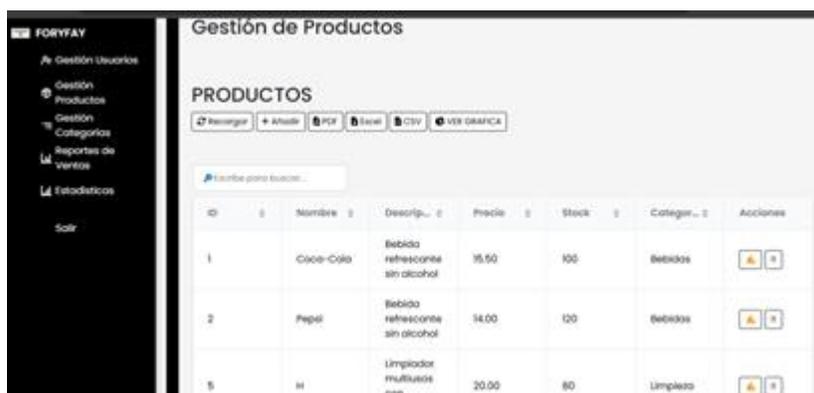


Figura 3. Módulo de Gestión de Productos.

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de Gestión de Categorías

El módulo de gestión de categorías permite organizar los productos en diferentes búsquedas y administración. Este módulo incluye funcionalidades para crear, editar y eliminar categorías, así como para asignar productos a las mismas. La gestión eficiente de categorías mejora la experiencia del usuario al permitir una navegación más intuitiva y organizada en la plataforma.



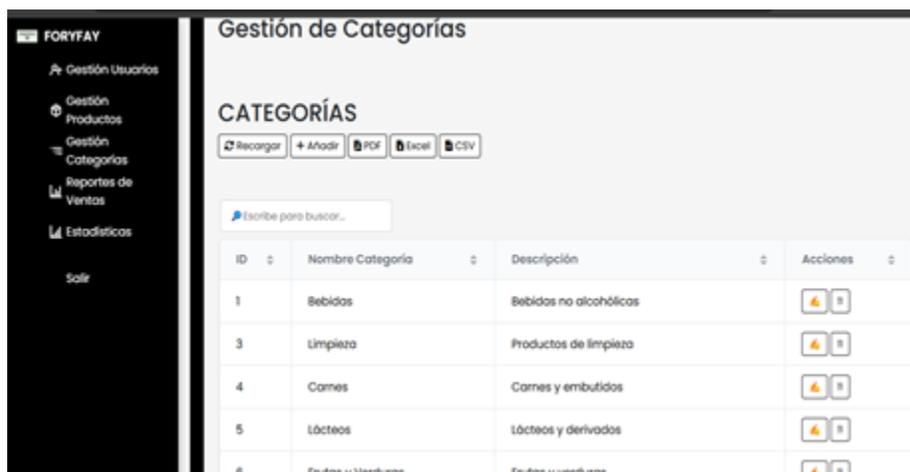


Figura 4. Módulo de Gestión de Categorías.

Fuente: Elaboración propia.

Módulo del Administrador

El módulo del administrador proporciona herramientas avanzadas para la gestión y supervisión del sistema. Este módulo incluye funcionalidades para la administración de usuarios, productos, categorías y pedidos. Además, permite generar informes y estadísticas sobre el rendimiento del sistema. El módulo del administrador es crucial para mantener el control y la eficiencia operativa de la plataforma.

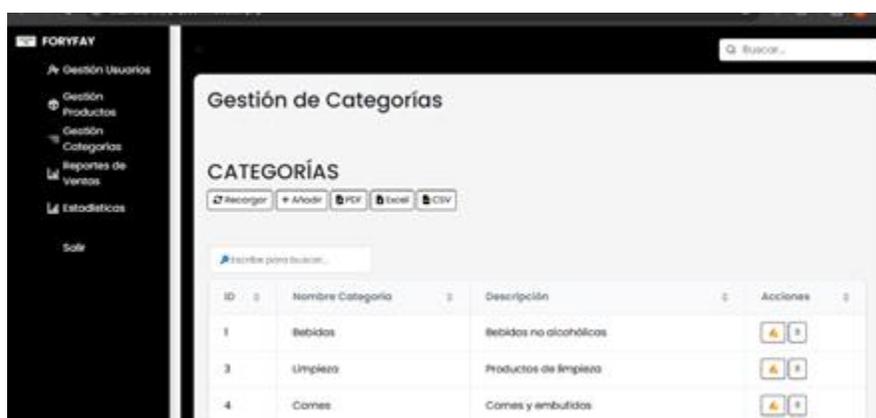


Figura 5. Módulo del Administrador

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de Usuarios

El módulo de usuarios permite a los clientes gestionar su perfil y preferencias dentro de la plataforma. Este módulo incluye funcionalidades para cambiar contraseñas. También permite a los usuarios ver su historial de pedidos y realizar un seguimiento de sus compras. El módulo de usuarios mejora la experiencia del cliente al ofrecer una interfaz intuitiva y fácil de usar.



Figura 6. Módulo de Usuarios

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de Seguimiento de Pedidos

El módulo de seguimiento de pedidos permite a los usuarios ver el estado de sus pedidos en tiempo real. Implementando una interfaz que muestra los estados del pedido (nuevo, en proceso, entregado) y proporciona actualizaciones en tiempo real sobre el progreso de la entrega. Este módulo aumenta la transparencia y confianza de los clientes en el proceso de entrega, mejorando su satisfacción.



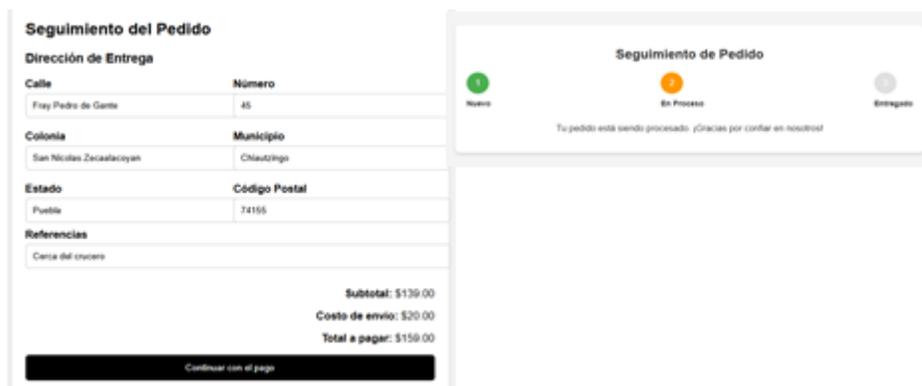


Figura 7. Módulo de Seguimiento de Pedidos

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de Pagos

El módulo de pagos integra múltiples métodos de pago confiables, como transferencia bancaria y pago en efectivo. Realizamos un análisis de las opciones disponibles y seleccionamos las más adecuadas para la plataforma. Implementamos y probamos estas opciones en el entorno de desarrollo, asegurando su correcto funcionamiento y seguridad. Este módulo permite ofrecer a los clientes diversas formas de pago, aumentando su comodidad y confianza en el sistema.

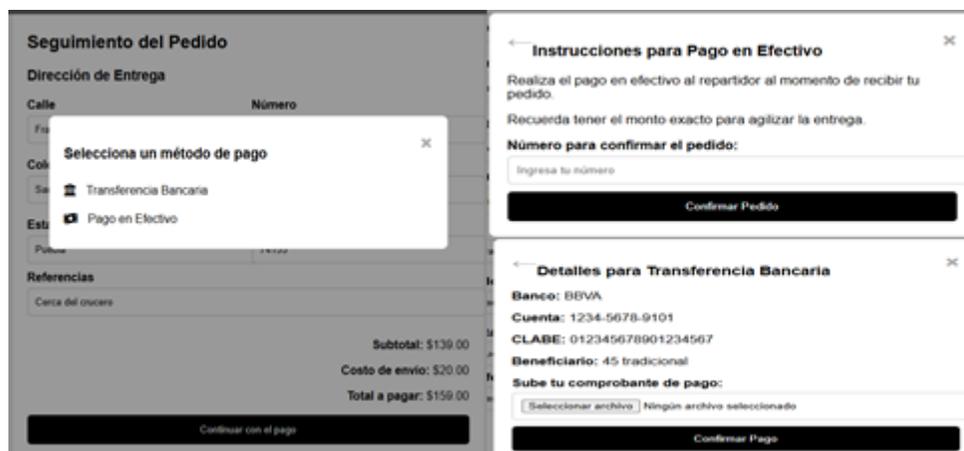


Figura 8. Módulo de Pagos

Fuente: Elaboración propia.



5. Conclusiones

En conclusión, el desarrollo del sistema web y la aplicación móvil para la gestión de pedidos y entregas a domicilio de Foryfay representa una solución tecnológica integral que responde a las necesidades actuales del comercio digital, combinando eficiencia operativa, innovación tecnológica y una experiencia de usuario optimizada. A lo largo del proyecto se aplicó una metodología de desarrollo espiral, que permitió una evolución continua del sistema a través de iteraciones estructuradas, enfocadas en la planificación, evaluación de riesgos, validación y mejora continua. Se logró implementar una plataforma robusta, segura y escalable, capaz de manejar grandes volúmenes de usuarios y transacciones, al mismo tiempo que se garantiza la disponibilidad del servicio, la protección de datos mediante encriptación y autenticación de dos factores, y una interfaz multilingüe accesible para diferentes perfiles de usuarios se implementaron diversos módulos esenciales que permiten ofrecer una experiencia completa, segura y funcional tanto para los usuarios como para los administradores. Se desarrollaron los módulos de autenticación y registro de usuarios, que garantizan el acceso seguro mediante credenciales y validaciones robustas; un módulo de gestión de productos y otro de categorías, que permiten administrar eficientemente el inventario y su organización; un módulo del administrador, que centraliza el control del sistema y genera informes; y un módulo de usuarios, que brinda herramientas para gestionar perfiles, contraseñas, todo ello sustentado por una matriz de trazabilidad que permitió asegurar el cumplimiento de cada requisito funcional y no funcional. Esta experiencia no solo fortaleció nuestras competencias técnicas, sino que también nos permitió comprender los desafíos reales de implementar soluciones tecnológicas en contextos comerciales, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la confiabilidad y la satisfacción del cliente final.



6. Referencias

- Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2015-0030>
- Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347. <https://doi.org/10.1080/15583724.2013.868215>
- Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Moliterni, A. G. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide case. *Zeitschrift für Kristallographie - New Crystal Structures*, 213(5), 259–265. <https://doi.org/10.1524/ncrs.2008.213.5.259>



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN NUTRIDIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA NUTRICIÓN EN PACIENTES DIABÉTICOS

Lazcano, Garita-Yahir Antonio¹, Galicia, Corona-Jose Jair², y Paredes, Xochihua-Maria Petra³

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ITS de San Martín Texmelucan, l21240035@smartin.tecnm.mx
2. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ITS de San Martín Texmelucan, l21240043@smartin.tecnm.mx
3. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ITS de San Martín Texmelucan, petra.paredes@smartin.tecnm.mx

Resumen: El presente artículo aborda el desarrollo y la implementación de NutriDia, una aplicación móvil diseñada para la optimización de la nutrición en pacientes diabéticos tipo 1, así como en personas propensas a desarrollar la enfermedad. La aplicación tiene como objetivo principal la creación de planes alimenticios adaptados a los niveles de glucosa, presión arterial, presupuesto además de la ubicación del usuario, contribuyendo a un control más efectivo de la enfermedad. La metodología en cascada, utilizada para el diseño de la aplicación, incluye la integración de tecnologías móviles, bases de datos junto con algoritmos de nutrición personalizados. Los resultados obtenidos muestran que NutriDia mejora la adherencia de los pacientes al plan alimenticio, optimizando los recursos disponibles además de brindar una herramienta accesible y efectiva. En conclusión, se puede destacar la importancia de integrar soluciones tecnológicas para el manejo de enfermedades crónicas como la diabetes, mostrando un potencial para futuras investigaciones en áreas relacionadas con la salud digital, así como con la nutrición.

Palabras clave: diabetes, nutrición, aplicación móvil, salud digital, monitorización, glucosa.

