

Volumen 07 - Número 2 - 2025 ISSN: 2810-8124 (en línea)



5G

6G

5G al Amanecer de la 6G

Generado con Copilot

DOI: <https://doi.org/10.57166.riqchary.v7.n1.2025>



UNIVERSIDAD NACIONAL
MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC



ISSN/2810-8124



Comité Editorial

- **Editor General:** Dr. Ecler Mamani Vilca
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú

Equipo Técnico:

- Dr. José Luis Merma Aroni
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú
- M.Sc. Mario Aquino Cruz
Universidad Tecnológica de los Andes Perú
- Dr. Manuel J. Ibarra Cabrera
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Dr. Yalmar Ponce Atencio
Micaela Nacional de Juliaca, Perú
- Dr. Leonel Coyla Idme
Universidad Nacional del Altiplano, Perú
- Dr. José Luis Herrera Salazar
Universidad Norbert Wiener, Perú
- Mag. Olga Jaramillo
Santa Fe Community College, Estados Unidos
- Dr. Edwar Ilasaca Cahuata
Universidad Nacional del Altiplano, Perú
- Mag. Yonatan Mamani Coaquira
Universidad Micaela Bastidas Nacional de Apurímac, Perú

Equipo Editorial:

- Mag. Marleny Peralta Ascue
Universidad Privada de Tacna, Perú
- Mag. Rafael Quispe Merma
Universidad Nacional San Antonio de Cusco, Perú
- Ing. Ebert Gómez Aiquipa
Universidad Nacional San Antonio de Cusco, Perú
- MBA. Evelyn Naida Luque Ochoa
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Kevin Arnold Arias Figueroa
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Alejandrina Huaylla Quispe
Universidad Tecnológica de los Andes Perú
- Mag. Betsabe M. Ccolque Ruiz
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú
- Mag. Miguel Alfaro
Micaela Bastidas Universidad Nacional de Apurímac, Perú

Periodicidad: Semestral

Vol. 7 Núm. 1 año (2025)

Áreas temáticas: Ciencias exactas, ingenierías y de materiales

Editorial: UNAMBA – Perú

Vice Rectorado de Investigación

<https://doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025>

ISSN: 2706-543X- ISSN: 2810-8124 (e)

Editorial

El avance de la tecnología de 5G hacia 6G marca un nuevo capítulo en la evolución de la conectividad digital. Este cambio no solo representa una mejora en la velocidad de internet, sino también una transformación en la forma en que interactuamos con la información y los dispositivos. La promesa de una menor latencia y la capacidad de conectar múltiples dispositivos de manera simultánea abre nuevas oportunidades para el desarrollo de soluciones innovadoras en diversos ámbitos.

En este contexto, más allá de los aspectos técnicos, la transición hacia 6G invita a reflexionar sobre el impacto que tendrá en la sociedad, la educación y la investigación. Se trata de un avance que no solo optimiza la comunicación, sino que también impulsa la creación de entornos más interconectados, eficientes y orientados al futuro.

Director: Dr. Ecler Mamani Vilca





C & T Riqchary

Revista de investigación - UNAMBA

Autores

- José Castro Soto
 - Nairobis López Martínez
 - Percy Quispe Ñaca
 - Renzo Apaza Cutipa
 - Henry Shuta Lloclla
 - Mario Milton Quisocala Lipa
 - Enoc Edison Jilaja Carita
 - Joselyn Huamán Ampuero
 - Maleny Peralta Ascue
 - Julio Cesar Lloclli Champi
 - Carlos Mendoza Contreras
 - William Hurtado Casaverde
 - Yaneth R. Valderrama Mamani
 - Waldimir A. Carlosviza Amanqui
 - Fred Torres Cruz
 - Francisco Cari Incahuanaco
 - Alejandrina Huaylla Quispe
 - Rafael R. Quispe Merma
 - Maritza Condori Quispe
- Aliana Gamboa Ortega
 - Netzi Pacheco Cañas
 - Snyder Cadagan Rodriguez
 - naldo Solís Pinto
 - Frank Marina Torres
 - José Castro Soto
 - Juan Carlos Valverde Ramirez
 - Lenner Zavaleta Carranza
 - Christian Verástegui Castillo
 - Alberto Mendoza De Los Santos
 - Luis Javier Mamani Aquisé
- © Dr. Ecler Mamani Vilca / Director del Comité Editorial

Av. Garcilaso C.U Tamburco, Abancay Telef, +51983747138

Apurímac – Perú eclervirtual@unamba.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220 ISSN: 2709-8990

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Tiraje: 500 ejemplares

Volumen 7 Número 1 – 2025

Se terminó de imprimir en El Misti EIRL

RUC 20450599108 - Cel: 950-509953, imprentamisti@hotmail.com

01 <i>Pág.</i>	Evaluación de la calidad de vinagres de alcohol de uso domestico
09 <i>Pág.</i>	Transformación y Gobierno Digital en la Transparencia de la Universidad Nacional del Altiplano
15 <i>Pág.</i>	Modelo de reconocimiento de plaga de trips en los cultivos del aguacate mediante las Redes Neuronales Convolucionales
22 <i>Pág.</i>	Enfoque Metodológico para las Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres en Instituciones educativas: Caso UNAMBA
29 <i>Pág.</i>	Plataforma web para la evaluación objetiva de la calidad sensorial del chocolate con machine learning
35 <i>Pág.</i>	Tutor virtual con ChatGPT para el autoaprendizaje de estudiantes con matricula condicionada en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA
42 <i>Pág.</i>	Evaluación de la calidad del cloro doméstico elaborado en locales comerciales de productos de limpieza
53 <i>Pág.</i>	Detección de enfermedades mediante las hojas del maíz utilizando DEEP Learning para los agricultores del distrito de Curahuasi Abancay-2024
60 <i>Pág.</i>	Beneficios y desafíos de la integración de infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI: una revisión sistemática
69 <i>Pág.</i>	Inteligencia Artificial y Desempeño Docente en una Institución Educativa del sur del Perú

Evaluación de la calidad de vinagres de alcohol de uso doméstico

Evaluation of the quality of alcohol vinegars for domestic

José Castro Soto ^A y Nairobis López Martínez ^B

Resumen— El vinagre es un saborizante y preservante natural cuyo uso en la industria de alimentos es amplio. En la investigación se planteó el objetivo de evaluar parcialmente la calidad en diversas marcas de vinagre de alcohol domestico mediante análisis físico y químico. Se realizó un muestreo aleatorio simple representado por diez (10) marcas comercializadas en Ciudad Bolívar. Los resultados muestran que todas las marcas cumplen con valores por debajo de pH = 3. En cuanto a la acidez total, M₅ presenta una acidez total de 5,0% con una desviación estándar de <0,01%. Por otro lado; M₃, M₄, M₉ y M₁₀ presentaron valores ligeramente por encima del 5% establecido por la norma, mientras que M₁, M₆, M₇ y M₈ valores ligeramente por debajo de 5%. Finalmente, M₂ presentó la menor concentración 3,5% con una desviación estándar de 0,02%. En cuanto a las densidades todas las marcas cumplen con la norma, sin embargo M₂ con una densidad de 1,0036 g·mL⁻¹ con una desviación estándar de 0,0003 g·mL⁻¹, se encuentra por debajo del rango establecido. En conclusión, se encontró que M₅ es el producto con mejor calidad de todos los evaluados, por otra parte M₂ mostró algunas faltas en la acidez total y su densidad.

Palabras clave: acidez, calidad, densidad, pH, vinagre.

Abstract— Vinegar is a natural flavoring and preservative whose use in the food industry is wide. In the research, the objective was set to partially evaluate the quality in various brands of domestic alcohol vinegar through physical and chemical analysis. A simple random sampling was carried out, represented by ten (10) brands marketed in Ciudad Bolívar. The results show that all brands comply with values below pH = 3. Regarding total acidity, M₅ presents a total acidity of 5.0% with a standard deviation of <0.01%. On the other hand; M₃, M₄, M₉ and M₁₀ presented values slightly above the 5% established by the standard, while M₁, M₆, M₇ and M₈ values slightly below 5%. Finally, M₂ presented the lowest concentration 3.5% with a standard deviation of 0.02%. Regarding densities, all brands comply with the standard, however M₂ with a density of 1.0036 g·mL⁻¹ with a standard deviation of 0.0003 g·mL⁻¹, is below the established range. In conclusion, it was found that M₅ is the product with the best quality of all those evaluated, on the other hand M₂ showed some faults in total acidity and density.

Keywords: acidity, quality, density, pH, vinegar.

1 INTRODUCCIÓN

Desde las civilizaciones antiguas, el vinagre alcanzó una gran importancia económica pero también sociocultural. Actualmente, la tendencia es el uso de vinagres de calidad en aplicaciones gastronómicas [1]. El vinagre ha formado parte de la alimentación humana desde tiempos remotos, siendo empleado como condimento y como conservante, además de ingrediente en remedios simples para hombres y animales. El vinagre es un producto cuyo valor y apreciación por parte de los consumidores está aumentando los últimos tiempos [2].

La palabra vinagre procede etimológicamente del latín “vinum acre”, de la que deriva la locución francesa “vin aigre” equivalente al vino agrio, pero en esta acepción su procedencia no queda relegada al vino, sino que cualquier sustrato amiláceo es susceptible de ser utilizado [2]. El vinagre según el diccionario de la lengua española lo define como un líquido agrio y astringente, producido por la fermentación ácida del vino y compuesto principalmente de ácido acético y agua,

que se usa especialmente como condimento [3]. Por su parte, la norma venezolana COVENIN 47 (1990), lo define como el producto natural que se obtiene a partir de líquidos que contiene azúcares, mediante dos (2) reacciones bioquímicas sucesivas: a) fermentación alcohólica y b) fermentación acética [4].

La primera reacción consiste en la fermentación alcohólica, sus carbohidratos se convierten en etanol (C₂H₅OH) y dióxido de carbono (CO₂) (ver Ecuación 1) por las enzimas presentes en la levadura [5]. Las levaduras que se encuentran en los alimentos pueden ser beneficiosas o perjudiciales. Las fermentaciones producidas por levaduras intervienen en la elaboración de alimentos como el pan, la cerveza, los distintos tipos de vino, el vinagre y los quesos de maduración externa, cultivándose también para obtener enzimas y alimentos [6].

Esta definición indica que el alcohol contenido en la materia prima debe ser producido mediante fermentación alcohólica, por lo cual no se permite la práctica de añadir alcohol de origen sintético. El contenido máximo de etanol es del orden de 15%, debido a que concentraciones mayores inactivan las



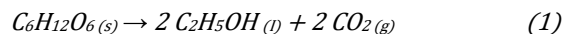
Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología
ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 2/03/25 - Indexaciones
Número: doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025
Páginas: 1- 8 | Recibido 04/02/2025 ; Aceptado 20/02/2025
doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.128

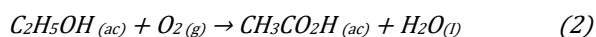
Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-5786-4743>
José Castro-Soto, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. jlcas-tros78@gmail.com
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-0136-0482>
Nairobis López Martínez, está en el Centro de Estudios en Sistemas de Calidad y Ambiente, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. nairobislopezm@gmail.com

enzimas, deteniendo la fermentación [1].



En cuanto a la segunda y última fase del proceso, se tiene a la reacción de fermentación acética, es aquí donde comienza a formarse ácido acético (CH_3COOH) en un medio aerobio y ácido; en presencia de bacterias *Acetobacter aceti*. Es líquido de olor picante, incoloro, soluble en agua, alcohol y éter. Es constituyente del vinagre [7]. Según [8], el sustrato se oxida parcialmente por medio de bacterias para producir ácido acético (ver Ecuación 2). Para que sea vinagre legal, debe contener como mínimo 4 g de ácido acético (CH_3COOH) por 100 mL [6].



Originalmente, el vinagre, se elaboraba a partir de la producción de vinos que, debido a fallas en el resultado del producto final, no podían venderse como tales. Ya desde su origen, nace como una opción para aprovechar los residuos de la producción de vinos. De esta manera, es posible pensar en elaborar vinagres a partir de otras fuentes distintas al vino, vehiculizando residuos de otras producciones, tal como es el caso de las mermas de cerveza o las pulpas y cáscaras de diversidad de frutas, maximizando el uso de los recursos disponibles [9].