Abstract: This article addresses the development and implementation of NutriDia, a mobile application designed for the optimization of nutrition in type 1 diabetic patients and individuals at risk of developing the disease. The main objective of the application is to create personalized meal plans based on the user's glucose levels, blood pressure, budget, and location, contributing to better disease management. The methodology for designing the application involves integrating mobile technologies, databases, and personalized nutrition algorithms. The results show that NutriDia enhances patient adherence to meal plans, optimizing available resources and providing an accessible and effective tool. The conclusions



emphasize the importance of integrating technological solutions for the management of chronic diseases like diabetes, showcasing its potential for future research in areas related to digital health and nutrition.

Keywords: diabetes, nutrition, mobile app, digital health, glucose, monitoring.

1. Introducción

La diabetes mellitus, particularmente el tipo 1, es una de las enfermedades crónicas más prevalentes a nivel mundial. El control adecuado de esta enfermedad requiere una atención integral que incluya la monitorización constante de los niveles de glucosa y la implementación de un régimen nutricional específico adaptado a las necesidades de cada paciente. Sin embargo, uno de los principales desafíos radica en la adherencia de los pacientes a estos planes alimenticios debido a diversos factores como la complejidad, la falta de tiempo o la escasez de recursos.

La aplicación NutriDia fue desarrollada para abordar este problema, proporcionando a los pacientes una herramienta fácil de usar y accesible para gestionar su dieta de manera personalizada y efectiva. Esta aplicación está orientada a usuarios con diabetes tipo 1 y personas propensas a desarrollarla, brindándoles un seguimiento de su nutrición, la capacidad de establecer objetivos, así como, el monitoreo de parámetros vitales como los niveles de glucosa y presión arterial.

El presente artículo tiene como objetivo describir el desarrollo y la implementación de NutriDia, detallando la metodología utilizada, los resultados obtenidos durante su implementación, y las implicaciones que esta tecnología tiene en la salud digital. Asimismo, se destacan los beneficios de una solución tecnológica en el manejo de enfermedades crónicas y las oportunidades que surgen para futuras investigaciones en el área de nutrición personalizada.

2. Sustento Teórico

El campo de la salud digital ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, destacando aplicaciones móviles como una herramienta clave para la mejora del control de enfermedades crónicas. Diversos estudios han demostrado que la integración de tecnología en la monitorización de condiciones médicas puede mejorar la adherencia de los pacientes a los tratamientos y promover un autocuidado más efectivo (Smith et al., 2021; Thompson & Lee,



100CIATEC

2020). En el contexto de la diabetes, se ha evidenciado que las aplicaciones móviles que proporcionan seguimiento en tiempo real de los niveles de glucosa y otros parámetros de salud tienen un impacto positivo en el control de la enfermedad (Johnson et al., 2019).

Además, la nutrición personalizada ha demostrado ser un enfoque crucial para el manejo de la diabetes, considerando factores individuales como la edad, el peso, la actividad física, y las condiciones de salud preexistentes (Parker et al., 2020). Estas estrategias se alinean con las recomendaciones de las guías internacionales para el manejo de la diabetes, que sugieren que un enfoque individualizado mejora los resultados a largo plazo (American Diabetes Association, 2021).

Existen múltiples aplicaciones diseñadas para la gestión de la diabetes, como **mySugr**, **Glooko** y **BlueLoop**, las cuales permiten a los usuarios registrar sus niveles de glucosa, monitorear su ingesta de alimentos y recibir recomendaciones basadas en sus datos. Asimismo, plataformas como **LibreLink** integran sensores de monitoreo continuo de glucosa, facilitando una supervisión más precisa y sin necesidad de punciones frecuentes. Sin embargo, la mayoría de estas aplicaciones se enfocan en un solo aspecto de la gestión de la diabetes, como el monitoreo glucémico o la administración de insulina, sin considerar una integración completa de datos sobre alimentación, presión arterial.

Las aplicaciones de salud han evolucionado para incluir sistemas de inteligencia artificial y machine learning, permitiendo la optimización de tratamientos y recomendaciones personalizadas. NutriDia se basa en estos principios, incorporando algoritmos avanzados para la personalización de dietas según las necesidades específicas de cada usuario. A diferencia de otras aplicaciones existentes, NutriDia no solo se enfoca en el monitoreo de glucosa, sino que integra múltiples variables de salud en una sola plataforma, proporcionando un enfoque más completo y accesible para los pacientes diabéticos.

3. Metodología

Para el desarrollo de NutriDia, se utilizó un enfoque de diseño basado en la metodología en cascada incluyó las siguientes fases:

3.1. Análisis de Requisitos



100CIATEC

Se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación, considerando las necesidades de los usuarios diabéticos y la viabilidad basada en información médica especializada. Se demuestra la importancia del requisito del registro del usuario (Tabla 1), el cual es fundamental para el correcto funcionamiento de la aplicación, ya que permite personalizar la experiencia y dar seguimiento a los parámetros de salud de cada persona.

Asimismo, se destaca como esencial la creación del plan alimenticio personalizado (Tabla 2), ya que este permite ofrecer recomendaciones específicas en función del estado de salud, presupuesto y ubicación del usuario.

Tabla 1. Requisito registro de usuarios

Número de requisito	R1
Nombre de requisito	Registro de Usuarios
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Requisito plan alimenticio

Número de requisito	R2
Nombre de requisito	Planes Alimenticios
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Diseño de la Aplicación

Se diseñó una interfaz intuitiva y fácil de usar, compatible con los principales sistemas operativos móviles. La aplicación incluye módulos para la creación de planes alimenticios personalizados, monitoreo de glucosa y presión arterial, y un chatbot para resolver dudas. En la Figura 1 se muestra la pantalla de inicio de sesión de la aplicación NutriDia, como parte del diseño general de la interfaz.





Figura 1. Interfaz de NutriDia

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Desarrollo del Algoritmo de Nutrición

El algoritmo de nutrición implementado en NutriDia se desarrolló en lenguaje PHP, mediante el uso de endpoints, e integrado dentro del entorno de desarrollo Android Studio. Este algoritmo se diseñó con base en los principios nutricionales establecidos por la Asociación Americana de Diabetes (ADA), y permite generar planes alimenticios cada tres días, considerando los niveles de glucosa, presión arterial, estado del usuario y presupuesto. La Figura 2 muestra el flujo de consulta del sistema para la obtención de recetas personalizadas, el cual forma parte esencial del funcionamiento del algoritmo.

- Niveles actuales de glucosa y presión arterial.
- Presupuesto económico mínimo y máximo del usuario.
- Estado de residencia, para priorizar alimentos disponibles regionalmente.

Flujo del algoritmo:

1. Se consultan los datos del usuario en la base de datos.
2. Se evalúan los rangos de glucosa y presión arterial con valores normales.
3. Se seleccionan los alimentos recomendados del catálogo interno.
4. Se calcula un plan alimenticio que se ajusta al presupuesto configurado.

Herramientas utilizadas:

- Lenguaje de programación: PHP8 8
- Entorno de desarrollo: Android Studio
- Librerías: SQL, Retrofit para consultas HTTP, y MPAndroidChart para estadísticas gráficas.

```
$query = "
SELECT r.*, ri.cantidad, ri.unidad, i.nombre AS ingrediente
FROM recetas r
JOIN (
  SELECT * FROM monitoreo_salud
  WHERE id_usuario = ?
  ORDER BY fecha_registro DESC
  LIMIT 1
) m ON
m.glucosa BETWEEN r.glucosa_min AND r.glucosa_max
AND m.presion BETWEEN r.presion_min AND r.presion_max
AND m.presupuesto_minimo >= r.presupuesto_min
AND m.presupuesto_maximo <= r.presupuesto_max
JOIN recta_ingrediente ri ON r.id_receta = ri.id_receta
JOIN ingredientes_i ON ri.id_ingrediente = i.id_ingrediente
WHERE r.tipo_comida IN ('desayuno', 'comida', 'cena')
ORDER BY FIELD(r.tipo_comida, 'desayuno', 'comida', 'cena')
";
```

Figura 2. Algoritmo de obtención de recetas

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Implementación de la Base de Datos

La base de datos fue diseñada para almacenar de manera segura los datos personales de los usuarios, incluyendo su historial de salud y recetas favoritas. Se utilizó un sistema de gestión de bases de datos relacionales para garantizar la integridad y seguridad de la información.

La base de datos se implementó utilizando MySQL como motor relacional, en conjunto con PHP para la creación de servicios web que permiten el intercambio de información entre la aplicación y el servidor. En la Figura 3 se presenta la captura de las tablas implementadas en la base de datos, reflejando su estructura y relaciones clave.

Herramientas y tecnologías:

- Servidor: Apache (XAMPP)
- Lenguaje backend: PHP 8
- Conexión con la app: API RESTful con formato de respuesta en JSON



100CIATEC

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a depurar
<input type="checkbox"/> favoritas	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	2	InnoDB	utf8mb4_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> ingredientes	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	6	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> monitoreo_salud	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	23	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
<input type="checkbox"/> recetas	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	82	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> receta_ingredientes	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	6	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
<input type="checkbox"/> usuarios	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	22	InnoDB	utf8mb4_general_ci	64.0 KB	-

Figura 3. Tablas implementadas en la base de datos

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Implementación del Módulo de Administración

El desarrollo del módulo web se realizó bajo el patrón de arquitectura MVC (Modelo-Vista-Controlador), separando la lógica de negocio, la interfaz y el acceso a datos para facilitar el mantenimiento y la escalabilidad del sistema.

Se desarrolló para los nutriólogos, utilizando HTML5, CSS3, Bootstrap 5, y JavaScript con librerías como DataTables. Este módulo permite:

- Consultar el historial de cada paciente.
- Agregar nuevas recetas
- Editar recetas
- Eliminar recetas

Herramientas empleadas:

- Frontend: HTML5, CSS3, Bootstrap 5
- Backend: PHP + MySQL
- Autenticación: Sesiones seguras PHP y control de roles

En cuanto a la infraestructura, se utilizó XAMPP como entorno local durante las pruebas, lo que permitió la integración eficiente de Apache, MySQL y PHP. La conectividad entre el módulo web y la base de datos se realizó mediante scripts PHP con consultas optimizadas.

4. Resultados y Discusión

El 85% de los participantes afirmó que NutriDia facilitó la gestión de su plan alimenticio y mejoró su conocimiento sobre la relación entre la alimentación y el control de la diabetes.



100CIATEC

En términos de impacto en la calidad de vida, NutriDia permitió a los usuarios mejorar sus hábitos alimenticios, reducir la variabilidad glucémica y aumentar su autonomía en el manejo de la enfermedad. La integración del chat con nutriólogos en tiempo real y las notificaciones programadas han sido identificadas como características clave que fomentan la adherencia al tratamiento y la educación continua en diabetes.

Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, tales como la necesidad de una mayor personalización en las alertas de notificación y la ampliación del catálogo de recetas adaptadas a diferentes estilos de vida. En comparación con otras aplicaciones en el mercado, NutriDia ofrece una mayor integración de datos de salud, lo que permite un monitoreo más preciso y recomendaciones más efectivas.

5. Conclusiones

El potencial de NutriDia va más allá de la gestión de la diabetes, ya que su enfoque personalizado puede extenderse a otras condiciones médicas que requieran un control riguroso de la nutrición. Futuros estudios podrían evaluar la efectividad de la aplicación en poblaciones más amplias y diversas, y explorar su integración con dispositivos médicos para una monitorización aún más precisa.

6. Referencias

- American Diabetes Association. (2021). *Normas de atención médica en diabetes—2021*. *Diabetes Care*, 44(Supl. 1), S1-S2. <https://doi.org/10.2337/dc21-S001>
- Johnson, S. R., Thompson, A. D., & Lee, B. A. (2019). Impacto de las aplicaciones móviles de salud en el manejo de la diabetes: Una revisión sistemática. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 13(2), 420-430. <https://doi.org/10.1177/1932296819827257>
- Parker, T. H., Martin, J. E., & Miller, D. W. (2020). Nutrición personalizada para el manejo de la diabetes: Una revisión integral. *Nutrition Research Reviews*, 33(2), 235-246. <https://doi.org/10.1017/S0954422419000191>
- Smith, L., Taylor, D., & Cooper, M. (2021). El papel de las aplicaciones móviles en el manejo de enfermedades crónicas. *Journal of Medical Internet Research*, 23(6), e24345. <https://doi.org/10.2196/24345>
- Thompson, R., & Lee, S. (2020). Aplicaciones móviles de salud: Mejorando la adherencia del paciente en el manejo de enfermedades crónicas. *Global Health Journal*, 14(3), 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2020.05.001>



SISTEMA PARA EL CONTROL INTEGRAL DEL GIMNASIO DRAGON'GYM

Arath Saavedra Cabrera¹, Miguel Angel Meza Mendez², Kevin Astrid Roldan Cervantes³, Vianney Morales Zamora⁴

1. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240065@smartin.tecnm.mx

2. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240019@smartin.tecnm.mx

3. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240037@smartin.tecnm.mx

4. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Vianney.morales@smartin.tecnm.mx

Resumen: El presente artículo se basa en el desarrollo de un sistema web para Dragon'Gym, enfocado en la gestión eficiente de membresías, accesos y control de pagos. La digitalización de estos procesos busca optimizar la administración del gimnasio, mejorando la relación con los clientes y garantizando un control preciso sobre ingresos y gastos.

Para la planificación y ejecución del proyecto, se ha adoptado la metodología Kanban, un enfoque que permite organizar tareas de manera eficiente, priorizando actividades y adaptándose a cambios durante el desarrollo. Este método facilita la gestión del flujo de trabajo, asegurando mejoras constantes en el sistema.

Palabras clave: Gimnasio, Sistema, Digitalización, Gestión, Móvil.

Abstract: This article focuses on the development of a web-based system for DragonsGym, aimed at efficiently managing memberships, access control, and payment tracking. The digitization of these processes seeks to optimize the gym's administration, enhance customer relations, and ensure accurate control over income and expenses.

For the planning and execution of the project, the Kanban methodology has been adopted an approach that enables efficient task organization, prioritization of activities, and adaptability to changes during development. This method facilitates workflow management, ensuring continuous improvements to the system.

The article is grounded in the digitization of gym operations. Unlike generic solutions, this software is specifically designed for DragonsGym, tailored to its unique needs.

Keywords: Gym, System, Digitization, Management, Mobile.



1. Introducción

En este artículo, se resalta la importancia de resolver la problemática mediante el uso de la informática y herramientas digitales, centrando la atención en la gestión, planificación y evaluación de la creación de un sistema web para el gimnasio Dragon’Gym. Este sistema tiene como objetivo gestionar y controlar la información de los usuarios, enfocándose en la administración de sus membresías, accesos y actividades financieras, el cual va a realizar una gestión eficiente del gimnasio y garantiza un control preciso sobre los ingresos, gastos y la relación con los clientes, optimizando la operatividad del negocio.

La metodología de trabajo se basa en la utilización de Kanban, un enfoque visual que nos permite gestionar de manera eficiente las tareas y el flujo de trabajo. A través del tablero Kanban, se organizaron las actividades del proyecto, priorizando las tareas y ajustando el trabajo en función de las demandas y cambios que surgen a lo largo del desarrollo.

Este sistema web gestionará la información relacionada con Dragon’Gym, controlando módulos como las ventas, usuarios, membresías, gastos y accesos al gimnasio. De esta manera, se asegura una administración eficiente y centralizada de las operaciones del gimnasio, mejorando tanto la experiencia de los usuarios como la gestión financiera y operativa del negocio.

2. Delimitación contextual

El presente estudio de acuerdo con (Acosta, 2017), se basa en el ámbito de la gestión y administración digital de gimnasios, centrándose en la optimización de procesos relacionados con la información de usuarios, membresías, accesos y registro de pagos. La implementación de un sistema web para Dragon’Gym hacia a la necesidad de superar las limitaciones de manejo de datos relevantes.

El contexto de esta investigación también considera estudios previos sobre la digitalización de gimnasios y la implementación de sistemas, los cuales han demostrado mejoras significativas en la operatividad y control financiero de este tipo de negocios, a diferencia de otras soluciones disponibles en el mercado.

Dentro de las limitaciones, se encuentra la necesidad de capacitación del personal en el uso del sistema, así como la posible digitalización de nuevas tecnologías dentro del gimnasio. La flexibilidad del software y su diseño intuitivo buscan garantizar su funcionalidad, garantizando una implementación efectiva y un manejo fluido hacia los procesos administrativos del negocio.

3. Metodología

Se encontró que (Conejo, 2021) comenta que Kanban es una metodología ágil que se utiliza para la gestión de proyectos y la mejora continua de procesos. Nacida en el ámbito de la manufactura, esta metodología ha sido adaptada para el desarrollo de software debido a su flexibilidad y enfoque visual, lo que permite



100CIATEC

una mejora constante de proyectos de software, gestión organizada de actividades y el trabajo colaborativo.

En desarrollo de software, Kanban se utiliza para gestionar tareas de programación, pruebas, corrección de errores, y despliegue. Se divide en los siguientes elementos:

- Tablero Kanban: Es el núcleo de la metodología. Se organiza en columnas como "Pendiente", "En proceso" y "Hecho", aunque pueden añadirse columnas específicas según las necesidades del equipo
- Tarjetas: Representan tareas individuales, con detalles como la descripción, responsables y fecha límite.
- Roles: Aunque Kanban no prescribe roles específicos, suelen participar desarrolladores, testers, y gestores del proyecto.
- Reuniones de mejora: Revisiones periódicas para analizar el flujo de trabajo y determinar ajustes necesarios.

4. Desarrollo

Como desarrollo de proyecto se tiene en una estructura en MVC (Model, View, Controller) ya que de acuerdo con (Casero, 2025) comenta que se divide la aplicación en tres partes bien definidas, lo que facilita el mantenimiento y la escalabilidad, también se desarrolló con el gestor de base de datos XAMPP, y en la aplicación móvil se usó el lenguaje de programación KOTLIN, pero también se toma en cuenta FLUTTER ya que su principal ventaja es que facilita el desarrollo de apps multiplataforma, lo que significa que puede escribir el código una vez y ejecutarlo en Android, iOS, Windows, macOS y Linux, el desarrollo como se utiliza en modelo Kanban, se hicieron las siguientes fases que se muestran a continuación.

Modelado de base de datos

El modelado de datos se hizo cuando se realizó una entrevista para el levantamiento de requerimientos, se hizo un análisis de datos para modelar la base de datos, la cual se consiguió como resultado lo que se muestra en la figura 1.



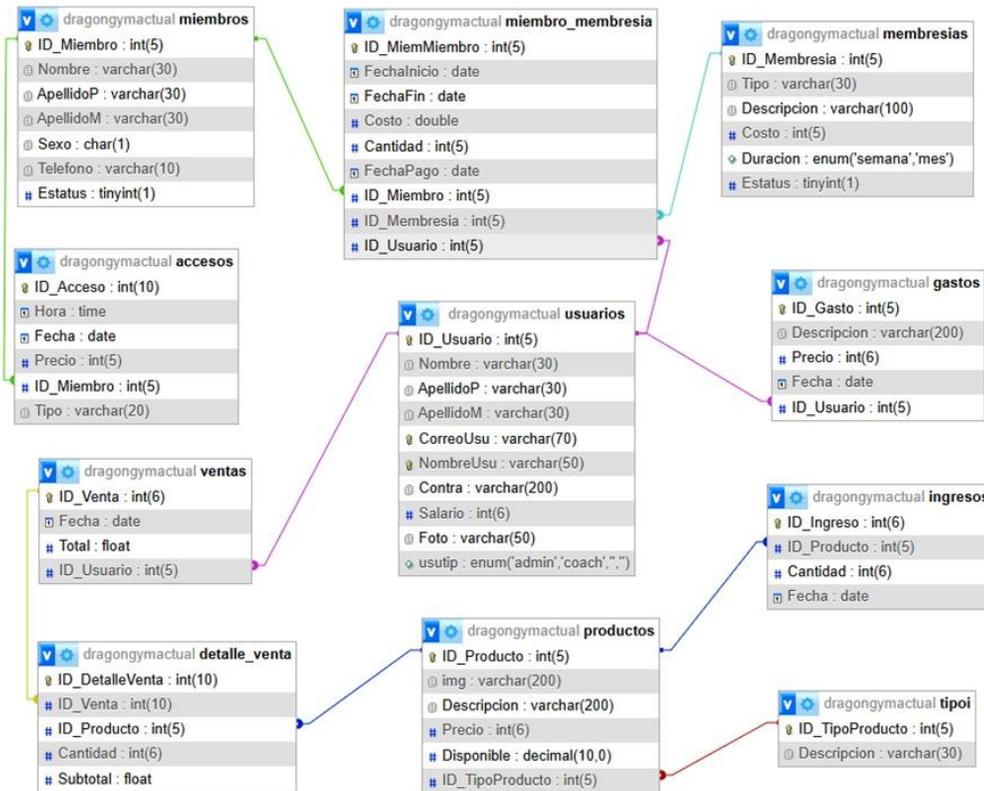


Figura 1. Modelado de base de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Pantallas de baja

En el apartado de las pantallas de baja se tomaron en cuenta diferentes programas para realizarlas, sin embargo, se tomó la mejor opción “Balsamiq”, se realizaron unas pantallas de baja muy apegadas a lo que iba a ser el proyecto final, se mostraron al cliente y hubo muy pocos cambios en las pantallas, afortunadamente se tenía contacto directo con el cliente, fácil y accesible para tomar en cuenta ante cualquier cambio.

Estructura y pantallas de alta

En la parte del desarrollo se tomó en cuenta lo que menciona (Vidal, 2023) para el apoyo en front end y back end como apoyo, al igual se realizó con una estructura en MVC, como se muestra en la figura 2, también se usó Bootstrap como ayuda para el posicionamiento de los contenedores, ya que la manera en que se maneja es más sencilla, el diseño es CSS puro, un diseño personalizado al cliente, con los colores de sus logos, la ventaja de MVC es que se puede reutilizar el código para otro proyecto, se puede enfocar fácilmente, ya que este proyecto es muy adaptable y moldeable.



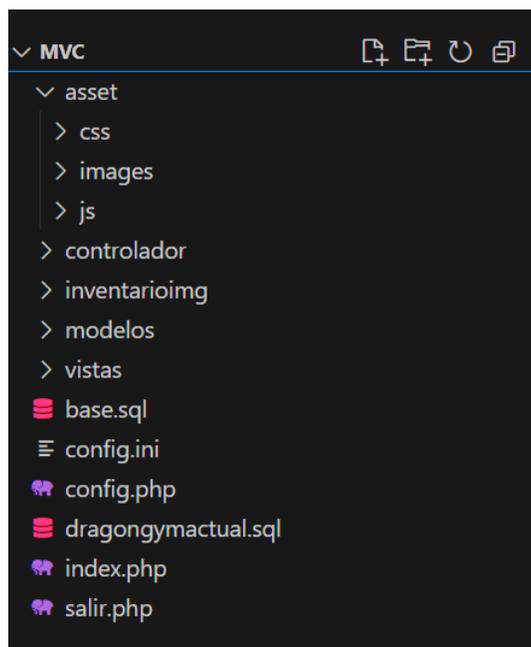


Figura 2. Estructura de proyecto en MVC.

Fuente: Elaboración propia.

Se desarrollaron varios módulos, los principales módulos son el login, control de accesos, renovación de membresías, control de inventario y gastos entre otros, como se muestran a continuación en las siguientes figuras.

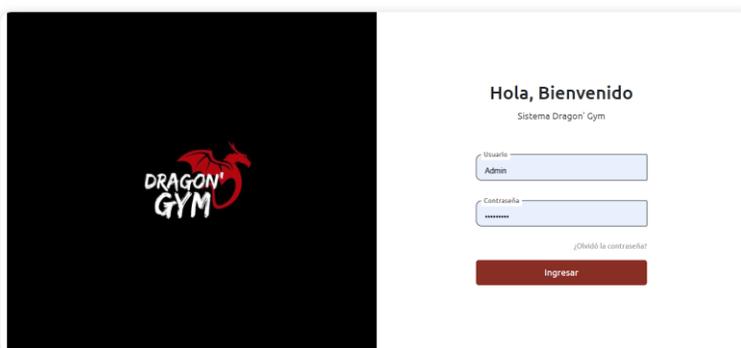


Figura 3. Interfaz web “Control de acceso”.

Fuente: Elaboración propia.





Figura 4. Interfaz “Recuperación de contraseña”.

Fuente: Elaboración propia.