En este sentido, cualquier sustrato azucarado o amiláceo puede ser utilizado en la elaboración de vinagres. Así mismo, los métodos de elaboración serán diferentes. Por tanto, los vinagres se pueden clasificar en función del tipo de sustrato empleado o del método usado en su elaboración [2]. En Venezuela, esta variedad está dada por seis (6) tipos de vinagres, en la Tabla 1 se muestran la clasificación del vinagre según su origen.

TABLA 1

Clasificación de acuerdo a su origen según COVENIN 47-90.

Origen	Definición
De vino o de uvas	Obtenido de la fermentación alcohólica del jugo de uvas seguido de la acetificación por fermentación acética y con no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
De alcohol	Obtenido por la fermentación acética del alcohol etílico destilado y diluido y con no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
De glucosa	Obtenido por la fermentación de la glucosa y con no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto al 20 °C.
De Malta	Obtenido de la fermentación alcohólica de la cebada malteada con y sin edición de cereales cuyo almidón se ha transformado en azúcar únicamente mediante el diastema de la cebada malteada

seguida de la acetificación del alcohol y con uno menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.

De frutas o de vino de frutas	Obtenido de la fermentación alcohólica del jugo de frutas seguido de la certificación por acetificación acética y con uno menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
Aromatizado	Obtenido a partir de los vinagres anteriores condimentado con hierbas aromáticas frutas o vegetales podrán utilizarse también extractos aromáticos que no ocasionen turbiedad y que hayan sido previamente aprobados por la autoridad competente.

La norma venezolana COVENIN 47-90 también lo clasifica según el contenido de ácido acético (CH_3CO_2H) presente, ver TABLA 2.

TABLA 2

Clasificación de acuerdo a su concentración de ácido acético según COVENIN 47-90.

Tipo	Definición
Industrial	Es el producto que contiene no menos de 10 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
Doméstico	Es el producto que contiene no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.

Debido a la diversidad de los vinagres presentes en el mercado y a la demanda creciente, se está considerando necesaria la investigación de métodos analíticos fiables para establecer criterios para la determinación de la calidad y el origen [2]. En este sentido, se precisa de análisis de sus propiedades físicas y químicas para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad recogidas en las normativas nacionales [10]. Dentro de los parámetros de calidad que se determinan en este producto, se evaluaron, el pH, la acidez total y la densidad, ver TABLA 3.

TABLA 3

Requisitos físicos y químicos en el vinagre de alcohol doméstico extraído de COVENIN 47-90 [4], Silva [11].

Características	Mínimo	Máximo
pH	---	3
Acidez total (%)	5	---
Densidad a 20 °C	1,005	1,013

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno (H^+) presentes en una solución o sustancia que indica su grado de acidez o basicidad. La escala de pH es de 1 a 14 y está determinada por la disociación del agua. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra [12]. Según la normativa venezolana, el vinagre se clasifica como líquidos sin gas y homogéneas (sin sedimentos, partículas, ni

fases líquidas inmiscibles).

Para la evaluación de la acidez total se realizó mediante un análisis volumétrico. En el análisis químico es común realizar mediciones [13]. Sin embargo, toda experiencia que implique mediciones se cometen errores, los cuales pueden determinarse por medios matemáticos. Es por esto, que se hace necesario calibrar o verificar los instrumentos para comprobar su exactitud antes de usarlo [14].

El calibrado es el proceso de medir la cantidad real de masa, volumen, fuerza, corriente eléctrica, etc. que corresponde a la cantidad indicada en la escala del instrumento. Para una mayor exactitud, el material de vidrio volumétrico debe ser calibrado para conocer el volumen que realmente contiene o que puede trasvasar un recipiente concreto. Esto se hace midiendo la masa de agua contenida o trasvasada por el recipiente, y usando la densidad del agua para convertir la masa en volumen [15]. El error por flotación, ocurre cuando la densidad del objeto que se pesa es muy diferente a la de las pesas patrón con las que se comparan. El origen de este error es la diferencia de la fuerza de flotación ejercida por el medio (aire) sobre el objeto y las pesas patrón [14]. Una vez corregido el error de flotación, se prepara una gráfica de corrección de volumen contra volumen nominal [16] y se determina su factor de correlación.

Para la evaluación de la acidez en vinagre se realizó mediante análisis volumétrico ácido-base, donde se hace reaccionar todo el ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) contenido en un volumen definido de una muestra de vinagre, con una disolución estandarizada (titulante) de hidróxido de sodio (NaOH) [17], según la siguiente ecuación química:



El NaOH tiene como característica ser una sustancia higroscópica por lo que fue estandarizada empleando una masa conocida de estándar primario hidrogenofalato de potasio (KHP / $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ / $\text{MM} = 204,22 \text{ g/mol}$) [17]. Según la siguiente ecuación química:



La densidad es una propiedad básica de cualquier líquido y se define como la relación entre la masa y el volumen de un objeto; es decir, masa de la unidad de volumen de una sustancia [7]. Las unidades de la densidad en el Sistema Internacional (SI) son kg/m^3 . Sin embargo, es común expresarla en unidades de kg/L , y de manera alternativa como g/mL o g/cm^3 para líquidos y g/L para gases [14].

Las sustancias puras pueden llegar a ser identificadas usando

la densidad [17]. La densidad, es una propiedad general de todas las sustancias y su valor es específico para cada sustancia, lo cual permite identificarla o diferenciarla de otras [7]. La medición de la densidad resulta fundamental para asegurar la calidad tanto de materias primas como de productos acabados en diferentes sectores [18]. Si se ha adulterado una sustancia con una alternativa más barata, la densidad medida del material compuesto será diferente de la de la sustancia pura [19].

Finalmente, se expuso como objetivo principal de esta investigación el de evaluar algunos parámetro de calidad en vinagres de alcohol doméstico, y de este modo determinar si cumplen con el requisito de calidad establecido en la normativa nacional.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Para la investigación se realizó bajo un muestreo aleatorio simple. Se recolectaron al azar diez (10) marcas de vinagre de alcohol doméstico (ver Tabla 4) comercializados en Ciudad Bolívar (Bolívar, Venezuela), no se consideró la presentación del producto en cuanto a volumen y tipo de envase. Las muestras se adquirieron en diversos locales comerciales populares de la ciudad: a) Súper Único Panda C.A., b) Supermercado Latino, c) Supermarket El Económico y d) Mi Bodega Express, *Market Place*. Seguidamente, fueron trasladadas al laboratorio y se conservaron en un lugar seco a temperatura ambiente hasta su posterior análisis. Los nombres comerciales de los productos (marcas) fueron sustituidos por un código conformado por una letra en mayúscula y un número.

TABLA 4

Datos de las muestras de vinagres de alcohol colectadas.

Muestra	Lugar de colecta	Tipo	Color
M ₁	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₂	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₃	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₄	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₅	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₆	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₇	Supermercado	De alcohol	Caramelo
M ₈	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₉	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M ₁₀	Supermercado	De alcohol	Incoloro

La muestra M₇ en su etiqueta expresaba ser vinagre de manzana, realmente siendo vinagre de alcohol.

2.2 DETERMINACIÓN DEL PH

2.2.1 CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Se tomaron dos (2) vasos de precipitado de 100 mL, y se rotularon con la denominación de cada disolución tampón, y se añadió 70 mL de cada disolución, respectivamente. Se introdujo el electrodo en la disolución tampón de pH 4,00 se dejó estabilizar y se estableció el pH en el equipo potenciómetro (CRISON, BASIC 20), seguidamente se enjuagó el electrodo con abundante agua destilada. Inmediatamente, se introdujo el electrodo en la disolución tampón de pH 7,02 se dejó estabilizar y se estableció el pH en el equipo, seguidamente se enjuagó el electrodo con abundante agua destilada.

2.2.2 LECTURA DE LA MUESTRA

Las muestras se dejaron aclimatar a temperatura ambiente. Se agitaron suavemente evitando generar burbujas. Se tomaron tres (3) vasos de precipitado de 100 mL y se rotularon adecuadamente, a cada vaso se añadió 70 mL de muestra. Se introdujo el electrodo y se dejó estabilizar el instrumento, y se registró la lectura del instrumento. Este procedimiento se realizó por triplicado, enjuagando el electrodo para evitar contaminación entre muestras.

2.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL

2.3.1 CALIBRACIÓN DE UNA BURETA MEDIANTE EL MÉTODO DE CORRECCIÓN POR FLOTACIÓN SEGÚN [14], [15]

En un vaso de precipitado de 500 mL, se añadió 400 mL de agua destilada y se dejó equilibrar a temperatura ambiente, se registró la temperatura para encontrar la densidad del agua y se enrasó a 0,0 mL la bureta de vidrio de $50 \pm 0,1$ mL (Witeg, Germany Aiffini DIN B), evitando la formación de burbujas de aire. Se dejó reposar la bureta en su soporte durante unos cinco (5) minutos para comprobar que no haya escurrimientos.

Por otro lado, en una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) se determinó la masa de un matraz Erlenmeyer de 125 mL con su tapón, se manipuló el matraz con una tira de papel evitando manipular el conjunto con los dedos después de este pesaje para evitar que varíe su masa por la grasa que puedan dejar los dedos. Se colocó el matraz debajo de la bureta y con mucho cuidado se retiró el tapón, y se dejó fluir el líquido desde la bureta hacia el matraz, hasta alcanzar el primer intervalo del volumen nominal de agua destilada, evitando salpicar y/o humedecer el cuello del matraz y el tapón, es importante que permanezcan secos, en caso de quedar una gota adherida. Se tapó rápidamente el matraz y se registró el

volumen vertido. Seguidamente se determinó la masa del conjunto (matraz + H₂O + tapón).

Se retiró el conjunto de la balanza y se llevó a la bureta retirando el tapón justo antes de añadir desde la bureta de 10 a 20 mL, y medir la masa vertida. Repetir el procedimiento para 30, 40 y 50 mL. En el procedimiento se realizaron adiciones sucesivas en el mismo matraz. Una vez terminada la recolección de datos, se calculó la masa del agua vertida (W_2) mediante la diferencia entre esta masa (m_2) y la masa del matraz vacío (m_1). Según la siguiente ecuación:

$$W_2 = m_2 - m_1 \quad (5)$$

Dónde: W_2 : Masa del agua vertida.

m_2 : Masa del conjunto Matraz+Agua+Tapón.

m_1 : Masa del conjunto Matraz+Tapón.

Seguidamente, se realizó la corrección por flotación de la masa (masa corregida del objeto), es decir, el peso en el vacío en gramos (W_1). Según la siguiente ecuación:

$$W_1 = W_2 + W_2 \left(\frac{d_{aire}}{d_{obj}} - \frac{d_{aire}}{d_{Masas}} \right) \quad (6)$$

Dónde: W_1 : Masa corregida del objeto.

W_i : Masa del agua vertida.

d_{aire} : Densidad del aire desplazado por las masas y el objeto ($0,0012 \text{ g/cm}^3$).

d_{obj} : Densidad del objeto (agua destilada a la temperatura del experimento).

d_{Masas} : Densidad de la masa de referencia ($8,0 \text{ g/cm}^3$).

Una vez obtenida la masa del agua vertida (W_2) y el peso en el vacío en gramos (W_1), se calculó el volumen real (V_{real}) vertido por la bureta. Según la siguiente ecuación:

$$V_{real} = \frac{W_1}{d_{H_2O}} \quad (7)$$

Dónde: V_{real} : Volumen real vertido.

W_1 : Masa corregida del objeto (en gramos).

d_{H_2O} : Densidad del agua destilada a la temperatura del experimento.

Seguidamente, se calculó el factor de corrección (FC). Según la siguiente ecuación:

$$FC = V_{Real} - V_{Vertido} \quad (8)$$

Dónde: V_{Real} : Volumen real vertido por la bureta.

$V_{Vertido}$: Volumen vertido por la bureta.

Finalmente, se graficó el volumen real (V_{Real}) o corregido que debe aplicarse como una función del volumen vertido ($V_{Vertido}$) obteniéndose el valor del factor de correlación (R^2).