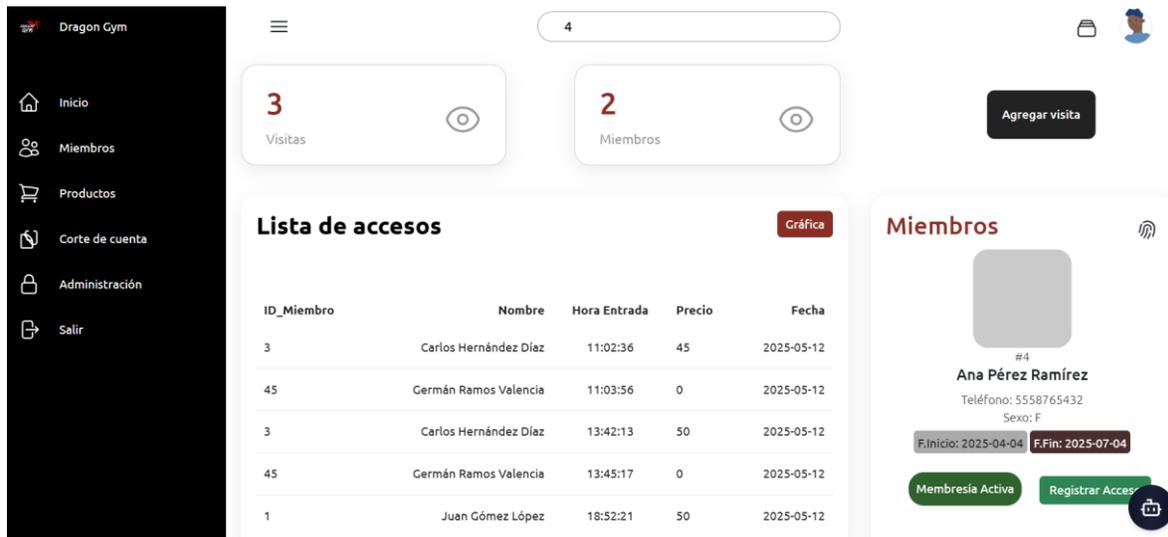


Figura 5. Interfaz web “Control de accesos”.

Fuente: Elaboración propia.

The screenshot shows the 'Membresías' (Memberships) page of the Dragon Gym system. It features a sidebar with navigation options: Inicio, Miembros, Productos, Corte de cuenta, Administración, and Salir. The main content area is titled 'Relacion de membresías' and includes a filter bar with buttons for 'Vigentes', 'Vencidas', 'Proximas a vencer', and 'Todas'. A table lists membership details for various users, including their ID, name, membership type, assigned user, start and end dates, price, quantity, and payment date. Each row has an 'Eliminar' (Delete) button.

ID	Nombre	Tipo Membresia	Usuario Asignado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Precio	Cantidad	Fecha Pago	Acciones
300	María Martínez González	Estudiante	Arath	2025-05-11	2025-09-11	\$1520	4	2025-05-12	Eliminar
298	Germán Ramos Valencia	Mes	Arath	2025-05-15	2025-08-15	\$250	1	2025-05-15	Eliminar
294	Rodrigo Beltrán Ramos	Mes	Arath	2025-05-11	2025-08-11	\$420	2	2025-05-11	Eliminar
262	Fernando López Castro	Mes	Arath	2025-04-09	2025-08-09	\$500	3	2025-04-09	Eliminar
291	Paula Meza Esquivel	Mes	Arath	2025-05-08	2025-08-08	\$400	2	2025-05-08	Eliminar
286	Guillermo Maldonado Estrada	Estudiante	Arath	2025-05-03	2025-08-03	\$450	2	2025-05-03	Eliminar
283	Adriana Ibarra Solís	Estudiante	Arath	2025-04-30	2025-07-30	\$500	3	2025-04-30	Eliminar
280	Felipe Peña Luna	Estudiante	Arath	2025-04-27	2025-07-27	\$350	2	2025-04-27	Eliminar

Figura 6. Interfaz web “Membresías”.

Fuente: Elaboración propia.

The screenshot shows the 'Inventario' (Inventory) page. It includes a sidebar with navigation options: Inicio, Miembros, Productos, Corte de cuenta, Administración, and Salir. The main content area is titled 'Inventario' and features a search and filter section with fields for 'Nombre', 'Disponibilidad', and 'Tipo de Producto'. Below this is a table listing inventory items with columns for ID, Imagen, Descripción, Precio, Disponible, Tipo producto, and Accion. Each row has 'Editar' and 'Agregar' buttons.

ID	Imagen	Descripción	Precio	Disponible	Tipo producto	Accion
1		Bonafont 1.5L	20	15	Bebidas	Editar Agregar
2		Bonafont 1L	15	44	Bebidas	Editar Agregar
3		Bonafont 600ml	10	0	Bebidas	Editar Agregar
4		Bubulubu mini	5	23	Chocolate	Editar Agregar
5		Clorets	10	3	Chicles	Editar Agregar
6		Gatorade moras 1L	30	35	Suplemento	Editar Agregar

Figura 7. Interfaz web “Inventario”.

Fuente: Elaboración propia.



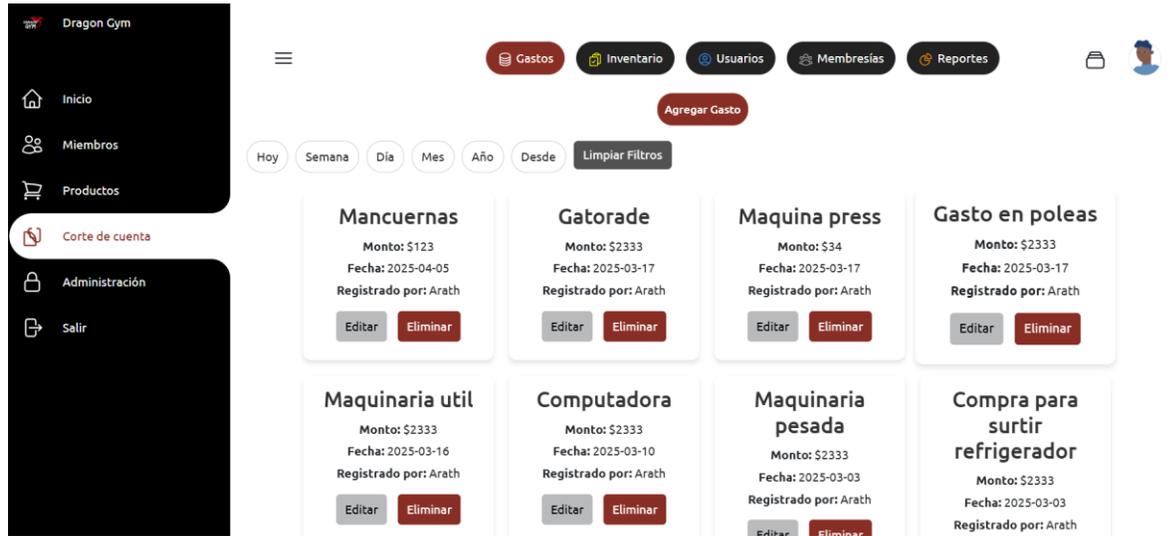


Figura 8. Interfaz web “Gastos”.

Fuente: Elaboración propia.

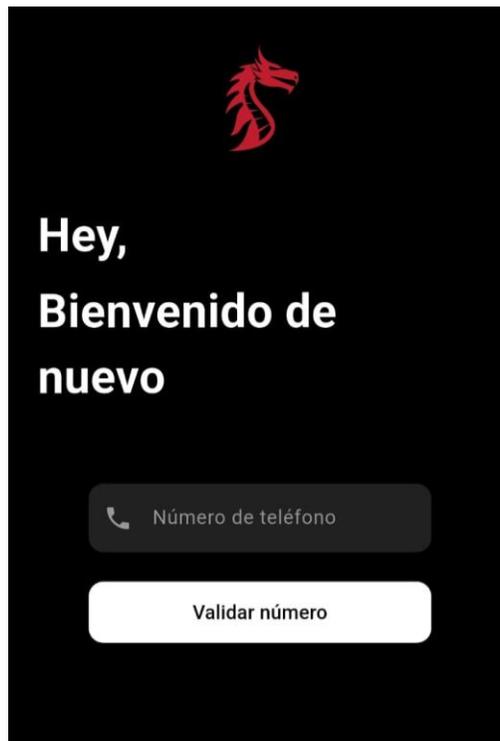


Figura 9. App móvil control de acceso.

Fuente: Elaboración propia.



5. Resultados

En base a lo que se desarrolló y se ha probado el sistema, se ha concluido lo que se muestra a continuación, en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados

Fase / Módulo	Descripción / Resultado	Herramientas utilizadas
Modelado de base de datos	Entrevistas con el cliente y análisis de requerimientos para crear el modelo de datos.	Entrevistas, análisis estructurado
Estructura del sistema	Arquitectura MVC para modularidad y escalabilidad.	MVC, XAMPP
Interfaz web	Diseño personalizado con Bootstrap y CSS puro, adaptado a la identidad del gimnasio.	Bootstrap, CSS puro
Aplicación móvil	Desarrollo en Kotlin; considerado Flutter para futuras versiones multiplataforma.	Kotlin, Flutter (en perspectiva)

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

El desarrollo del sistema web para Dragon'Gym permitió comprobar que la digitalización de procesos administrativos en gimnasios mejora significativamente la eficiencia operativa, el control financiero y la relación con los clientes. A través de la implementación de una arquitectura MVC, una interfaz personalizada y el uso de tecnologías modernas como Bootstrap, Kotlin y XAMPP, se logró construir una solución integral adaptada a las necesidades específicas del cliente.

La utilización de la metodología Kanban facilitó una gestión ágil del proyecto, permitiendo organizar y priorizar tareas, adaptarse a cambios durante el desarrollo y mantener un flujo de trabajo constante. Esta metodología visual contribuyó a la mejora continua del sistema, asegurando que se cumplieran los objetivos generales y específicos establecidos desde el inicio.

Como trabajo a futuro, se sugiere incorporar tecnologías más avanzadas para la analítica de datos del gimnasio, así como continuar con la capacitación del personal para garantizar el máximo aprovechamiento del sistema. También se contempla integrar nuevas funciones de automatización y mejorar la seguridad informática.

6. Referencias

- Acosta Hernández, R. (2017). Administración y gestión de organizaciones deportivas. Editorial Trillas.



100CIATEC

- Casero, A. (2025, 22 enero). Todas las ventajas del patrón MVC - Guía 2025 | KeepCoding. KeepCoding Bootcamps. <https://keepcoding.io/blog/ventajas-del-patron-mvc/>
- Conejo, C. J. (2021). Qué es la metodología Kanban y sus ventajas. ESIC. <https://www.esic.edu/rethink/management/metodologia-kanban-que-es-ventajas>
- Vidal, S., & iLERNA. (2023, 5 septiembre). ¿Qué es el Front end y Back end y cuáles son sus diferencias? Blog iLERNA Online: FP A Distancia Con Titulación Oficial. <https://www.ilerna.es/blog/diferencias-desarrollo-front-end-y-back-end>



SISTEMA WEB PARA LA COMPRA, VENTA Y COTIZACIONES DE EQUIPOS PARA GIMNASIO PARA LA EMPRESA FITBODY

Abraham Kalebb Fuentes Vázquez¹ z Adriana Pedraza Varela².

¹ División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21240023@smartin.tecnm.mx

² División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, adriana.pedraza@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo de un sistema web para la tienda en línea FitBody, diseñado para la venta y cotización de aparatos de gimnasio. La plataforma permitirá a los clientes explorar un catálogo de productos, solicitar cotizaciones personalizadas y realizar compras de manera eficiente. Además, el sistema incluirá una gestión de inventario para garantizar la disponibilidad de los productos y mejorar la administración interna de la empresa. Para optimizar la experiencia del usuario, la tienda en línea contará con una interfaz intuitiva basada en Jetpack Compose para dispositivos móviles, mejorando la navegación y facilitando la interacción con el catálogo. Se implementará un sistema de autenticación segura para proteger la información de los clientes y permitir acceso a funciones personalizadas, como historial de cotizaciones y seguimiento de pedidos. El desarrollo del sistema seguirá una metodología ágil que abarcará planificación, diseño, pruebas y codificación en iteraciones, asegurando un producto funcional y adaptable a las necesidades del mercado. Se utilizará una arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), con tecnologías como PHP, JavaScript y bases de datos MySQL, integrando servidores Apache para garantizar un rendimiento óptimo. Como resultado, el sistema mejorará la eficiencia en la gestión de ventas, la administración de inventarios y la atención al cliente, consolidando a FitBody como una empresa innovadora en la venta de equipos de gimnasio.

Palabras clave: Sistema, cotización, equipos, gimnasio, comercio.

Abstract: This article presents the development of a web system for the online store FitBody, designed for the sale and quotation of gym equipment. The platform will allow customers to explore a catalog of products, request personalized quotes, and make purchases efficiently. Furthermore, the system will include inventory management to ensure product availability and enhance the internal administration of the



company. To optimize the user experience, the online store will feature an intuitive interface based on Jetpack Compose for mobile devices, improving navigation and facilitating interaction with the catalog. A secure authentication system will be implemented to protect customer information and provide access to personalized features, such as quotation history and order tracking. The development of the system will follow an agile methodology that encompasses planning, design, testing, and coding in iterations, ensuring a functional product that can adapt to market needs. A Model-View-Controller (MVC) architecture will be utilized, with technologies such as PHP, JavaScript, and MySQL databases, integrating Apache servers to guarantee optimal performance. As a result, the system will enhance the efficiency of sales management, inventory administration, and customer service, solidifying FitBody as an innovative company in the selling of gym equipment.

Keywords: System, quote, equipment, gym, commerce.

1. Introducción

En este informe, se resalta la importancia de utilizar herramientas digitales e informática para resolver problemáticas en la gestión y comercialización de equipos de gimnasio. Se analiza la planificación, gestión y evaluación necesarias para el desarrollo de un sistema web enfocado en la tienda en línea FitBody, con el objetivo de optimizar la venta y cotización de aparatos para gimnasio. Se ha identificado la necesidad de una plataforma digital que permita a los clientes acceder a un catálogo de productos, solicitar cotizaciones de manera eficiente y realizar compras en línea de forma segura. Actualmente, muchas empresas del sector carecen de herramientas adecuadas para gestionar su inventario y atender de manera ágil a sus clientes, lo que representa una desventaja en un mercado cada vez más competitivo. Para abordar esta problemática, se ha desarrollado un software basado en herramientas digitales con el uso de una metodología ágil, permitiendo la planificación y ejecución de funcionalidades en iteraciones. A través de historias de usuario, se define el comportamiento del sistema desde la perspectiva del cliente, estableciendo un cronograma de actividades que facilita la adaptación a cambios y mejora la eficiencia en el desarrollo del software. El sistema web de FitBody permitirá gestionar de manera centralizada la información de productos, cotizaciones y clientes, garantizando un proceso de compra más accesible y optimizado. Con esta solución digital, se busca fortalecer la presencia en el mercado de la empresa, mejorar la experiencia del usuario y facilitar la administración de los recursos disponibles.



2. Delimitación contextual

El presente estudio se desarrolla en el contexto del comercio electrónico aplicado al sector de venta de equipos de gimnasio, específicamente en la empresa FitBody, la cual busca optimizar su proceso de cotización y venta de productos a través de un sistema web. La creciente digitalización de los negocios y la necesidad de herramientas eficientes para la gestión de clientes y productos han impulsado la adopción de plataformas tecnológicas en el sector fitness, permitiendo una mejor organización de inventarios y una atención más ágil a los usuarios. Para el desarrollo del sistema, se ha aplicado una metodología ágil, que permite una planificación iterativa basada en historias de usuario, asegurando una respuesta rápida a los cambios y necesidades del negocio. Esta metodología facilita la implementación progresiva del sistema, reduciendo riesgos y mejorando la adaptabilidad de la plataforma.

Entre las principales aportaciones de este trabajo se encuentran la mejora en la experiencia del usuario mediante una interfaz intuitiva, la optimización del proceso de cotización y venta de equipos de gimnasio, y la automatización de la gestión de inventarios, lo que representa un avance en la transformación digital de FitBody.

3. Metodología

Para el desarrollo del sistema web de FitBody, se ha utilizado la metodología en cascada, un enfoque estructurado y secuencial que permite dividir el proceso en fases bien definidas, asegurando una ejecución ordenada y controlada del proyecto. Esta metodología ha sido seleccionada debido a su claridad en la planificación y desarrollo, lo que facilita la gestión de cada etapa del sistema, desde la recolección de requisitos hasta la implementación final.

El proceso de elaboración del sistema se ha llevado a cabo en las siguientes fases:

- **Recolección y análisis de requisitos:** Se llevó a cabo una investigación detallada sobre las necesidades de FitBody, recopilando información a través de entrevistas con el equipo de la empresa y análisis de plataformas similares en el mercado. En esta etapa, se identificaron las funcionalidades clave, como la gestión de inventario, la cotización en línea y la venta de productos.
- **Diseño del sistema:** Se definió la arquitectura del sistema, utilizando el modelo vista-controlador (MVC) para estructurar el código de manera modular y facilitar su



mantenimiento. Además, se elaboraron diagramas UML, como casos de uso y diagramas de clases, para representar la interacción del usuario con la plataforma.

- **Implementación:** En esta fase, se desarrolló el sistema web utilizando tecnologías como PHP, JavaScript y bases de datos MySQL, con servidores Apache para garantizar un rendimiento óptimo. Se integró una interfaz amigable basada en principios de diseño responsivo, permitiendo su acceso desde distintos dispositivos.
- **Pruebas y verificación:** Se realizaron pruebas funcionales y de seguridad para validar el correcto funcionamiento de la tienda en línea, asegurando que los procesos de cotización, compra y gestión de productos operaran sin errores. Además, se llevaron a cabo pruebas de rendimiento para garantizar tiempos de respuesta óptimos.
- **Despliegue y mantenimiento:** Finalmente, se implementó el sistema en el entorno de producción, capacitando al personal de FitBody en el uso de la plataforma y estableciendo un plan de mantenimiento para futuras actualizaciones y mejoras.

4. Desarrollo

El desarrollo del sistema web para la empresa fabricante Fitbody-de equipos de gimnasio se realizó siguiendo las fases establecidas en la metodología en cascada, priorizando la funcionalidad, usabilidad, seguridad y escalabilidad. A continuación, se describe con detalle el proceso de cada componente y soluciones aplicadas.

4.1 Documentación y replicabilidad

Toda la implementación fue debidamente documentada a través de diagramas UML y manuales técnicos de instalación y configuración. Esta documentación facilita la comprensión del sistema por parte de otros desarrolladores, permitiendo su adaptación a distintos entornos empresariales o su ampliación con nuevas funcionalidades. El uso de UML resulta clave en el diseño estructurado de aplicaciones, ya que proporciona una representación clara y estandarizada de los componentes, procesos y relaciones del sistema. Esta herramienta mejora la colaboración entre equipos de desarrollo, promueve una visión compartida del proyecto y disminuye errores en etapas posteriores del ciclo de vida del software (Fowler, 2018).

4.2 Estructura de base de datos



Según diversos estudios de rendimiento, MariaDB presenta ventajas en escenarios con alta concurrencia gracias a su eficiencia en operaciones de lectura y escritura simultáneas, mientras que PostgreSQL ofrece un mejor desempeño en tareas intensivas de análisis y manejo de datos complejos (TechRadar, 2023). Esto refuerza la importancia de seleccionar el sistema gestor de base de datos en función del tipo de operación predominante en el sistema.

Dado el enfoque transaccional del proyecto, orientado a la venta y cotización de productos, se optó por el uso de MariaDB como motor de base de datos. Se diseñó una estructura relacional compuesta por múltiples tablas vinculadas, encargadas de gestionar entidades como clientes, productos, cotizaciones, usuarios y reportes. Para garantizar la coherencia y eficiencia del modelo, se aplicaron principios de normalización hasta la tercera forma normal, lo que permitió minimizar la duplicación de datos y asegurar su integridad a lo largo del sistema.

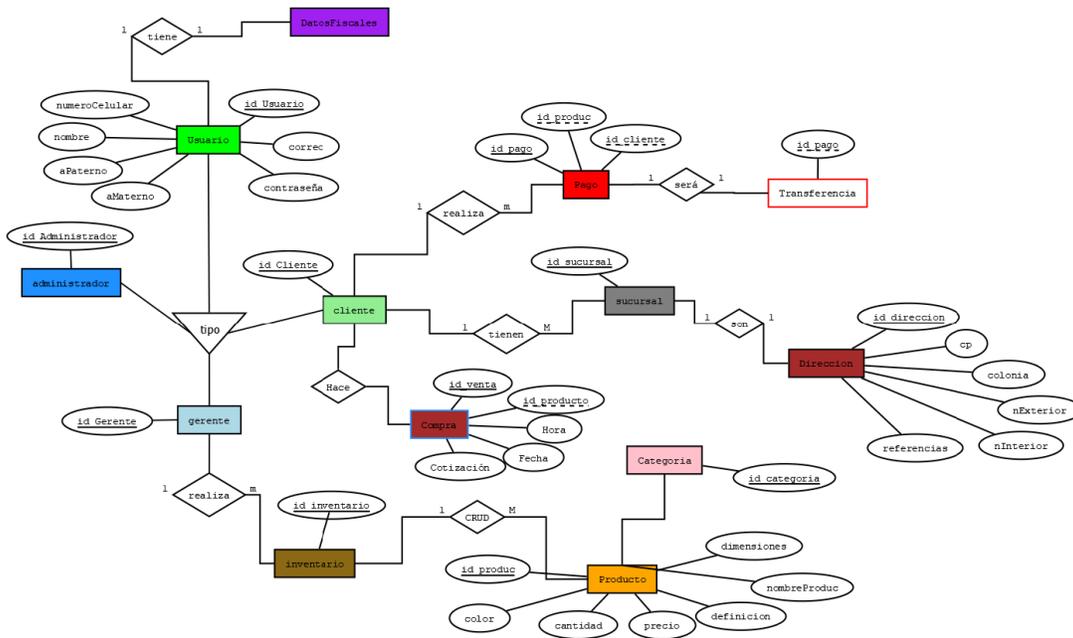


Figura 1. Diagrama Entidad-Relación

Fuente: Elaboración Propia.



4.3 Diseño de la arquitectura del sistema

El patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC) es ampliamente utilizado en el desarrollo de sistemas web debido a su capacidad para organizar el código de manera clara, promoviendo una separación efectiva entre la interfaz de usuario, la lógica de negocio y el manejo de datos (Gamma et al., 2018). Esta estructura modular facilita el mantenimiento del sistema, la incorporación de nuevas funcionalidades y la colaboración entre equipos de desarrollo.

En el caso del sistema desarrollado, se implementó la arquitectura MVC con el fin de lograr una distribución lógica del código y una gestión más ordenada de los componentes. La Vista se encargó de la presentación de la interfaz web al usuario, el Controlador gestionó las solicitudes y la interacción con el usuario, mientras que el Modelo se encargó del acceso y manipulación de los datos en la base de datos.

Asimismo, se desarrollaron servicios web basados en APIs RESTful, lo cual permitió estructurar la comunicación entre las capas del sistema de manera eficiente. Las interfaces REST se eligieron por su compatibilidad con el protocolo HTTP, su naturaleza sin estado (stateless) y su flexibilidad para integrarse con otras aplicaciones o servicios externos, lo que abre la puerta a futuras expansiones del sistema.

4.4 Desarrollo del sistema web

El sistema web fue desarrollado utilizando HTML5, CSS, CSS con Bootstrap para la interfaz gráfica, JavaScript para la interacción dinámica, y PHP para la lógica del servidor. Se implementaron funciones clave como:

- Registro y autenticación de usuarios con cifrado de contraseñas.
- Gestión de programas y eventos con formularios dinámicos y validaciones.
- Panel de administración con CRUD para productos, usuarios y clientes.
- Generación de reportes en PDF y exportación en Excel para seguimiento de casos.





Figura 2. Página de Inicio.
Fuente: Elaboración Propia.



Productos

Ver por: -Nombre- -Precio- -Color- -Categoria-

Nombre	Definición	Precio	Color	Dimensiones	Cantidad	Categoria	Acciones
Bicicleta Estática	Bicicleta estática con múltiples niveles de resistencia.	299.99	Blanco	100x50x120 cm	15	undefined	+ -
Elíptica	Máquina elíptica con pantalla LCD y seguimiento de ritmo cardíaco.	399.99	Gris	180x70x160 cm	8	undefined	+ -
Banco de Pecho	Banco ajustable para ejercicios de pecho y press de banca.	149.99	Rojo	130x60x45 cm	20	undefined	+ -
Barra de Press	Barra olímpica de 20 kg para ejercicios de pecho.	89.99	Plateado	220 cm	25	undefined	+ -
Máquina de Remo	Máquina de remo para entrenamiento de espalda y cardiovascular.	349.99	Blanco	200x50x100 cm	12	undefined	+ -
Barra de Dominadas	Barra de dominadas para montaje en pared.	49.99	Negro	100 cm	50	undefined	+ -
Estación de Espalda	Máquina multiusos para ejercicios de espalda y abdominales.	499.99	Gris	150x100x200 cm	5	undefined	+ -

Figura 3. Módulo para productos
Fuente: Elaboración Propia.