2.3.2 ESTANDARIZACIÓN DE LA DISOLUCIÓN TITULANTE SEGÚN [14]

Se preparó 500 mL de disolución titulante de concentración aproximada a $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ a partir de hidróxido de sodio (NaOH). Esta se valoró empleando hidrogenofofaleato de potasio (KHP) como patrón primario. Para ello se tomaron tres (3) matraces *Erlenmeyer* de 125 mL y se identificaron adecuadamente.

Empleado una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) se pesó sobre cada matraz muestras individuales entre 0,4 y 0,5 g de KHP, seguidamente se añadió 50 mL de agua destilada libre de CO_2 a cada matraz y se agitó suavemente hasta disolver el patrón primario. Seguidamente, se añadieron unas gotas de fenolftaleína al 1 % y agitó suavemente.

Por otro lado, en la bureta se enrasó con la disolución titulante. Se inició la valoración añadiendo cuidadosamente el NaOH desde la bureta sobre la disolución de KHP agitando constantemente hasta el punto de viraje del indicador de incoloro a rosa pálido permanente al menos durante unos 30 segundos, indicando el punto final de la titulación. Se registró el volumen añadido con la bureta leyendo el menisco a la altura de los ojos, los volúmenes añadidos se registraron y se procede a cuantificar la concentración exacta del titulante. Según la siguiente ecuación:

$$M_{NaOH} = \frac{m_{KHP}}{MM_{KHP} \times V_{NaOH}} \quad (9)$$

Dónde: M_{NaOH} : Molaridad del hidróxido de sodio ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

m_{KHP} : Masa de KHP en el matraz en gramos (g).

MM_{KHP} : Masa molecular del KHP ($204,22 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

V_{NaOH} : Volumen de hidróxido de sodio consumido en la valoración en litros (L).

2.3.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL MEDIANTE ANÁLISIS VOLUMÉTRICO [14], [20]

Se tomó una bureta de vidrio de 50 (mL) y enrasó a cero con la disolución estandarizada de hidróxido de sodio (NaOH). Seguidamente se tomaron cuatro (4) matraces *Erlenmeyer* de 250 mL y se identificaron adecuadamente. Empleando una pipeta volumétrica de 5,0 mL se tomó una alícuota de vinagre y se añadió al primer matraz, seguido de 100 mL de agua destilada y unas gotas de fenolftaleína al 1 %, se agitó suavemente.

Se inició la valoración añadiendo cuidadosamente el titulante agitando constantemente hasta el viraje del indicador de incoloro a rosa pálido permanente al menos durante 30 segundos, indicando el punto final de la titulación. Se registró el volumen añadido leyendo el menisco a la altura de los ojos, y se procedió a cuantificar la concentración exacta del titulante. Este procedimiento se realizó por triplicado y se realizó un blanco con agua destilada.

Se realizó el cálculo para cada una de las réplicas y se determinó su valor medio y desviación estándar. Se calculó los moles de NaOH presente en el punto de equivalencia de la valoración. Este número de moles es igual al número de moles de $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$. Según la siguiente ecuación:

$$n_{NaOH} = M_{NaOH} \times V_{NaOH} = n_{CH_3CO_2H} \quad (10)$$

Dónde: n_{NaOH} : Moles de hidróxido de sodio (NaOH),

M_{NaOH} : Molaridad de la disolución de hidróxido de sodio (NaOH) estandarizada.

V_{NaOH} : Volumen de hidróxido de sodio (NaOH) gastado en la valoración.

$n_{CH_3CO_2H}$: Moles de ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$).

Seguidamente, se calculó la masa de ácido acético ($m_{CH_3CO_2H}$) presente en la muestra. Según la siguiente ecuación:

$$m_{CH_3CO_2H} = n_{CH_3CO_2H} \times MM_{CH_3CO_2H} \quad (11)$$

Dónde: $n_{CH_3CO_2H}$: Moles de ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$).

$MM_{CH_3CO_2H}$: Masa molar $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ($60,052 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Finalmente, se calculó la acidez total (%m/v). Según la siguiente ecuación:

$$\% m/v = \frac{m_{CH_3CO_2H}}{V_{muestra}} \times 100 \quad (12)$$

Dónde: $m_{CH_3CO_2H}$: Masa de ácido acético en gramos.

$V_{muestra}$: Volumen de la muestra de vinagre en mL.

2.4 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Se registró el volumen del picnómetro (V_p). Seguidamente, se pesó el picnómetro vacío empleado una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) y se registró su masa (m_p). Luego, se enrasó el picnómetro con agua destilada (fluido de referencia) evitando la formación de burbujas en su interior, se tapó y secó el picnómetro por fuera antes de determinar su masa y registrándola como (m_{p+w}). Se descartó el agua destilada y se curó el picnómetro con un poco de la muestra antes de enrasar, nuevamente se determinó su masa y registro su masa como (m_{p+d}). Este procedimiento se realizó por triplicado y se realizó un blanco con agua destilada. Se realizó el cálculo para cada una de las réplicas y se determinó su valor medio y desviación estándar. Una vez terminada la recolección de datos, se calculó la densidad ver Ecuación 13.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (13)$$

Dónde: ρ : Densidad.

m : Masa de la muestra en gramos (g).

V : Volumen de la muestra en mililitros (mL).

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el cálculo para cada una de las réplicas y se determinó su Media aritmética ($\bar{x}$) y desviación estándar. Empleando una hoja de cálculo de *Microsoft Excel 2010* para *Windows*. Según los descrito por [15], las hojas de cálculo son una herramienta potente para tratar información cuantitativa. Según las siguientes ecuaciones:

Media aritmética ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (14)$$

Dónde: $\bar{x}$: Media aritmética.

x_i : Valor numérico obtenido de la cantidad medida.

n : Número de mediciones realizadas.

Desviación estándar muestral (s):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}} \quad (15)$$

Dónde: s : Desviación estándar muestral (s).

$\bar{x}$: Media aritmética.

x_i : Valor numérico obtenido de la cantidad medida.

n : Número de mediciones realizadas.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 pH

En la Tabla 5, se exponen los valores de pH de las diversas marcas de vinagre de alcohol doméstico, todas las muestras presentaron un valor de pH con valores ligeramente por debajo del valor máximo contemplado por la norma COVENIN 47, (1990). En consecuencia, todas las marcas cumplen con la especificación descrita en la norma.

TABLA 5

Valores del pH en vinagre de alcohol doméstico.

Muestra	pH	Desviación estándar (s)
M ₁	2,35	0,01
M ₂	2,38	0,03
M ₃	2,31	0,01
M ₄	2,06	0,02
M ₅	2,32	0,01
M ₆	2,48	0,01
M ₇	2,30	<0,01
M ₈	2,30	0,01
M ₉	2,30	0,01
M ₁₀	2,25	0,01

3.2 ACIDEZ TOTAL

3.2.1 CALIBRACIÓN DE LA BURETA

En la calibración del instrumento se obtuvo una correlación entre el volumen real (V_{Real}) como una función del volumen vertido ($V_{Vertido}$) por la bureta, obteniéndose un factor de correlación de $R^2 = 1$ (ver Figura 1), indicando que existe un fuerte ajuste lineal entre el volúmenes vertido por la bureta y el volumen indicados en su graduación, es decir, el volumen vertido por la bureta corresponde con el volumen real añadido. En consecuencia, el instrumento empleado se encuentra en óptimas condiciones.

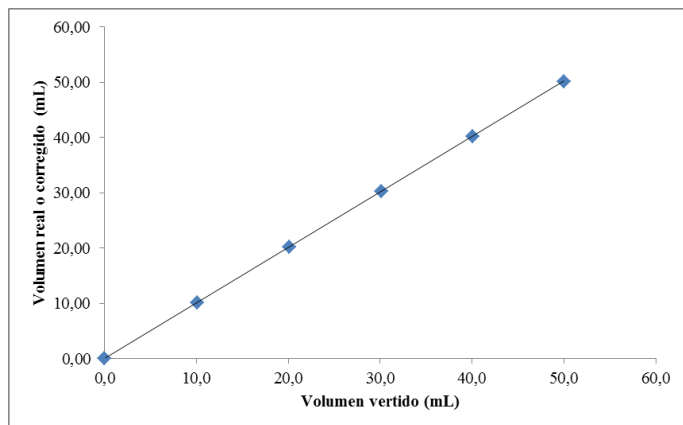


Fig. 1. Regresión lineal de la calibración de la bureta mediante el método de corrección por flotación.

3.2.2 ESTANDARIZACIÓN DE LA DISOLUCIÓN TITULANTE

La disolución titulante de hidróxido de sodio (NaOH) presentó una concentración de $0,152 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ y como una medida de la incertidumbre se obtuvo la desviación estándar (s) con un valor de $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, que representa una dispersión muy baja en las concentraciones encontradas en la valoración del titulante. En este sentido, se considera aceptable la valoración del NaOH y su concentración es lo suficientemente confiable para su posterior uso en el análisis químico para la determinación de la acidez total en vinagre. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 6.

TABLA 6

Relación entre el KHP y el volumen de NaOH gastado en la valoración de titulante.

Replica	$m_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4} \text{ (g)}$	$V_{\text{NaOH}} \text{ (mL)}$	$M_{\text{NaOH}} \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$
1	0,406	12,6	0,158
2	0,510	17,9	0,140
3	0,402	12,5	0,157

3.2.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL

Como se puede observar en la Tabla 7. Según la norma COVENIN 47 [4], el vinagre de alcohol debe poseer una acidez total de $5,0\%$. En primer lugar, M_5 presentan una acidez de $5,0 \pm 0,01 \%$ considerándose la única que cumple con la norma. Por otro lado, M_3 , M_4 , M_9 y M_{10} , presentan valores ligeramente por encima a la exigencia de la norma, mientras que M_1 , M_6 , M_7 y M_8 , presentan valores ligeramente por debajo a la exigencia de la norma. Es necesario destacar que la muestra M_2 , es el producto que presentó la menor concentración de acidez total reportándose $3,5 \pm 0,02\%$.

TABLA 7

Acidez total en diversas marcas comerciales de vinagre de alcohol doméstico.

Muestra	Acidez total (%)	Desviación estándar (%)
M_1	4,9	$<0,01$
M_2	3,5	0,02
M_3	5,4	0,03
M_4	5,5	0,02
M_5	5,0	$<0,01$
M_6	4,2	0,01
M_7	4,9	0,05
M_8	4,9	$<0,01$
M_9	5,3	0,02
M_{10}	5,2	0,01

3.2 DENSIDAD

Todas marcas de vinagre presentan una densidad comprendida entre $1,0046$ y $1,0073 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ (ver Tabla 8), cumpliendo con la especificación descrita (ver Tabla 3). Siendo la muestra M_2 la única marca que se encuentra por debajo del rango establecido con una densidad de $1,0036 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ y una desviación estándar de $0,0003 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

TABLA 8

Densidad en diversas marcas comerciales de vinagre de alcohol doméstico.

Muestra	Densidad ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	Desviación estándar ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
M_1	1,0067	0,0001
M_2	1,0036	0,0003
M_3	1,0060	0,0007
M_4	1,0073	0,0003
M_5	1,0058	0,0006
M_6	1,0046	0,0010
M_7	1,0048	0,0003
M_8	1,0056	0,0002
M_9	1,0067	$<0,0001$
M_{10}	1,0057	0,0004

4 CONCLUSIONES

Todas las marcas de vinagre de alcohol doméstico cumplen con la especificación de pH descrita en [4]. En cuanto al análisis volumétrico, la disolución titulante de hidróxido de sodio (NaOH) estandarizado, arrojó una concentración de $0,152 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ con una desviación estándar de $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Con respecto a la acidez total, la muestra M_5 presentó un una acidez de $5,0 \pm 0,01\%$ cumpliendo [4], por otro lado M_3 , M_4 , M_9 y M_{10} presenta valores ligeramente por encima, mientras que M_1 , M_6 , M_7 y M_8 , presentan valores por debajo. Finalmente, M_2 , presentó la menor concentración de $3,5 \pm 0,02\%$. Todas las marcas de vinagre de alcohol doméstico presentan densidades dentro de los valores descritos por [11]. Siendo M_2 se

encuentra por debajo del rango establecido con una densidad de $1,0036 \pm 0,0003 \text{ g mL}^{-1}$.