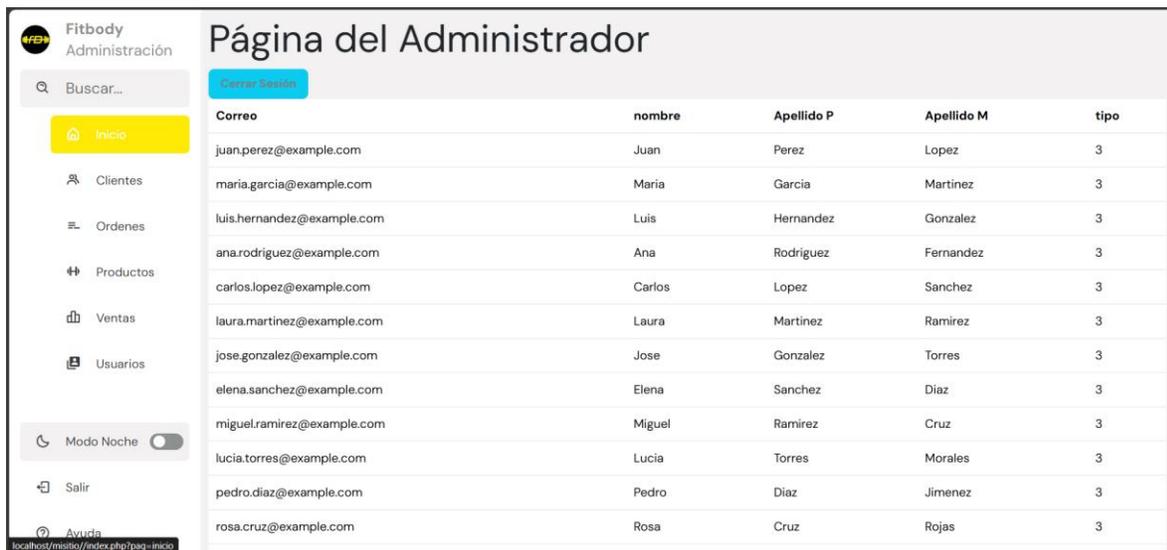
Usuarios

Ver por: -Nombre- -Apellidos-

Nombre	Correo	Teléfono	Edad	Sexo	Rol	Acciones
Juan Perez Lopez	juan.perez@example.com	5551234567	28	M	undefined	-
Maria Garcia Martinez	maria.garcia@example.com	5552345678	34	F	undefined	-
Luis Hernandez Gonzalez	luis.hernandez@example.com	5553456789	45	M	undefined	-
Ana Rodriguez Fernandez	ana.rodriguez@example.com	5554567890	23	F	undefined	-
Carlos Lopez Sanchez	carlos.lopez@example.com	5555678901	39	M	undefined	-
Laura Martinez Ramirez	laura.martinez@example.com	5556789012	31	F	undefined	-
Jose Gonzalez Torres	jose.gonzalez@example.com	5557890123	50	M	undefined	-
Elena Sanchez Diaz	elena.sanchez@example.com	5558901234	27	F	undefined	-

Figura 4. Módulo de Usuarios
Fuente: Elaboración Propia.





Correo	nombre	Apellido P	Apellido M	tipo
juan.perez@example.com	Juan	Perez	Lopez	3
maria.garcia@example.com	Maria	Garcia	Martinez	3
luis.hernandez@example.com	Luis	Hernandez	Gonzalez	3
ana.rodriguez@example.com	Ana	Rodriguez	Fernandez	3
carlos.lopez@example.com	Carlos	Lopez	Sanchez	3
laura.martinez@example.com	Laura	Martinez	Ramirez	3
jose.gonzalez@example.com	Jose	Gonzalez	Torres	3
elena.sanchez@example.com	Elena	Sanchez	Diaz	3
miguel.ramirez@example.com	Miguel	Ramirez	Cruz	3
lucia.torres@example.com	Lucia	Torres	Morales	3
pedro.diaz@example.com	Pedro	Diaz	Jimenez	3
rosa.cruz@example.com	Rosa	Cruz	Rojas	3

Figura 5. Módulo de Clientes.

Fuente: Elaboración Propia.

4.5 Seguridad y control de acceso

Para garantizar la seguridad del sistema se aplicaron medidas como:

- Autenticación mediante tokens JWT para sesiones seguras.
- Validación de entrada en el lado del cliente y del servidor.
- Políticas de acceso por rol (administrador, gestor, cliente).

4.6 Pruebas y resultados

Se realizaron distintas pruebas con el objetivo de validar tanto la funcionalidad como el rendimiento del sistema. Los resultados fueron documentados para respaldar el comportamiento observado en cada etapa:



100CIATEC

- Pruebas unitarias: Permitieron verificar el correcto funcionamiento de procesos esenciales como el registro de usuarios, el inicio de sesión y la consulta de usuarios, clientes y productos
- Pruebas de integración: Se evaluó la interacción entre el frontend, el backend y la base de datos, comprobando una comunicación efectiva entre los distintos componentes del sistema.
- Pruebas de carga: Se analizaron los tiempos de respuesta del sistema al ejecutar funciones críticas de manera simultánea, identificando el rendimiento bajo condiciones normales de uso.

Tabla 2. Resultados de pruebas de carga (usuarios simultáneos)

Escenario	Tiempo promedio de respuesta	Tasa de éxito
Consulta de eventos.	280 ms	99%
Inscripción a asesoría.	450 ms	96%
Generación de reportes.	820 ms	94%

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

La implementación del sistema evidenció que la aplicación de metodologías de desarrollo bien definidas, junto con el uso de tecnologías web actuales, permite construir soluciones robustas, eficientes y adaptables para empresas enfocadas en la venta de productos. La incorporación de mecanismos de seguridad como JSON Web Tokens (JWT) y la realización de pruebas de rendimiento ayudaron a validar la estabilidad y confiabilidad del sistema en condiciones similares a las del entorno productivo.

Debido a su diseño modular y adaptable, esta solución puede ser reutilizada o ampliada por otras organizaciones del sector que deseen mejorar sus procesos de gestión comercial en línea. Como línea de mejora futura, se plantea la inclusión de sistemas de análisis predictivo que, a partir del historial de cotizaciones y la interacción de los usuarios, puedan anticipar demandas, optimizar inventarios y fortalecer las decisiones estratégicas en ventas.



6. Referencias

- Blowfish password hashing (bcrypt). (n.d.). php.net Manual.
<https://www.php.net/manual/en/function.password-hash.php>
- Open Web Application Security Project (OWASP). (2021). Password Storage Cheat Sheet. OWASP Foundation.
https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Password_Storage_Cheat_Sheet.html



THE BLACK CAT COFFEE: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SERVICIO DE CAFETERÍAS

**Pérez-Mendoza, Katherine¹, Portuguez-Hernández, Samantha Nayeli², Pérez-González, Itzel³,
Sánchez-Juárez, Iván Rafael⁴, Paredes-Xochihua, Maria Petra⁵**

1. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240032@smartin.tecnm.mx

2. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240044@smartin.tecnm.mx

3. Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21240006@smartin.tecnm.mx

4. Docente investigador de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, ivan_r.sanchez@smartin.tecnm.mx

5. Docente investigador de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, petra.paredes@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo describe el desarrollo e implementación de un sistema web y aplicación móvil para la cafetería The Black Cat Coffee, con el objetivo de optimizar el proceso de pedidos y pagos, y mejorar la experiencia del cliente. El proyecto surge ante la necesidad de modernizar el menú impreso y los procesos manuales, los cuales generaban demoras en horas pico. Se aplicó la metodología espiral para el desarrollo, integrando tecnologías como realidad aumentada, JavaScript, MySQL y Bootstrap. La aplicación móvil permite visualizar el menú en 3D y realizar pedidos con pagos seguros, mientras que el sistema web gestiona ventas, inventario y reportes administrativos.

Palabras clave: Aplicación móvil, innovación tecnológica, pedidos digitales, realidad aumentada, sistema web.

Abstract: This article describes the development and implementation of a web system and mobile application for The Black Cat Coffee, aiming to optimize the ordering and payment processes and enhance customer experience. The project addresses the need to modernize the printed menu and manual procedures that caused delays during peak hours. The spiral methodology was used to iteratively build the platform, integrating technologies such as augmented reality, JavaScript, MySQL, and Bootstrap. The mobile app offers a 3D interactive menu and secure payment options, while the web system manages sales, inventory, and administrative reports.



Keywords: Mobile app, technological innovation, digital ordering, augmented reality, web system.

1. Introducción

Las cafeterías modernas enfrentan retos constantes en términos de eficiencia, experiencia del cliente y diferenciación frente a la competencia. En este contexto, The Black Cat Coffee, ubicada en San Martín Texmelucan, Puebla, identificó problemas recurrentes como demoras en la toma de pedidos, complicaciones en los pagos, y un menú impreso difícil de actualizar. Como señala Baldomero (2019), “las empresas del futuro nacerán de las metodologías innovadoras. Y, por supuesto, los restaurantes también”, destacando cómo la capacidad de adaptación tecnológica es hoy un factor determinante para la supervivencia y competitividad de los negocios gastronómicos.

Como señala la revista LaBarra (2024), la digitalización representa una transformación completa en la forma en que los establecimientos gastronómicos operan y se relacionan con sus clientes, permitiendo una experiencia más eficiente y personalizada. Esta transformación responde a las necesidades de un consumidor moderno y digitalizado, por lo que adoptar tecnologías en cafeterías se vuelve un paso natural y necesario.

Para abordar estas deficiencias, se desarrolló un sistema compuesto por una aplicación móvil con realidad aumentada y un sitio web. Esta solución tecnológica permite a los usuarios visualizar productos en 3D, consultar descripciones, realizar pedidos y efectuar pagos tanto en efectivo como digitalmente. Además, el sistema web brinda herramientas administrativas como control de inventario, generación de reportes de ventas y actualización de menú en tiempo real.

El desarrollo se llevó a cabo mediante la metodología espiral, que permite incorporar retroalimentación constante, gestionar riesgos y mejorar funcionalidades en cada iteración. Esta metodología resultó adecuada para poder adaptarse a las necesidades del cliente y asegurar una implementación efectiva.

Este proyecto está dirigido principalmente a usuarios jóvenes familiarizados con el uso de tecnologías móviles, quienes realizan actividades cotidianas desde dispositivos digitales. Según Bauer (2018), los estudiantes conciben la tecnología como una necesidad fundamental en sus prácticas académicas y sociales, lo que refuerza su afinidad con soluciones móviles como la propuesta.



2. Delimitación contextual

Este proyecto se adapta al contexto de mejora operativa de servicios gastronómicos locales mediante herramientas tecnológicas. El estudio se enfoca exclusivamente en The Black Cat Coffee, una cafetería independiente con flujo constante de clientes.

Las principales problemáticas identificadas fueron:

- Lentitud en la toma de pedidos y pagos
- Inflexibilidad del menú impreso
- Falta de herramientas para analizar el desempeño comercial

Las soluciones se orientaron a fortalecer el servicio mediante una experiencia digital innovadora, sin incluir aspectos logísticos como entrega a domicilio ni integraciones con plataformas externas. El sistema se diseñó considerando la compatibilidad multiplataforma y limitaciones propias del entorno, como conectividad y recursos financieros. La app está pensada para operar en equipos Android y iOS.

3. Metodología

Se utilizó la metodología espiral por su enfoque iterativo, ideal para proyectos con cambios continuos y necesidades dinámicas del cliente. Según Roche (2020), este modelo “es una combinación entre el modelo waterfall y uno por iteraciones, pasando por etapas como la conceptualización, el desarrollo, la mejora y el mantenimiento”.

Las fases principales fueron:

- Planificación: Recolección de requerimientos mediante entrevistas y encuestas a clientes y personal.
- Diseño: Creación de interfaces y arquitectura del sistema.
- Desarrollo: Implementación de módulos web y móviles utilizando JavaScript, MySQL, Bootstrap y programas de RA.
- Pruebas y Evaluación: Validación funcional, pruebas de usabilidad y ajustes en función de los resultados.