5 REFERENCIAS

- [1] R. Márquez Ortega, «Aseguramiento de la calidad y autenticación de vinagres de vino mediante sensores NIRS», UCOPress, Córdoba, 2020.
- [2] E. Durán Guerrero, «Control de los procesos de elaboración, calidad y trazabilidad del Vinagre de Jerez», 2008. [En línea]. Available: <https://rocin.uca.es/bitstream/handle/10498/15737/duranguerrero.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 07 Enero 2025].
- [3] Real Academia Española, «Diccionario de la Lengua Española», 2024. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/vinagre>. [Último acceso: 02 Enero 2025].
- [4] COVENIN 47, «Vinagre», FONDONORMA, Caracas, 1990.
- [5] F. Carey y R. Giuliano, Química Orgánica, Novena ed., México, D.F.: McGraw-Hill, 2014.
- [6] W. C. Frazier y D. C. Westhoff, Microbiología de los alimentos, Cuarta ed., Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A., 1993.
- [7] M. Rizzotto, Diccionario de Química General e Inorgánica, Primera ed., Rosario - Argentina: Corpus Editorial y Distribuidora, 2007.
- [8] M. Intriago-Ponce, L. López-Zambrano, C. Loor-García, J. Mayorga-Zambrano y G. Zambrano-Zambrano, «Evaluación del rendimiento de vinagre obtenido de la pulpa de banano (musa paradisiaca) mediante fermentación bifásica alcohólica y acética», *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, vol. III, n° 5, pp. 19-30, 2019.
- [9] D. Z. Watson y G. M. Brito, «Elaboración y evaluación de aceptabilidad sensorial de vinagre obtenido a partir de mermas de cerveza tipo Blonde», *RedSal*, vol. I, n° 2, pp. 38-46, 2023.
- [10] S. Dotel, P. Pozo, C. J. Boluda y Y. Rodríguez-Rodríguez, «Evaluación de la acidez en vinagres comercializados en la República Dominicana», 21 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i2.pp43-52>. [Último acceso: 02 Enero 2025].
- [11] R. Silva Ordoñez, «Evaluación de la calidad del vinagre comercializado en la ciudad de Tingo Mara», Perú, 2008.
- [12] COVENIN 1315, «Alimentos. Determinación del pH (Acidez Iónica) (1ra. Revisión)», FONDONORMA, Caracas, 2021.
- [13] R. Chang y K. Goldsby, Química, Duodécima ed., México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2017.
- [14] D. Skoog, D. West, F. Holler y S. Crouch, Fundamentos de química analítica, Novena ed., México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2015.
- [15] D. Harris, Análisis Químico Cuantitativo, Tercera ed., Barcelona: REVERTÉ, 2016.
- [16] G. D. Christian, Química Analítica, Sexta ed., México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S. A. de C. V, 2009.
- [17] S. Delgado, L. Solís y Y. Muñoz, Laboratorio de Química General, México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2012.
- [18] METTLER TOLEDO®, «¿Qué es la densidad? Todo sobre la medición de la densidad: METTLER TOLEDO®,» 2024. [En línea]. Available: https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Density/density-measurement.html. [Último acceso: 07 Enero 2025].
- [19] METTLER TOLEDO®, «Medición de la densidad con balanza de laboratorio: METTLER TOLEDO®,» 2024. [En línea]. Available: https://www.mt.com/es/es/home/applications/Laboratory_weighing/density-measurement.html. [Último acceso: 07 Enero 2025].
- [20] COVENIN 1151, «Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez», FONDONORMA, Caracas, 1977.

6 BIOGRAFÍAS

José Castro Soto. Licenciado en Química egresado de la Universidad De Oriente (Núcleo de Sucre). Ha sido jefe de la División de Laboratorio (Gerencia de Control de Calidad - HIDROBOLÍVAR C.A.). Con más de 15 años de experiencia en educación universitaria en el Instituto Universitario de Tecnología del Mar de Fundación “La Salle” de Ciencias Naturales (IUTEMAR-FLACN) y en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, se desempeña como Jefe del Departamento del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en la UPTBolívar. Actualmente participante de la Maestría en Ciencias de la Educación en la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR).

Nairobi López Martínez. Ingeniero de Minas egresada de la Universidad De Oriente (Núcleo de Bolívar), con 13 años de experiencia en Educación Universitaria en la universidad Nacional Experimental Politécnica de las Fuerzas Armadas Nacionales Bolivarianas (UNEFA), en el Instituto Universitario de Tecnología Antonio José de Sucre extensión Ciudad Bolívar (IUTAJ) y en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, se desempeña como jefe del Departamento del Programa Nacional de Formación de Sistemas de Calidad y Ambiente (PNFSCYA) en la UPTBolívar. Actualmente participante de la Maestría en Educación Ambiental en el Instituto Pedagógico de Maturín Antonio Lira Alcalá (UPEL) y en la especialización en Energía Eléctrica Mención Eficiencia Energética y Energías Alternativas en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar).

Transformación y Gobierno Digital en la Transparencia de la Universidad Nacional del Altiplano

Transformation and Digital Government in the Transparency of the National University of the Altiplano

Percy Quispe Ñaca^A, Renzo Apaza Cutipa^B, Henry Shuta Lloclla^C, Mario Milton Quisocala Lipa^D, Enoc Edison Jilaja Carita^E

Resumen— La presente investigación aborda la problemática del nivel de avance de la transformación y gobierno digital en la transparencia, lo cual limita el acceso a la información pública sobre el uso de recursos de la entidad. El objetivo principal fue determinar el nivel de avance de la transformación y gobierno digital y su relación en la transparencia de la universidad. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, con alcance explicativo y diseño no experimental. La población estudiada incluye a 20,878 personas entre docentes, estudiantes y personal administrativo, con una muestra de 378 personas. Los resultados indican que la percepción del gobierno digital es mayoritariamente de nivel medio (50.5%), la tecnologías digitales y infraestructura a nivel bajo (40.2%), la ciudadanía digital a nivel medio (60.6%), la simplificación de procesos a nivel bajo (47.4%), el marco legal y regulatorio a nivel medio (49.5%), la transparencia activa a nivel medio (54.8%) y la transparencia pasiva a nivel medio (47.9%). Además, se encontró una correlación significativa entre el nivel de transformación y gobierno digital y el nivel de transparencia (valor de 0.952). Se concluye que la transformación y gobierno digital se relaciona positivamente en la transparencia de la universidad.

Palabras clave: Gestión Universitaria, Transformación digital, transparencia activa, transparencia pasiva.

Abstract— This research addresses the problem of the level of progress of the transformation and digital government in transparency, which limits access to public information about the use of the entity's resources. The main objective was to determine the level of advancement of the digital transformation and government and its relationship to the transparency of the university. The methodology used was a quantitative approach, with explanatory scope and non-experimental design. The studied population includes 20,878 people, including teachers, students and administrative staff, with a sample of 378 people. The results indicate that the perception of digital government is mostly at a medium level (50.5%), digital technologies and infrastructure at a low level (40.2%), digital citizenship at a medium level (60.6%), the simplification of processes at a low level (47.4%), the legal and regulatory framework at a medium level (49.5%), active transparency at a medium level (54.8%) and passive transparency at a medium level (47.9%). In addition, a significant evaluation was found between the level of transformation and digital government and the level of transparency (value of 0.952). It is concluded that the transformation and digital government are positively related to the transparency of the university.

Keywords: active transparency, passive transparency, transformation, university management

1 INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha emergido como una herramienta esencial para el desarrollo y modernización de las instituciones públicas, incluidas las universidades. Este proceso incluye la digitalización de los procesos administrativos y la adopción de plataformas de aprendizaje en línea [1]. No obstante, la transformación digital implica más que solo la adopción de tecnologías avanzadas; también requiere la revisión y optimización de procesos, el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y la promoción de una ciudadanía digital informada y participativa, lo cual es crucial para implementar un gobierno digital eficiente y mejorar la transparencia [2].

En el Perú, las universidades públicas enfrentan diversos desafíos en su transformación digital y transparencia, influenciados por factores como la ubicación geográfica, el tamaño de la institución y las políticas internas [3]. El marco normativo incluye la Ley N° 27806 – Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, la Ley N° 30220 – Ley Universitaria y el Decreto Supremo N° 063 – 2010 PCM, que establece la implementación del Portal de Transparencia Estándar (PTE) para garantizar que las entidades públicas rindan cuentas y que las personas tengan acceso a información precisa y completa [4].

A pesar de estos esfuerzos normativos, la realidad muestra problemas significativos en cuanto a transparencia. El Índice



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología

ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 6 Núm. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24 - [Indexaciones](#)

Número: doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025

Páginas: 9-14 | Recibido 01/12/2024 ; Aceptado 05/01/2025



<https://doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.129>

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0001-1376-3838>
Percy Quispe-Ñaca, Universidad Nacional del Altiplano, Pe. percy@unap.edu.pe.
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-7089-2812>
Renzo Apaza-Cutipa, Universidad Nacional del Altiplano, Pe. renzo@unap.edu.pe
- C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0001-5781-2227>
Henry Shuta-Lloclla, Universidad Nacional del Altiplano, Pe. henryshuta@unap.edu.pe
- D. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0001-8810-7109>
Mario Milton Quisocala-Lipa, Universidad Nacional del Altiplano, Pe. marioquisocala@unap.edu.pe
- E. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0001-7617-6967>
Enoc Edison Jilaja-Carita, Universidad Nacional del Altiplano, Pe. ejilaja@unap.edu.pe

de Percepción de la Corrupción de 2023 es de 33/100, y evaluaciones recientes indican un cumplimiento insuficiente de las normativas de transparencia en varias universidades públicas [5]. Este escenario refleja desafíos como la corrupción estructural, la impunidad y la inestabilidad política [6].

En el contexto de la educación superior, El Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe [7] subraya que la tecnología tiene el potencial de permitir la expansión continua de la participación, asegurando que todos los estudiantes puedan ejercer su derecho a la educación superior con modelos más flexibles [8] señalan que "la flexibilidad es uno de los factores más importantes que motivan a los estudiantes a estudiar en línea, aspecto que constituye una de las principales ventajas de la digitalización de una institución universitaria".

En el ámbito local, estudios como los de [9], [10] destacan la importancia de integrar estrategias de gobierno electrónico y abierto para optimizar la administración en el sector educativo. Estos esfuerzos son cruciales para mejorar la gestión universitaria y garantizar la transparencia en el manejo de recursos públicos.

La transformación y gobierno digital en las universidades también pueden contribuir a una gestión más efectiva y equitativa. La implementación de tecnologías digitales y la promoción de la eficiencia administrativa son aspectos esenciales para mantener la calidad de la educación superior y la rendición de cuentas en la gestión de recursos públicos. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos para avanzar en la transformación digital, la relación que esta ejerce en la transparencia de las universidades públicas en el Perú sigue siendo un tema complejo y poco explorado [11], [12].

[13] destacan cómo la gobernanza ágil, facilitada por tecnologías digitales, puede mejorar la capacidad de respuesta gubernamental ante crisis como la pandemia de COVID-19. [14] analizan las múltiples dimensiones del valor público generado por las iniciativas de gobierno electrónico, subrayando que la digitalización de los servicios públicos puede conducir a una mayor accesibilidad y equidad en la prestación de servicios.

[15] argumentan que la transformación digital no es simplemente un proceso tecnológico, sino un cambio fundamental en cómo los gobiernos operan, interactúan con los ciudadanos y crean valor público. [16] presentan un marco integral para la implementación de inteligencia artificial en la gestión pública, abordando tanto las oportunidades como los desafíos que esta tecnología presenta.

[17] profundizan en la idea de que la implementación de tecnologías avanzadas en el sector público tiene el potencial de generar un valor significativo para la sociedad. Argumentan que, para maximizar los beneficios de la transformación digital gubernamental, es crucial desarrollar estrategias integrales que vayan más allá de los aspectos puramente técnicos.

La adopción de tecnologías digitales en la educación superior no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también tiene el potencial de transformar fundamentalmente los modelos de enseñanza y aprendizaje. Según Tecnológico de Monterrey [18] las tecnologías digitales pueden facilitar enfoques pedagógicos más centrados en el estudiante y promover el aprendizaje activo y colaborativo. Por su parte, Selwyn [19] advierte sobre la necesidad de abordar críticamente la integración de

tecnologías en la educación superior, considerando sus implicaciones sociales y éticas.

En el contexto de la transparencia y el gobierno abierto, García [20] argumenta que las universidades públicas deben adoptar principios de gobierno abierto para mejorar su legitimidad y confianza pública. Esto implica no solo la publicación de información, sino también la creación de mecanismos de participación y colaboración con la comunidad universitaria y la sociedad en general.

La pandemia de COVID-19 ha acelerado significativamente los procesos de transformación digital en las universidades. Hodges et al. [21] destacan cómo la crisis sanitaria ha forzado una rápida transición hacia la educación en línea, revelando tanto oportunidades como desafíos en términos de acceso, calidad y equidad educativa.

En cuanto a la transparencia y la rendición de cuentas, García [20] argumenta que las tecnologías digitales pueden facilitar nuevas formas de accountability, permitiendo un escrutinio más detallado y en tiempo real de las actividades gubernamentales y organizacionales. Sin embargo, Estrada [22] advierte que la mera disponibilidad de información no garantiza la transparencia efectiva, y que es necesario considerar cómo esta información es interpretada y utilizada por diferentes actores.

La transformación digital también plantea desafíos en términos de inclusión y equidad. En el contexto universitario, esto implica asegurar que todos los estudiantes, independientemente de su origen socioeconómico, tengan las mismas oportunidades de beneficiarse de las innovaciones digitales.

En el ámbito de la investigación académica, la transformación digital está redefiniendo cómo se produce, difunde y evalúa el conocimiento; explora cómo las tecnologías digitales están transformando las prácticas de investigación, facilitando la colaboración internacional y el acceso abierto a los resultados de la investigación.

Finalmente, es importante considerar el impacto de la transformación digital en la gobernanza universitaria. Según Vial [23], las tecnologías digitales están cambiando las estructuras de poder y los procesos de toma de decisiones en las universidades, facilitando modelos más participativos y distribuidos de gobernanza.

En este contexto, la presente investigación se centra en determinar el nivel de avance de la transformación y el gobierno digital en la Universidad Nacional del Altiplano y su impacto en la transparencia institucional. Los hallazgos de esta investigación contribuirán a mejorar las políticas y prácticas educativas, fortaleciendo el sistema educativo universitario en Perú y promoviendo una mayor rendición de cuentas y transparencia en la gestión de recursos públicos.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ámbito o lugar de estudio

La Investigación según el siguiente detalle: País: Perú, Departamento: Puno, Provincia: Puno, Lugar: Universidad Nacional del Altiplano



Fig 1. Mapa de ubicación de la Universidad Nacional del Altiplano

La representación proporcionada ilustra la posición geoespacial de la UNA en relación con su entorno urbano y regional. El centro universitario se encuentra a una elevación aproximada de 3,825 metros sobre el nivel marino, con coordenadas geográficas que lo sitúan en 15°49'29" de latitud sur y 70°01'28" de longitud oeste.

2.2 Descripción de métodos

El enfoque de investigación es cuantitativo porque se utilizó la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías[24]

Tipo de Investigación: Deductivo y descriptivo. Respecto al primero de ellos, la decisión de adoptar este tipo de investigación responde a nuestra necesidad de familiarizarnos con un tópico que no es recurrente al menos en el ámbito académico doméstico, poco estudiado y que no ha sido abordado antes en la manera en que lo hacemos en la presente investigación

Diseño de investigación: descriptivo de tipo transversal o transeccional, porque el propósito fue describir variables y analizar su incidencia e interrelación en el momento dado.

Periodo de estudio o frecuencia de muestreo

El estudio se desarrolló durante el primer trimestre del año 2024, el muestreo utilizado es probabilístico, empleando métodos de selección aleatoria para garantizar la representatividad de la muestra. Esto asegura que cada individuo de la población tenga una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionado.

Descripción detallada de los materiales, insumos e instrumentos utilizados en la ejecución de la investigación

Se utilizaron diversos materiales y equipos para llevar a cabo la investigación. Entre ellos se incluyen computadoras (Core i5 12va gen, Memoria RAM: 16gb, Almacenamiento: 512gb) y software especializado para el análisis de datos (SPSS 26), plataformas de encuestas en línea para la recolección de información (Google forms), y materiales de oficina como papelería y dispositivos de impresión y escaneo. Además, se accedió a las plataformas digitales disponibles en el

portal de transparencia de la universidad para evaluar la información publicada

Variables analizadas, indicar que variables intervinieron en el objetivo: Variable Independiente: Transformación y gobierno digital, Variable Dependiente: Transparencia.

Prueba estadística aplicada.- Para la investigación se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y se realizó una prueba estadística con el coeficiente de correlación de Spearman logrado (valor de 0.952), una medida no paramétrica adecuada para datos que no siguen una distribución normal

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis

Para el análisis y procedimiento se tuvo la participación de docentes, personal administrativo y estudiantes que conforman la comunidad universitaria de la Universidad Nacional del Altiplano de una muestra de 378 encuestados que detalló a continuación según objetivos

Tabla 1.

Comunidad Universitaria de la UNA Puno 2024

Cargo	Frecuencia	Porcentaje
Estudiante	197	52.1%
Docente	123	32.5%
Personal Administrativo	58	15.3%
Total	378	100.0%

Realizamos la prueba de normalidad y contrastación de la hipótesis entre las dos variables en donde se agrupó por dimensiones según variables:

Variable 1: Transformación y gobierno digital

Dimensión 1: Gobierno digital

Dimensión 2: Tecnologías digitales y infraestructura

Dimensión 3: Ciudadanía Digital

Dimensión 4: Simplificación de Procesos

Variable 2: Transparencia

Dimensión 5: Marco legal

Dimensión 6: Transparencia activa

Dimensión 7: Transparencia pasiva

Tabla 2.

Prueba de normalidad

Kolmogorov-Smirnov

	Estadístico	Gl	Sig.
NIVEL DE TRANSFORMACION Y GOBIERNO DIGITAL	0,265	378	0,000
NIVEL DE TRANSPARENCIA	0,275	378	0,000

En la tabla 2 muestra el resultado que la prueba de normalidad utilizando Kolmogorov-Smirnov, de una muestra de 378 personas arroja una significancia de 0.000 en ambas variables lo que demuestra que es menor a 0.05 y debemos utilizar una prueba no paramétrica para el contraste de la hipótesis

Contrastación de la Hipótesis

Se utilizó la correlación de spearman puesto que se hizo un análisis no paramétrico

Ha: La transformación y gobierno digital se relaciona positivamente en la transparencia de la Universidad Nacional del Altiplano

Ho: La transformación y gobierno digital no se relaciona positivamente en la transparencia de la Universidad Nacional del Altiplano

Tabla 3.
Correlación de Spearman

Correlación Rho de Spearman	Nivel de transformación y Gobierno Digital	Nivel de Transparencia
Nivel de Transformación y Gobierno Digital	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 0,952** . 0,000 378 378

Nivel de Transparencia	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	0,952** 0,000 378	1,000 . 378
------------------------	---	-------------------------	-------------------

3.2. Grado de adopción de tecnologías digitales y su relación en la transparencia activa

Para el primer objetivo específico de evaluar el grado de adopción de tecnologías digitales y su relación en la transparencia activa, se tomó las siguientes dimensiones:

- Gobierno Digital
- Tecnología digital y Infraestructura
- Ciudadanía Digital
- Transparencia Activa

Que a continuación detallo cada una de ellas según sus resultados.

Tabla 4.
Correlación por dimensiones según el objetivo específico 1

Correlaciones	Gobierno digital	Tecnología digital y Infraestructura	Ciudadanía Digital	Transparencia activa
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 . 378	0,752** 0,000 378	0,499** 0,000 378
Tecnología digital y Infraestructura	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	0,752** 0,000 378	1,000 . 378	0,585** 0,000 378
Ciudadanía Digital	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	0,499** 0,000 378	0,585** 0,000 378	1,000 0,588** 378
Transparencia activa	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	0,511** 0,000 378	0,509** 0,000 378	1,000 . 378

Según la tabla 4 la correlación de Spearman se tiene un valor en la percepción de: que significa que existe una relación y altamente significativa que acepta la hipótesis de investigación sobre "La adopción de tecnologías digitales en la Universidad Nacional del Altiplano mejora significativamente la transparencia activa, incrementando la accesibilidad y actualización de la información" y rechaza la hipótesis nula. El análisis del grado de adopción de tecnologías digitales y su relación con la transparencia activa reveló que la percepción del gobierno digital y la ciudadanía digital es mayoritariamente media, con un 50.5% y un 60.6% respectivamente. No obstante, la percepción de la tecnologías digitales y infraestructura es predominantemente baja (40.2%). La transparencia activa también se percibe en un nivel medio (54.8%). Estos resultados sugieren que, aunque se están realizando esfuerzos para publicar información de manera proactiva, persisten deficiencias en la accesibilidad y actualización de la información. Este análisis es consistente con los hallazgos de Ruiz [12], quien subraya la necesidad de fortalecer la tecnologías digitales y infraestructura y optimizar la implementación del gobierno digital para mejorar la transparencia activa. Flores y

Monterroso [9] también destacan la importancia de la gestión pública eficiente para aumentar la transparencia. Arango[10] enfatiza la relación significativa entre el gobierno electrónico y la transparencia en la gestión administrativa. González et al. y Tiach y Abdellatif [25], [26] también coinciden en que la adopción de tecnologías digitales es crucial para mejorar la transparencia activa.

3.3. Proceso de gobierno digital y transparencia pasiva y su incidencia en el cumplimiento de objetivos y metas

Para el segundo objetivo específico se organiza entre las siguientes dimensiones:

- Simplificación de Procesos
- Marco legal y regulatorio
- Transparencia Pasiva

Tabla 5.
Correlación por dimensiones según el objetivo específico 2

Correlaciones				Simplificación de procesos	de Marco legal y regulatorio	Transparencia Pasiva
Rho de Spearman	Simplificación de procesos	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N		1,000	0,509**	0,565**
				.	0,000	0,000
				378	378	378
	Marco legal y regulatorio	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N		0,509**	1,000	0,663**
				0,000	.	0,000
				378	378	378
Transparencia pasiva	Transparencia pasiva	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N		0,565**	0,663**	1,000
				0,000	0,000	.
				378	378	378

Según la tabla 3 la correlación de Spearman se tiene un valor de 0.952, que significa que existe una relación y altamente significativa que acepta la hipótesis de investigación y rechaza la hipótesis nula

Según los resultados observados el nivel de transformación y gobierno digital tiene una relación directa con la transparencia de la Universidad Nacional de Altiplano Luego se agrupó por dimensiones para obtener los resultados de la percepción de la comunidad universitaria

La investigación ha mostrado una fuerte correlación entre el nivel de transformación digital y la transparencia en la Universidad Nacional del Altiplano, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.952. Este resultado indica que a medida que la universidad avanza en la implementación de tecnologías digitales y estrategias de gobierno digital, se mejora significativamente la transparencia institucional. Estos hallazgos son consistentes con estudios recientes [23], [27], [28] quienes también encontraron que una tecnologías digitales y infraestructura robusta y competencias digitales fortalecidas son esenciales para el éxito de la transformación digital y la mejora de la transparencia

4 CONCLUSIONES

La presente investigación, cuyo objetivo fue determinar el nivel de avance de la transformación y el gobierno digital en la Universidad Nacional del Altiplano y su impacto en la transparencia institucional, concluye que existe una correlación significativa y positiva entre estas variables, con un coeficiente de Spearman de 0.952, lo que indica que los avances en transformación y gobierno digital mejoran directamente la transparencia. Los resultados revelaron que la percepción de la comunidad universitaria sobre el gobierno digital y la ciudadanía digital es mayoritariamente de nivel medio (50.5% y 60.6%, respectivamente), mientras que las tecnologías digitales e infraestructura son percibidas como bajas (40.2%), lo que evidencia la necesidad de mayor inversión tecnológica. Asimismo, la simplificación de procesos administrativos se percibe en un nivel bajo (47.4%), y tanto la transparencia activa como la pasiva se encuentran en niveles medios (54.8% y 47.9%, respectivamente). Estos hallazgos resaltan la importancia de optimizar las competencias digitales, fortalecer la infraestructura tecnológica y simplificar los

procesos administrativos para consolidar el impacto positivo de la transformación digital y el gobierno digital en la transparencia institucional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano Puno