4. Desarrollo

Contar con una matriz de trazabilidad estandarizada aporta múltiples beneficios al proceso de desarrollo de software en primer lugar, facilita la garantía de la calidad e integridad de los requisitos. Según la trazabilidad de requisitos es fundamental asegurar que estos sean completos, coherentes y no redundantes una matriz bien estructurada permite a los desarrolladores mantener una visión clara de los requerimientos originales, alineando los cambios con los objetivos del proyecto de manera justificada y controlada Alexandre (2024).

La matriz de trazabilidad describe los requerimientos del sistema, como el inicio de sesión para administradores y gerentes, implementando pantalla de usuario y crear pantalla de registro (RF001) y el registro de usuarios (RF002), que incluye campos para datos personales y acceso al menú principal. Ambos cuentan con componentes de interfaz definidos, roles asignados y plazos, asegurando el seguimiento del proyecto como se visualiza en la figura 1.

RF001	Implementar pantalla de usuario, en el sistema web.	alta	Inicio de sesión para administrador y gerente	pendiente	27/05/2024	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los usuarios administrador y gerente pueden ingresar su email o contraseña en los campos correspondientes. 2. Si la contraseña es incorrecta, envía un correo de contraseña recuperada. 3. El enlace "recuperar contraseña" redirige correctamente a la página de enlaces de recuperación de contraseña. 4. Botón de crear cuenta para nuevos usuarios. 	alta	Pantalla de inicio de sesión - Campos: nombre/legajo de la Ldefensa - Campo de texto para email - Campo de texto para contraseña - Botón "Inicio de Sesión" - Botón "Crear cuenta" - Enlace "Recuperar contraseña"	Administrador o gerente	Katherine Pérez Martínez Piero González	1001
RF002	Crear pantalla de registro de usuarios para crear una nueva cuenta y acceder al menú principal.	alta	Registro de usuarios	pendiente	27/05/2024	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pantalla de registro debe permitir al usuario registrar su nombre, apellido, fecha de nacimiento, correo electrónico y contraseña. 2. Al crear la cuenta, el usuario debe poder acceder al menú principal. 	alta	Pantalla de inicio de sesión - Botón "Crear cuenta" - Campo de texto para nombre - Campo de texto para apellido paterno - Campo de texto para apellido materno - Campo de texto para fecha de nacimiento - Campo de texto para correo electrónico - Campo de texto para contraseña - Botón de crear cuenta.	Gerente sistema	Samantha Nuñez Portuguez Hernández	

Figura 1. Matriz de trazabilidad RF001 y RF002

Fuente: propia

La matriz de trazabilidad detalla los requerimientos funcionales del sistema, como el inicio de sesión mediante correo electrónico y contraseña (RF003) y la recuperación de contraseña a través de un enlace enviado al correo electrónico (RF004) se pueden observar en la figura 2, el requerimiento RF003 establece la necesidad de autenticar usuarios, el requerimiento RF004 garantiza que los usuarios puedan recuperar su contraseña ingresando su correo y estableciendo una nueva clave conforme a las políticas de seguridad.



RF003	La app debe permitir al usuario iniciar sesión con correo electrónico y contraseña.	Alta	Autenticación de usuarios	Pendiente	27/05/2024	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario puede ingresar su email y contraseña en los campos correspondientes. 2. Si el email y la contraseña son correctos, el sistema redirige al usuario a la pantalla de inicio. 3. Si la contraseña es incorrecta, muestra un alerta de "contraseña incorrecta". 4. El botón "Recuperar contraseña" redirige correctamente a la página de código de recuperación de contraseña. 5. El sistema debe bloquear el acceso después de 3 intentos fallidos consecutivos, mostrando un mensaje de "Cuenta bloqueada, inténtalo nuevamente en 5 minutos". 	Rol:	Pantalla de inicio de Sesión - Campos: nombre de la subienda - Campo de texto para email - Campo de texto para contraseña - Botón "Iniciar Sesión" - Botón "Crear Cuenta" - Botón "Recuperar contraseña"	Administrador Gerente Empleado Cliente	Katherine Pérez Mendosa
RF004	Recuperación de contraseña mediante email enviado al correo electrónico.	Medio	Recuperación de contraseña	Pendiente	27/05/2024	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario puede ingresar su correo electrónico en la pantalla de recuperación de contraseña. 2. El sistema envía un correo electrónico con un código de recuperación a la dirección proporcionada. 3. El código de recuperación permite al usuario restablecer su contraseña. 4. Si el código es válido, el usuario puede ingresar y confirmar su nueva contraseña. 5. El sistema debe verificar que la nueva contraseña cumple con las políticas de seguridad (por ejemplo, 1 letra mayúscula, longitud mínima de 8, inclusión de 	Rol:	Pantalla de Recuperación de Contraseña Campos para ingresar el correo electrónico Botón "Enviar código de recuperación" Pantalla de Código Enviado Campos para ingresar el código Botón "Confirmar código" Pantalla de Nueva Contraseña.	Administrador Gerente Empleado Cliente	Katherine Pérez Mendosa

Figura 2. Matriz de trazabilidad RF003 y RF004

Fuente: propia

El Modelo Entidad Relación es una herramienta conceptual ampliamente utilizada para diseñar bases de datos sin enfocarse en aspectos técnicos como la eficiencia o la estructura física de los datos. Su popularidad ha llevado a que muchos investigadores proponen extensiones que aumentan su capacidad de representación algunas de estas extensiones aportan valor significativo, mejorando la expresión semántica de las relaciones entre entidades, mientras que otras solo ofrecen características auxiliares es fundamental conocer estas extensiones para aprovechar al máximo el modelo además, se destaca su similitud con el modelado orientado a objetos, lo que refuerza su utilidad en el diseño moderno de bases de datos Saiedian (1997).

En la figura 3 se muestra la estructura la base de datos para gestionar clientes, pedidos y productos de manera organizada, define entidades como Cliente, Pedido, Detalle del Pedido, Productos, Categorías y Empleado, cada una con atributos específicos que permiten almacenar información detallada, las relaciones entre estas entidades establecen reglas clave, como que un cliente puede realizar múltiples pedidos, y un producto puede pertenecer a varias órdenes además, el uso de cardinalidades asegura una administración eficiente de los datos, permitiendo consultas y actualizaciones precisas.

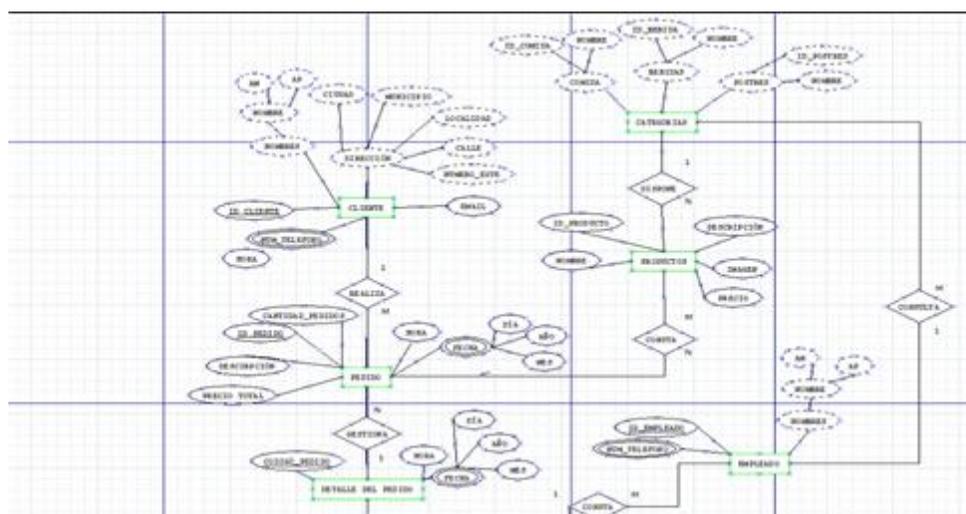


Figura 3. Modelo Entidad Relación

Fuente: propia

El diagrama de la figura 4 representa una base de datos relacional con varias tablas interconectadas que estructuran y organizan la información de un sistema en The black cat coffe, cada tabla tiene campos específicos que almacenan datos relacionados con distintos aspectos de la operación, como usuarios, productos, pedidos, ventas, inventario y categorías y las líneas de conexión entre las tablas indican las relaciones entre los datos, asegurando una gestión eficiente y coherente de la información. González (s.f.)



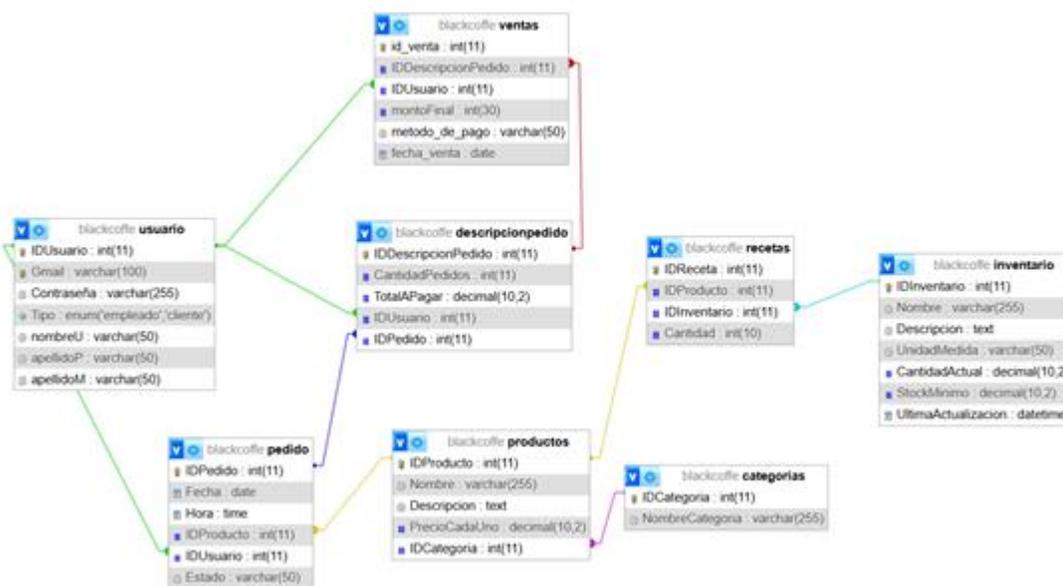


Figura 4. Diagrama de la base de datos

Fuente: propia

En la siguiente figura muestra cómo se ejecuta la interfaz de inicio de sesión en donde se muestra la responsabilidad de la interfaz al adaptar las figuras y letras al tamaño de las pantallas esto para que sea responsivo con los dispositivos móviles en donde muestra la información de los usuarios, como el sistema web con el manejo de los servicios con operaciones de un (CRUD) Eliminar, Modificar, Insertar y Buscar esto para poner a disposición de la información de sus clientes y personal, como se muestra en las siguientes figuras; se muestra la pantalla de baja fidelidad en donde muestra el registro que se va haciendo de los clientes que se registran. De igual manera se muestra la interfaz de recuperación de contraseña en la cual se envía el código de recuperación al correo electrónico, si es que es el correcto. Por último, se observa la cantidad de productos añadidos en el carrito de compras en donde al final se muestra la cantidad total de lo que se debe pagar.



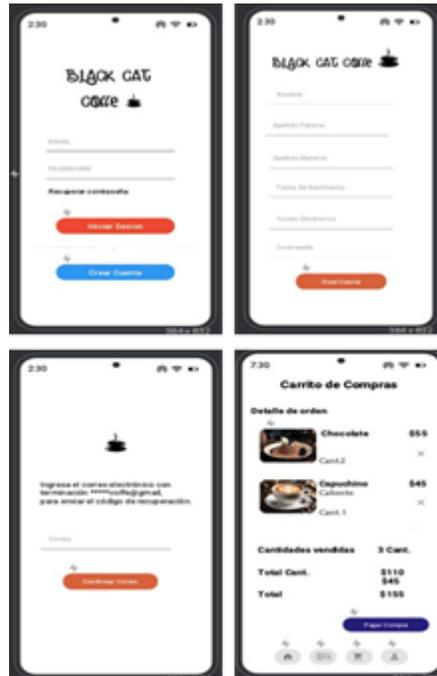


Figura 5. Pantallas de baja fidelidad del sistema

Fuente: propia

El sistema de autenticación, representado en la interfaz con el título **The Black Cat**, ofrece dos funciones principales para los usuarios **Iniciar Sesión**, que permite el acceso a usuarios registrados mediante la validación y **Crear Cuenta**, diseñada para el registro de nuevos usuarios en el sistema esta pantalla de inicio, tal como se muestra en la figura 6, garantiza una experiencia intuitiva para el usuario, ya sea para autenticarse o para registrarse por primera vez en la plataforma.