REFERENCIAS

- [1] D. A. Cueva Gaibor, "Transformación digital en la universidad actual", *Conrado*, vol. 16, núm. 77, pp. 483–489, 2020, Consultado: el 22 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000600483&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [2] Presidencia del Consejo de Ministros, "Decreto Supremo N.º 085-2023-PCM - Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Transformación Digital al 2030", *Diario el Peruano*. Consultado: el 28 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/4471543-085-2023-pcm>
- [3] Ministerio de Educación, *Ley N.º 30220 - Ley Universitaria*. Lima, 2014. Consultado: el 28 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/118482-30220>
- [4] Autoridad Nacional de Transparencia y Acceso a la Información Pública, *Decreto Supremo N.º 007-2024-JUS Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública*. Lima: Ministerio de Justicia, 2024. Consultado: el 28 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/antaip/normas-legales/5579109-007-2024-jus>
- [5] Open Government Partnership, "OGP 2023 Annual Report". Consultado: el 23 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.opengovpartnership.org/ogp-2023-annual-report/>
- [6] A. J. Madrid Escobar, "Transparencia en la gestión pública en el Perú: Avances al 2021", *Gestión en el Tercer Milenio*, vol. 26, núm. 52, pp. 237–252, dic. 2023, doi: 10.15381/gtm.v26i52.25224.
- [7] Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, "Pensar más allá de los límites: perspectivas sobre los futuros de la educación superior hasta 2050", *Pensar más allá de los límites Perspectivas sobre los futuros de la educación*

- superior hasta 2050, p. 52, 2021, Consultado: el 24 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377529>
- [8] M. Romero, T. Romeu, M. Guitert, y P. Baztán, "Digital Transformation in Higher Education: The UOC Case", *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, vol. 26, núm. 1, pp. 163-179, ene. 2023, doi: 10.5944/RIED.26.1.33998.
- [9] J. L. Flores Ayala y H. Monterroso Masias, "Gestión pública y transparencia de la gestión municipal en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi - Cusco - 2022", Universidad Continental, 2023. Consultado: el 22 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13629>
- [10] N. Arango Ramos, "Gobierno electrónico y gobierno abierto en la gestión administrativa en una unidad educativa local de Ayacucho 2023", Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2023. Consultado: el 28 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/144107>
- [11] A. G. Cárdenas Paredes, "Gobierno, electrónico, y transparencia en el consejo regional de Ayacucho, 2021", Universidad César Vallejo, Lima, 2022. Consultado: el 22 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86642>
- [12] J. Ruiz-Cueva, L. Pinedo-Tuanama, P. Barbarán-Mozo, y L. Pretell-Paredes, "Gestión del Gobierno Abierto y uso del portal de transparencia en una universidad pública peruana", *Enfoque UTE*, vol. 13, núm. 1, pp. 73-81, ene. 2022, doi: 10.29019/ENFOQUEUTE.799.
- [13] M. Janssen y H. van der Voort, "Agile and adaptive governance in crisis response: Lessons from the COVID-19 pandemic", *Int J Inf Manage*, vol. 55, p. 102180, dic. 2020, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2020.102180.
- [14] J. D. Twizeyimana y A. Andersson, "The public value of E-Government - A literature review", *Gov Inf Q*, vol. 36, núm. 2, pp. 167-178, abr. 2019, doi: 10.1016/J.GIQ.2019.01.001.
- [15] I. Mergel, N. Edelman, y N. Haug, "Defining digital transformation: Results from expert interviews", *Gov Inf Q*, vol. 36, núm. 4, p. 101385, oct. 2019, doi: 10.1016/J.GIQ.2019.06.002.
- [16] B. W. Wirtz y W. M. Müller, "An integrated artificial intelligence framework for public management", *Public Management Review*, vol. 21, núm. 7, pp. 1076-1100, jul. 2019, doi: 10.1080/14719037.2018.1549268.
- [17] J. I. Criado y J. R. Gil-García, "Creating public value through smart technologies and strategies: From digital services to artificial intelligence and beyond", *International Journal of Public Sector Management*, vol. 32, núm. 5, pp. 438-450, ago. 2019, doi: 10.1108/IJPSM-07-2019-0178/FULL/PDF.
- [18] Tecnológico de Monterrey, "Educación Digital en las universidades: una guía de implementación integral", Instituto para el Futuro de la Educación (IFE), Monterrey, pp. 1-135, 2024. Consultado: el 28 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://observatorio.tec.mx/wp-content/uploads/2024/01/IFE-insights-Report-Educacion-Digital-en-las-universidades.pdf>
- [19] N. Selwyn, *Is Technology Good for Education?* Polity Press, 2016. Consultado: el 28 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://research.monash.edu/en/publications/is-technology-good-for-education>
- [20] M. , L. R. y M. S. García, "Transparencia y rendición de cuentas en universidades públicas: Una revisión sistemática", *Política de Educación Superior*, vol. 32, pp. 511-530, 2019.
- [21] C. B. Hodges, S. Moore, B. Lockee, T. Trust, y A. Bond, "The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning", *Educ Rev (Birm)*, 2020.
- [22] F. S. Estrada Santos, "Aplicación de la ley de transparencia y el nivel de acceso a la información pública en la municipalidad de Sayán", Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2022. Consultado: el 22 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7569>
- [23] G. Vial, "Understanding digital transformation: A review and a research agenda", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28, núm. 2, pp. 118-144, jun. 2019, doi: 10.1016/J.JSIS.2019.01.003.
- [24] R. Hernández Sampieri, *Metodología de la Investigación*. México D.F: Mcgraw-Hill., 2014.
- [25] J. González, M. López, y A. Smith, "Digital Government and Transparency: A Comparative Study", *Journal of Public Administration Research and Theory*, pp. 123-145, 2023.
- [26] T. Mountasser y M. Abdellatif, "Digital Transformation in Public Administration: A Systematic Literature Review", *International Journal of Professional Business Review*, vol. 8, núm. 10, p. e02372, oct. 2023, doi: 10.26668/BUSINESSREVIEW/2023.V8I10.2372.
- [27] R. K. Ahmed, O. Ahmed, I. Pappel, A. Reitsakas, y D. Draheim, "The Role of Digital Transformation in Fostering Transparency: An e-Court System Case Study", *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 13454 LNCS, pp. 219-230, 2022, doi: 10.1007/978-3-031-15342-6_17.
- [28] A. Zuiderwijk, Y. C. Chen, y F. Salem, "Implications of the use of artificial intelligence in public governance: A systematic literature review and a research agenda", *Gov Inf Q*, vol. 38, núm. 3, p. 101577, jul. 2021, doi: 10.1016/J.GIQ.2021.101577.

Modelo de reconocimiento de plaga de trips en los cultivos del aguacate mediante las Redes Neuronales Convolucionales

Avocado crop thirpc pest recognition model using convolutional neural

Joselyn Huamán Ampuero^A, Marleny Peralta Ascue^B y Julio Cesar Lloclli Champi^C

Resumen—La producción de la palta desempeña un papel importante en la satisfacción de las necesidades nutricionales alimentaria a nivel mundial. Las enfermedades en las plantas es un fenómeno bastante común que dificulta la producción bruta y causa enormes pérdidas a los agricultores. En este contexto, la detección precoz de la enfermedad del TRIPS es esencial para la producción sana. Esta investigación es desarrollada en el modelo de ResNet18, un enfoque basado en redes neuronales convolucionales (CNN) para detectar enfermedad del TRIPS, dado que, ocasiona una pérdida total en la mayoría en las paltas en quitasol Abancay, en cuanto a, utilizando imágenes de las hojas de la palta (aguacate), este modelo se desempeña especialmente para el reconocimiento de enfermedad de esta, en el lugar de quitasol Abancay utilizando un novedoso aprendizaje profundo por medio de imágenes que conforman un conjunto de datos específicos de la región y se clasifica en dos clases como son Trips y Sanas de la palta, en rendimiento de ResNet18 se evalúa con una media de exactitud, precisión, recall del 99.24%, 98.94% y 99.29% respectivamente, en una validación de VGG-16 con una medición, precisión, recall 96.78%, 96.77% y 95.74% respectivamente, con una variación superior a la del modelo como VGG-16. ResNet18 puede ser útil en la detección de síntomas temprano de la enfermedad de TRIPS, lo que en última instancia conduce a una mayor producción de aguacate

Palabras clave: máximoRedes Neuronales Convolucionales (CNN), Trips, Enfermedades de la palta

Abstract— Avocado production plays an important role in meeting the world's nutritional food needs. Plant disease is a fairly common phenomenon that hampers gross production and causes huge losses to growers. In this context, early detection of TRIPS disease is essential for healthy production. This research is developed on the ResNet18 model, an approach based on convolutional neural networks (CNN) to detect TRIPS disease, since, it causes a total loss in most avocados in quitasol Abancay, as for, using images of avocado leaves, this model performs especially for the recognition of avocado disease, in the place of quitasol Abancay using a novel deep learning by means of images that conform a set of specific data of the region and is classified in two classes as they are Trips and Healthy of the avocado, in ResNet18 performance is evaluated with an average of accuracy, precision, recall of 99. 24%, 98.94% and 99.29% respectively, in a VGG-16 validation with a measurement, accuracy, recall 96.78%, 96.77% and 95.74% respectively, with a higher variation than the model as VGG-16. ResNet18 can be useful in detecting early symptoms of TRIPS disease, ultimately leading to higher avocado yield.

Keywords: Convolutional Neural Networks (CNN), Avocado diseases, Thrips, Avocado Disease.

1 INTRODUCCIÓN

La palta se cultiva en más de 20 países, principalmente en regiones tropicales y subtropicales [1]. Las enfermedades en la palta son uno de los principales conductores a la pérdida de la producción. La gravedad de las enfermedades de la palta es un parámetro importante para medirlas y pueda utilizarse para predecir el rendimiento y recomendar los tramientos correspondientes. El diagnóstico rápido y preciso

de la gravedad de la enfermedad ayudará a reducir pérdidas en el rendimiento, y su identificación de las enfermedades suele ser visualmente por el ojo humano de los agricultores alrededor del mundo.

La palta es un árbol, conocido en muchos países como la palta en (Quechua) avocado en (Inglés) pertenece a la familia laurácea su fruto puede alcanzar de un tamaño 2-4 cm en su etapa madura, entre las variedades tenemos Hass, Fuerte [2]. Así mismo, Las enfermedades en la palta son varias, el Trips



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología
ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 22/02/24 - Indexaciones
Número: doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025
Páginas: 15- 21 | Recibido 01/01/2025 ; Aceptado 01/03/2025

<https://doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.130>

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0000-1390-0890>
Joselyn Huamán Ampuero, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-Perú, 161146@unamba.edu.pe
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-0708-8565>
Maleny Peralta Ascue, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-Perú, mperalta@unamba.edu.pe
- C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0001-7856-8702>
Julio Cesar Lloclli Champi, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-Perú, jilloclli@unamba.edu.pe

[3], [4], ocasiona atrofia debido a inyección de la saliva y toxina en hojas y tallos tiernos, esto ocasiona aborto de las flores, ocasiona perdidas desde el 50% al 100% en su producción.

La oferta de la palta ha experimentado un crecimiento promedio anual a nivel mundial del 14% en los últimos cinco años. Los países de América, generaron exportaciones más significativas hasta el 66% del total a nivel mundial, tenemos a México liderando, seguido por República Dominicana y Perú [1]. Así mismo, el consumo de la palta se ha visto en crecimiento en todo el mundo en los últimos años, y la variedad de Hass es el más popular por los consumidores. Esta tendencia ha sido provocada en parte por los cambios en los hábitos dietéticos hacia productos más sanos, por otro lado, el mercado se ha ido familiarizando cada vez más con esta especie. La palta, conocido por su sabor, así como por sus numerosos beneficios para la salud y sus variados usos culinarios, tiene una gran versatilidad y adaptabilidad transcultural, la producción de la palta tiene una tendencia de crecimiento en un 7% con 8,4 millones de toneladas, uno de los productores es México haciendo una representación de 3,16% millones de toneladas, anuales, otro país que exporta es Perú con una tasa muy significativa de las 36,360 toneladas [3], [4], [5], así mismo, Apurímac exportaría durante los 5 años venideros, un total de 360 toneladas por campaña con destino hacia Europa [6], [7], la aparición de enfermedades en las plantas reviste una gran importancia, ya que repercute directamente en la cantidad y calidad, estas enfermedades se atribuyen a factores como hongos, bacterias virus, etc. La identificación y detección temprana de estas enfermedades permitiría aplicar medidas preventivas, así minimizando las pérdidas tanto productivas como económicas. En el pasado, la clasificación y detección de enfermedades dependía en gran medida de la observación visual por parte de expertos [8]. Sin embargo, este enfoque suele resultar poco práctico debido a falta de expertos en zonas remotas y a la lentitud del proceso. Como solución, la aparición de herramientas como análisis de imágenes ha demostrado eficaz para detección de enfermedades en las plantas. La enfermedad del Trips suele manifestarse síntomas específicos en las hojas, por lo que es factible emplearse diversos algoritmos de aprendizaje profundo y técnicas de procesamiento de imágenes para identificación y detección de esta enfermedad. En los últimos años, la agricultura sigue siendo un componente importante en nuestra economía [9]. A medida que la tecnología y la investigación han ido avanzando, se ha puesto de manifiesto que diversas enfermedades afectan la plantación de la palta, provocando una pérdida de el rendimiento de la calidad, como pérdidas de sus frutos. Este problema se ha convertido de preocupación en los agricultores. Las enfermedades del Trips en la palta afecta entre el 80% y al 100% de pérdida en las cosechas, lo que se traduce en una pérdida económica para

el agricultor como para el país. Entre ellas, las enfermedades de las hojas de las plantas desempeñan un papel importante en su producción agrícola. Por consiguiente, hacer frente a las enfermedades de la palta resulta crucial para el sector agrícola y la economía de nuestro país. El comportamiento dinámico de las redes neuronales ha cautivado a las comunidades científicas y tecnológica. Si afrontamos eficazmente este reto, podremos mejorar la calidad de la palta, reducir la prevalencia de cultivos enfermos y lograr mayores rendimientos. Este planteamiento no solo fortalecerá la economía, sino que también contribuye al avance de la agricultura. Para abordar este problema, se desarrolló un marco de aprendizaje profundo que combina dos modelos de algoritmos de aprendizaje profundo para reconocimiento de enfermedad del Trips. Las principales contribuciones de este trabajo se resumen en el apartado 1.1.

1.1 Trabajos relacionados

Para aplicar correctamente las medidas de control y gestionar las enfermedades de las plantas, es fundamental detectarlas a tiempo. Existe varios enfoques técnicos de reconocimiento de enfermedades en las plantas. Uno de los más comunes es la detección visual. Sin embargo, el proceso de identificación visual de las enfermedades en las plantas requiere mucho trabajo y es menos preciso. Una alternativa es realizar análisis de laboratorio, este método requiere mucho tiempo, conocimiento técnico e instalaciones de laboratorio [10]. Aparte de estos métodos convencionales, la IA también se ha utilizado para detectar enfermedades de las plantas en los últimos, décadas [11], [12]. Sin embargo, el reconocimiento de imágenes y las clasificaciones han progresado enormemente en los últimos años con el uso de Redes Neuronales Convolucionales (CNN) [8], [9].

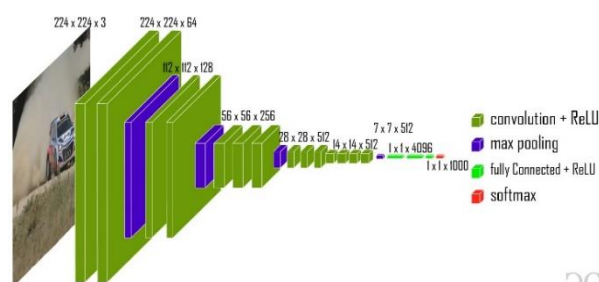


Fig. 1. VVG-16 Estructura.

En 2023, Bhuiyan et al. Desarrollaron un modelo Banana SqueezeNet para detectar enfermedades del banano para lo cual utilizaron algunas redes neuronales como EfficientNetB0, MobileNetV3, ResNet-101, ResNet-50, InceptionNet-V3 y VGG16 mediante imágenes de las hojas del banano las enfermedades de Pestalotiopsis, Sigatoka y Cordona, así llegando a detectar temprana las enfermedades [13], por otra parte, en 2021 propusieron un modelo de predicción de pla-

gas en los cultivos de palto utilizando metodologías de aprendizaje automático como las plagas de Trips [14], detectar enfermedades de mango mediante las imágenes de la hoja, para ello tomaron las imágenes mediante las cámaras de celulares utilizaron VGG16, Leafet, AlexNet así logrando con una precisión de 98.55% 99.50% y 99.45 [15]; desarrollo un modelo JutePestDetec basado en aprendizaje por transferencia para la identificación de plagas de yute, aplicaron los siguientes algoritmos como DenseNet, InceptionV3, MobileNetV2, VGG19 y ResNet50 [16], así, mismo, desarrollaron aplicativo web para la identificación de deficiencia de zing en naranjos mediante Redes Neuronales Convolucionales (CNN) utilizando Transfer Learning VGG16 [17].

En este trabajo, proponemos un modelo de comparación de 2 modelos como son; modelo VGG-16, y el modelo de ResNet18, para identificar la plaga de TRIPS en el aguacate mediante las hojas de la palta. Se realizó la comparación de dos modelos como son VGG-16 y ResNet18:

Las principales aportaciones de este estudio son:

- Recolección del conjunto de datos sobre la enfermedad de TRIPS de las hojas del aguacate.
- Reconocimiento de la plaga de TRIPS mediante imágenes de las hojas de la palta.

2 MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1 Arquitectura de Redes Neuronales VGG-16.

El modelo VGG-16 es una arquitectura de Red Neuronal Convolutiva (CNN) por el Visual Geometry Group (VGG-16) de la Universidad de Oxford. Se caracteriza por su profundidad, que consta de 16 capas, incluidas 13 capas convolucionales y 3 capas complementarias conectadas. VGG-16 es reconocido por su simplicidad y eficacia, así como por su capacidad para lograr un sólido desempeño en varias tareas de visión artificial, incluida la clasificación de imágenes y reconocimiento de objetos. VGG-16 introduce un nuevo aspecto importante en el diseño de CNN, aumentando constantemente la profundidad de la red, agregando más capas convolucionales, lo cual es viable, debido al uso de filtros de 3x3 en todas las capas. Este diseño permite que el modelo aprenda representaciones jerárquicas de características visuales, lo que conduce a predicciones sólidas y precisas. A pesar de su simplicidad en comparación con arquitecturas más reconocidas recientemente, VGG-16 sigue siendo una opción popular para muchas aplicaciones de aprendizaje profundo debido a su versatilidad y excelente desempeño [18], [19].

2.2 Arquitectura de Resde Neuronales ResNet18

El modelo ResNet18 fue propuesto en Deep Residual Learning for image Recognitin por Kaiming he, Xiangyu Zhang, Shaoqig y Jaian Sum. La idea de los bloques residuales, apila capas adicionales en las redes neuronales profundas, las dos primeras capas de ResNet son las mismas que las de GoogLeNet de 7x7 las convolucionales con 64 canales de salida y un paso de 2 seguidas por 3x3 capa de agrupación máximo con un paso de 2. Hay cuatro capas convolucionales en cada módulo excluyendo 1x1. Junto con la primera 7x7

capa convoluconal y la final completamente conectada, hay 18 capas en total [15],[16].

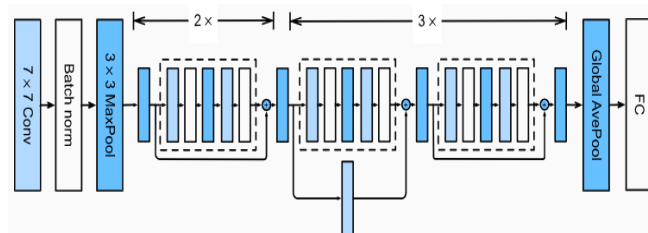


Fig. 2. ResNet18 Estructura

2.3 Materiales

- Cámara fotográfica digital canon de 16.2 megapíxeles.
- Micro USB para almacenamiento de las imágenes.
- UBS Kington de 32GB.
- Computadora con una tarjeta grafica de 2GB con una memoria de 32GB de RAM, sistema operativo Ubuntu 22.04.
- Registro de imágenes de las hojas del aguacate.
- Archivo con una extensión *.py/ipybn

2.4 Tipo de nivel de investigación

La investigación es de tipo aplicado con nivel descriptivo.

2.5 Procedimiento de recolección de datos.

Primeramente, se realizó la recolección de las hojas de la palta, de este modo, se realizó la captura de imágenes de las hojas de la palta, ya que, estas imágenes representan el conjunto de datos que es conformado por imágenes digitales capturados por medio de una cámara digital, dichas imágenes representan dos clases tal como se describe en la tabla 01, así, las hojas que contiene la enfermedad de TRIPS y hojas Sanas, dado que, las imágenes se obtuvieron de los agricultores del sector de Quitasol de la provincia de Abancay departamento de Apurímac a una altitud de 2,377 msnm.. Haciendo un total de 3,012 imágenes de 2 clases: sanas, trips.

De la Fig 3 podemos visualizar las imágenes de las hojas de la palta con la enfermedad de Trips y por otra parte hojas sanas.



Fig. 3. Ejemplo del conjunto de datos de la palta cual conforma hojas sanas y con enfermedad de trips.

Para empezar, las hojas afectadas por la enfermedad se clasificaron según sus características con la ayuda de un especialista conocedor de esta enfermedad del Trips, así pues, se realizó la limpieza de los datos para posteriormente elimi-

nar las imágenes inconsistentes, las imágenes fueron capturados de tamaño 2,316 x 176, se realizó la reducción de imágenes a 250 x 250 para lo ello se utilizo un algoritmo, se dividió el conjunto de datos en entrenamiento, validación y prueba, se realizaron las distribuciones de la siguiente manera entrenamiento con 68%, validación con 22% y prueba con 10%.

TABLA 1

Número de Imágenes para cada clase de entrenamiento/validación/prueba

No. Clase	Nombre clase	Número de imágenes		
		Train	Valid	Test
0	TRIPS	1,170	257	117
1	Saludable	1,170	257	117
	Total	2,340	514	234

Se utilizó la técnica de aumentado de datos son: rotación, y escalado [20], [21], [22]. el proceso de aumentación tiene como objetivo de incrementar el número de imágenes de la palta a su vez ayudar a evitar el sobre ajuste.

2.6 Medición del desempeño

Métricas de evaluación, según Huerta-Mora et al. [23], las siguientes medidas para el rendimiento de nuestro modelo, Accuracy, la precisión, el Recall y F1-score, se utilizaron las siguientes ecuaciones.

$$\text{Precisión} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$$

$$\text{F1-Score} = 2 \frac{(\text{Recall} * \text{Precisión})}{(\text{Recall} + \text{Precisión})}$$

Donde TP, FP, FN y TN indican los valores verdaderos positivos, falsos positivos, falsos negativos y verdaderos negativos en la matriz de confusión, respectivamente.

- Se realizó la captura de imágenes mediante una cámara fotográfica digital Canon de 16.2 megapíxeles, para recolección del conjunto de datos de la palta.
- Se seleccionaron las imágenes según su clase, las clases sanas se consideraron con imágenes de hojas sanas, la clase trips con imágenes de las hojas con dicha enfermedad, se realizó la reducción de tamaño de imágenes utilizando algoritmo gaussiano.
- Se distribuyo en train con 1986 imágenes de hojas entre sanas y trips, valid 662 imágenes de hojas entre sanas y trips, test 364 imágenes de hojas entre sanas y trips.
- Se realizó entrenamiento de reconocimiento de enfermedades de la palta utilizando ResNet18 y VGG-

16, utilizando con extensión ipynb. El entrenamiento duro alrededor de 15 minutos con ResNet, y 5.23 minutos con VGG-16, el entrenamiento se utilizaron las siguientes herramientas y librerías con sus distintas versiones Python == 3.11, Torch ==1.12 + cuda 1.16 + Torchvision == 0.12, zip ==3.17, Opencv- Python == 4.8, Matplotlib, numpy.