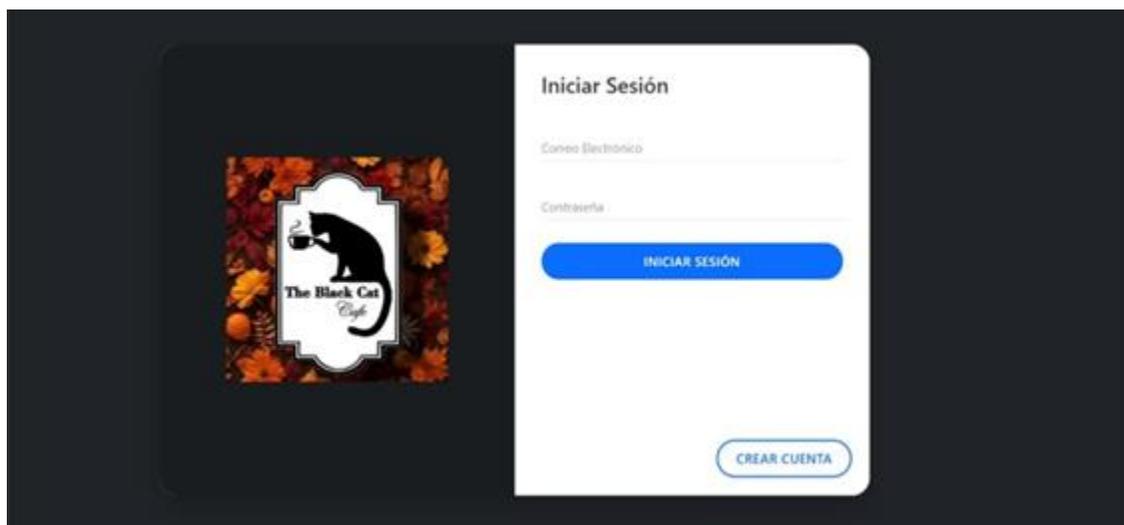


Figura 6. Autenticación

Fuente: propia

Crear cuenta

La interfaz de **Crear Cuenta** fue implementado a cabo los requerimientos del sistema, integrando campos obligatorios como **Nombre Completo**, **Apellido Paterno**, **Apellido Materno**, **Correo Electrónico** y **Contraseña**, junto con el botón **Registrarse** para el sistema incluye la opción **Iniciar sesión** para usuarios existentes, puede verse en la figura 7 la pantalla de alta fidelidad.

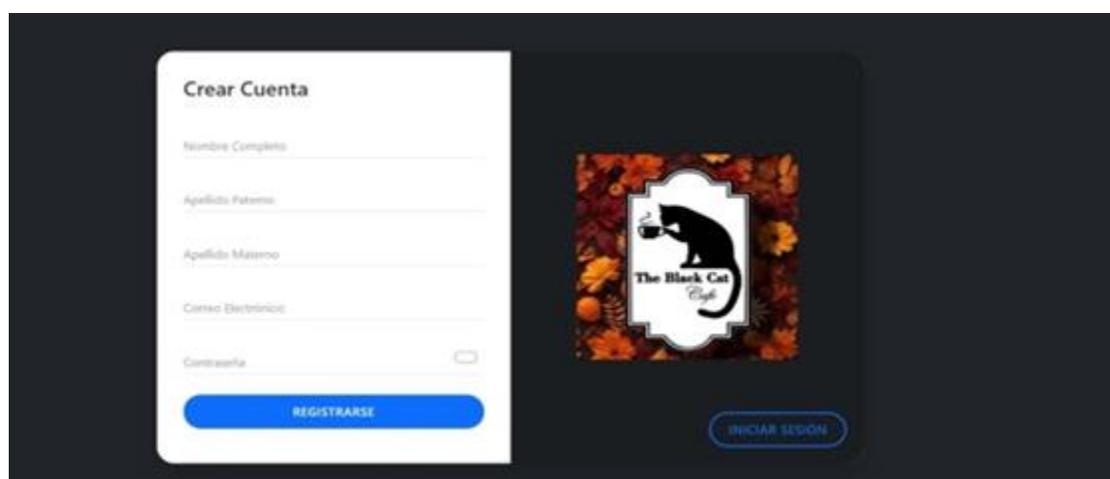


Figura 7. Crear cuenta

Fuente: propia

100CIATEC

El sistema presenta un menú de opciones según su estado de actividad: Usuarios, Documentación y Cerrar Sesión aparecen habilitadas mientras Productos e Inventario están pendientes de activación cada sección tiene una descripción clara como, Gestión de Usuarios permite administrar los usuarios del sistema, Productos se enfoca en la gestión de artículos y categorías, Inventario controla sus movimientos y Documentación proporciona acceso a manuales y guías.



Figura 8. Inicio del sistema

Fuente: propia

La interfaz de **gestionar usuarios**, permitiendo visualizar y administrar la información de los usuarios registrados en el sistema. Muestra datos clave como **ID, Nombre, Apellidos, Correo y Tipo de usuario** en una tabla estructurada, junto con acciones para editar o gestionar permisos.





Figura 9. Módulo de interfaz de usuario

Fuente: propia

La figura 10 muestra una interfaz de **gestionar productos**, permitiendo visualizar y organizar los artículos por categorías como Postres, Comidas y Bebidas, muestra información detallada de cada producto, incluyendo **ID, descripción y precio**, el sistema ofrece manejar grandes volúmenes de productos, su objetivo es facilitar la administración y búsqueda de artículos de manera eficiente.



Figura 10. Módulo de gestión de productos.

Fuente: propia.

100CIATEC

La interfaz de **gestionar el inventario**, Esto permite monitorear los niveles de stock de los productos. La información se presenta en una tabla estructurada con campos como **ID, Nombre del Producto, Descripción, Unidad de Medida, Stock Actual, Stock Mínimo, Estado, Último Movimiento y Acciones** cada registro indica el estado del stock, como stock Bueno o stock medio y la fecha del último movimiento facilitando la identificación de productos que requieren reposición (ver figura 11).

ID	PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	STOCK ACTUAL	STOCK MÍNIMO	ESTADO	ÚLTIMO MOVIMIENTO	ACCIONES
6	Vainilla	Extracto de vainilla	litros	10.00	3.00	STOCK BUENO	2025-03-12 11:00:57	[Iconos]
5	Canela	Canela en polvo	kg	2.00	1.00	STOCK BUENO	2025-01-22 18:08:12	[Iconos]
4	Chocolate en polvo	Chocolate para bebidas	kg	8.00	3.00	STOCK BUENO	2025-01-22 18:08:12	[Iconos]
3	Leche	Leche entera	litros	30.00	20.00	STOCK MEDIO	2025-01-22 18:08:12	[Iconos]
2	Azúcar	Azúcar refinada	kg	25.00	10.00	STOCK BUENO	2025-01-22 18:08:12	[Iconos]
1	Café en grano	Café en grano premium	kg	15.00	5.00	STOCK BUENO	2025-01-22 18:08:12	[Iconos]

Figura 11. Módulo de gestión de inventario.

Fuente: propia.

Se puede ver en la figura 12 la interfaz de **generar reportes** del sistema, ofreciendo dos opciones clave: **Reporte de Usuarios** que muestra la lista completa de usuarios registrados y **Reporte de Inventario** que detalla todos los productos en stock, cada sección incluye un botón **Generar PDF** para exportar la información en formato documentado, facilitando la creación de registros físicos o digitales para auditorías, análisis o respaldo.





Figura 12. Generación de reportes.

Fuente: propia.

Se muestra la figura 13 la parte de blender en donde se visualiza la parte de una dona que es parte de lo que pide el cliente.

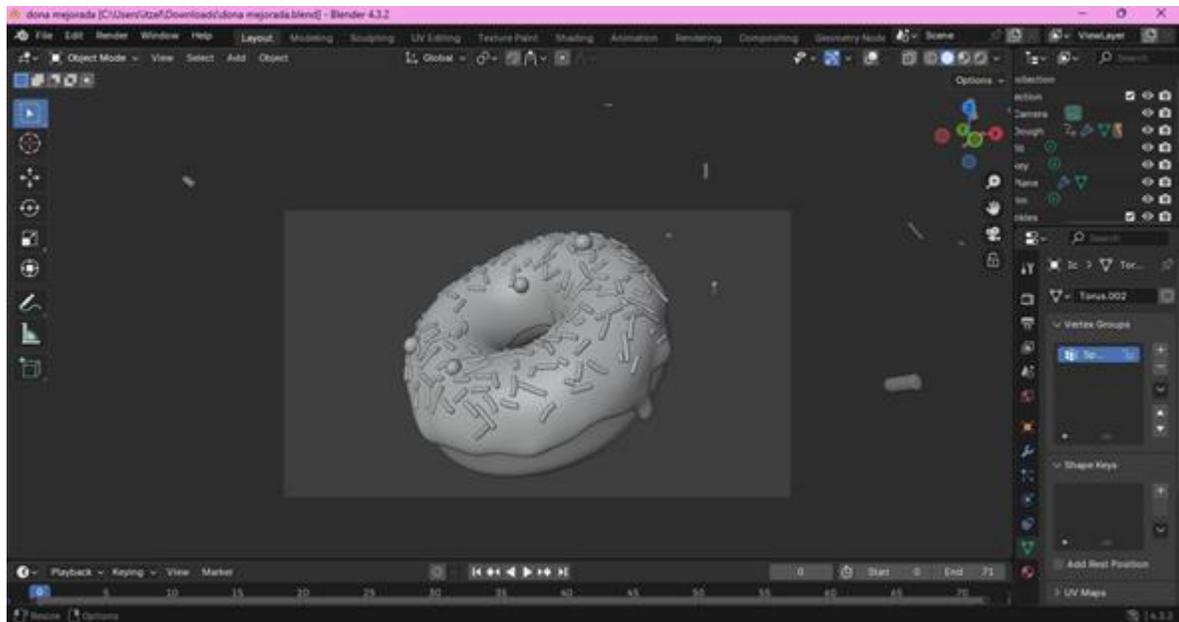


Figura 13. Diseño en blender.

Fuente: propia.



5. Conclusiones

En conclusión, se demuestra que tanto el sistema web y la aplicación móvil son herramientas fundamentales para optimizar los tiempos de preparación y así mejorando la experiencia de los usuarios como los encargados de esta cafetería ya que gestionan la información integral de sus clientes, el sistema de The Black Cat Coffee cumple con estos objetivos permitiendo a los encargados que crean cada producto, personaliza y controla cada ingrediente que se le agrega, según las condiciones de cada usuario tales como si alguien no consume algún ingrediente que se le coloca, facilita la toma de decisiones tanto del personal como el de usuarios, dando una atención precisa y segura.

Las dos opciones de pagos de The Black Cat Coffee, integra los pagos de tarjeta de crédito/débito, y la otra opción de efectivo, garantizando los pagos, ofreciendo agilidad, eficiencia o seguridad.

6. Referencias

- Alexandre, K. V. E., Patricia, M. M., Antonio, V. C. J., & Antonio, M. V. L. (2024, 1 marzo). Matriz de trazabilidad en el levantamiento de requisitos: una revisión sistemática de la literatura. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/21207>
- Baldomero. (2019, enero 21). Metodologías innovadoras: creando el restaurante del futuro. Barra de Ideas. <https://barradeideas.com/metodologias-innovadoras-restaurante-del-futuro/>
- González Romano, J. M. (s.f). Desarrollo de sitios web con PHP y MySQL. In Tema 4: Acceso a bases de datos MySQL en PHP. <https://gravepa.com/grainino/biblioteca/aprende/cursos/Curso%20php%20y%20MySQL/tema4.pdf>
- La Barra Pro. (2025, mayo 1). Beneficios de digitalizar los restaurantes. La Barra Pro. <https://www.revistalabarra.com/es/noticias/ventajas-de-digitalizar-los-restaurantes>
- Roche, J. (2020, abril 8). ¿Qué es el desarrollo en espiral? Deloitte. <https://www.deloitte.com/es/es/services/consulting/blogs/todo-tecnologia/que-es-el-desarrollo-en-espiral.html>
- Saiedian, H. (1997). Una evaluación del modelo entidad relación extendido. Information and Software Technology, 39, 449–462. <https://users.dcc.uchile.cl/~cguerr/cursos/BD/extendido.pdf>