- Se realizó las pruebas con 25 épocas para cada tipo de redes neuronales convolucionales.

3 RESULTADOS

3.1 Resultados evaluación

En la fig. 4 muestra la matriz de confusión, así, nuestro modelo VGG-16, llegando con un Accuracy de 96.78%, así mismo con una precisión de 96.77% y con Recall de 95.74%, de nuestras imágenes sanas fueron clasificados como incorrectas 9 de las imágenes fueron clasificados como Trpis y 12 imágenes con la enfermedad de trips fueron clasificados incorrectos, así el modelo VGG-16 predijo.

En la fig. 6 se muestra la matriz de confusión por el modelo

True	sanas	281	3
Label	trips	2	376
		sanas	trips
		Predict Label	

Fig. 4. Matriz de confusión del modelo VGG-16

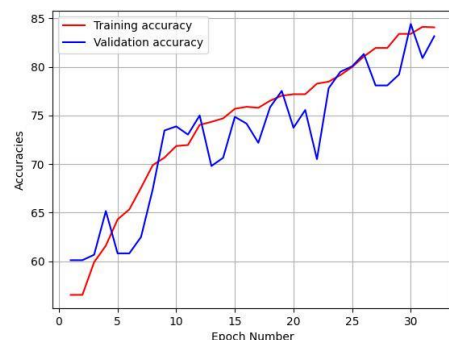


Fig. 5. Validación de Accuracy según modelo VGG-16

de ResNet18, que obtuvo un Accuracy de 99.24%, así mismo con una precisión de 98.94% y con una Recall de 99.29%, de los cuales 3 imágenes sanas fueron clasificadas incorrectas y 2 imágenes con la enfermedad de trips fueron predichas incorrectas según nuestro modelo ResNet18, obtuvo mejores resultados que el modelo VGG-16 según se muestra en la fig.4, así mismo, nos quedamos con el modelo ResNet18. Para este trabajo.

True Label	sanas	270	9
	trips	12	362
		sanas	trips
		Predict Label	

Fig. 7. Matriz de cofución segun el modelo ResNet18

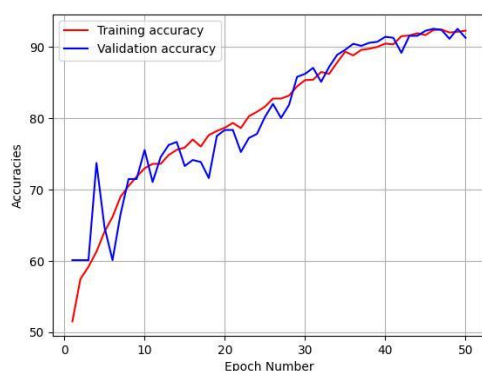


Fig. 8. Validación accuracy según el modelo ResNet18

TABLA 2.

Valores de las metricas de las arquitecturas de mejor rendimiento.

Modelo	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
ResNet18	99,24	98,94	99,29	99,12
VGG-16	96,78	96,77	95,74	96,26

Al comparar la exactitud de las arquitecturas, los mejores resultados que se obtuvo fue de ResNet18 con 99.24%.

Nuestro trabajo pretende crear un método cómodo de diagnosticar la enfermedad del TRIPS de la hoja de la palta. Los agricultores u otras partes interesados puedan tomar fotos de las hojas de la palta del campo utilizando el reconocimiento de imágenes puedan identificar dicha enfermedad en la palta en cuestión de segundos. Utilizando un enfoque diferente en el que detectaron plantas de la palta, la principal enfermedad del Trips. Utilizando métodos de aprendizaje automático.

Sin embargo, este trabajo sigue presentando algunas limitaciones. El conjunto de datos que se utilizó fue bastante pequeño. También hubiera sido mejor incluir imágenes de hajas de la palta de distintos departamentos del país, lo que ubriera aumentado la diversidad de los datos. En general, los enfoques actuales son razonablemente buenos para diagnosticar el Trips de la hoja de la palta, una enfermedad que se produce a muy temprana, y se espera mejorar en el futuro con más datos de entrenamiento.

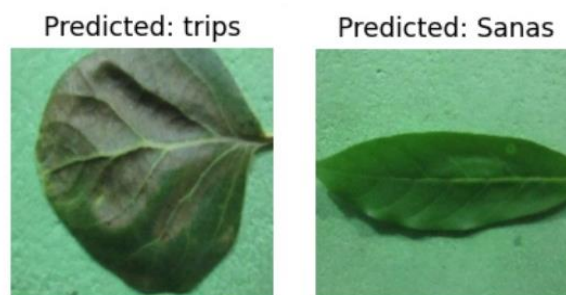


Fig. 6. Predicción para las enfermedades de la palta por medio de las hojas.

Donde la curva 0.95 para nuestro modelo ResNet18 mientras que VGG-16 obtuvo 0.84 el error estándar es de 0.018 para ResNet18 donde 0.029 para VGG-16 para la significativa se obtuvo 3.2227 es significativa para nuestro experimento.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La automatización en el sector agrícola es una necesidad para los agricultores de bajos recursos en vías de desarrollo, como Quitasol Abancay, Apurímac, Perú, están por muy detrás de los estándares actuales. El uso de inteligencia artificial en el análisis de enfermedades de las plantas ha cobrado importancia en los países de desarrollo en los últimos años, ya que ofrece un sistema inteligente que pueda funcionar en situaciones del mundo real, así, prestando apoyo a los agricultores no expertos, agro veterinarias y patologías. En este estudio, el objetivo de la arquitectura VGG-16 pueda identificar las enfermedades de TRIPS en las hojas del aguacate, especialmente en Abancay, Quitasol, se recopiló un conjunto de datos de 3900 imágenes de hojas infectadas y sanas de Abancay quitasol de los agricultores y se clasificaron manualmente en 2 clases de 1 con enfermedad de TRIPS una clase con hojas sanas. Las imágenes estaban de color en 3 canales, con un tamaño de 2304x1728x3, se redujo de tamaño a 276x156x3, para permitir el manejo de características, se redujeron para su entrenamiento en ResNet18 y VGG-16 ambos con modelo CNN. El modelo ResNet18 propuesto consta con cuatro pares conv-pool y dos capas densas totalmente conectadas. El modelo demuestra su precisión media del 99.24%. El rendimiento se validó mediante validaciones cruzadas. Este modelo se considera un punto de referencia para evaluar otras arquitecturas, complejas, de aprendizaje profundo. Mientras, VGG-16 mostró un resultado de 96.78% de rendimiento con comparación con ResNet18 de la última generación. Además. ResNet18 es eficiente en términos de exactitud, precisión, si no también de considerable reducción de tiempo de cálculo y complejidad al tener parámetros entrenables mucho más bajos. Las aplicaciones potenciales de la arquitectura VGG-16 en el diagnóstico de enfermedades en las plantas son numerosas, en modelos CNN como VGG-16 y ResNet18, puede ser una excelente adición a las funciones de procesamiento de imágenes para mejorar su capacidad de manejar imágenes de cualquier tipo.

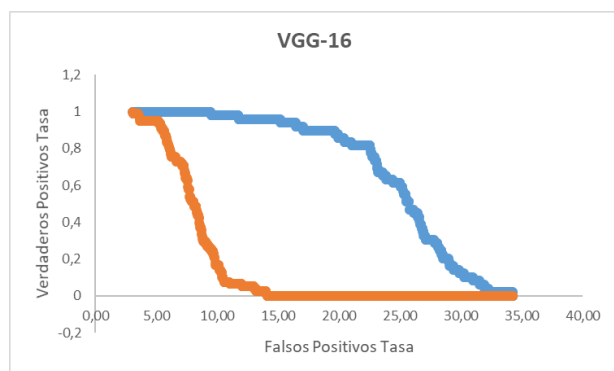


Fig. 9. ROC Curva para ResNet18

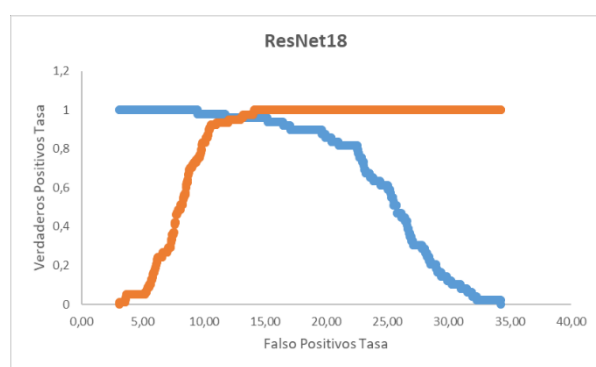


Fig. 10. ROC Curva para VGG-16

4.2 Recomendaciones

Por esto, este trabajo de investigación se recomienda utilizar una Base de Datos de la región de origen junto con la arquitectura de CNN ResNet18 para el desarrollo de reconocimiento de enfermedades de TRIPS, como herramienta de apoyo hacia los agricultores del sector de quitasol. Por los altos valores obtenidos en la experimentación.

AGRADECIMIENTOS

Los reconocimientos a los agricultores de quitasol por aarnos facilitado acceso a las plantaciones de sus cultivos de la palta para la recolección y recopilación de las hojas de la palta para poder conformar nuestro Datasets el cual se uso para el entrenamiento de nuestro red neuronal y posteriormente para realizar nuestras pruebas.

Los autores desean agradecer a A, B, C. Este trabajo fue apoyado en parte por una subvención de XYZ (opcional)

REFERENCIAS

- [1] P. A. Lta, "Análisis de 2015 - 2019," 2019.
- [2] Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación de España, "plan de manejo trips en el cultivo de aguacate hass," pp. 227–228.
- [3] J. A. López-Buenfil and J. G. Torres-Martínez, "Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México," p. 38, 2018.
- [4] P. Solís Calderón, *PLAN DE MANEJO DE TRIPS EN EL CULTIVO DEL AGUACATE HASS*. 2016. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/33815>
- [5] A. Pe, "Latinoamérica lidera crecimiento mundial de la palta, con México, Perú, Chile y Colombia a la vanguardia," 31 julio del 2023. [Online]. Available: <https://agraria.pe/noticias/produccion-mundial-de-palta-alcanzo-las-8-4-millones-de-tone-32683#:~:text=a la vanguardia-,Producción mundial de palta alcanzó las 8.4 millones de toneladas,entre el 2012 y 2022&text=México el principal productor global,y Perú>
- [6] N. de Prensa, "Exportación de palta supero las 36 mil toneladas en primer bimestre de 2024." [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/agromercado/noticias/930071-midagri-exportacion-de-palta-supero-las-36-mil-toneladas-en-primer-bimestre-de-2024>
- [7] G. R. Apurímac, "Apurímac exportará Palta a nivel internacional," 28 noviembre 2022. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/regionapurimac/noticias/67481-0-apurimac-exportara-palta-a-nivel-internacional>
- [8] H. Afzaal *et al.*, "Detection of a potato disease (Early blight) using artificial intelligence," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 3, pp. 1–17, 2021, doi: 10.3390/rs13030411.
- [9] C. C. Bonik, F. Akter, M. H. Rashid, and A. Sattar, "A Convolutional Neural Network Based Potato Leaf Diseases Detection Using Sequential Model," *2023 Int. Conf. Adv. Technol. ICONAT* 2023, no. April, 2023, doi: 10.1109/ICONAT57137.2023.10080063.
- [10] A. Ramcharan, P. McCloskey, K. Baranowski, and N. Mbilinyi, "A Mobile-Based Deep Learning Model for Cassava Disease Diagnosis," vol. 10, no. March, pp. 1–8, 2019, doi: 10.3389/fpls.2019.00272.
- [11] G. Kamdar, Jignesh and Jasani, M. and Jasani, Jash and John, Jeba Praba and John. J, "Artificial intelligence for plant disease detection: past, present, and future," pp. 223–238, 2021.
- [12] F. Coban, "The Role of the Media in International Relations: From the CNN Effect to the AI –Jazeera Effect," *J. Int. Relations Foreign Policy*, vol. 4, no. 2, pp. 45–61, 2016, doi: 10.15640/jirfp.v4n2a3.
- [13] M. A. B. Bhuiyan, H. M. Abdullah, S. E. Arman, S. Saminur Rahman, and K. Al Mahmud, "BananaSqueezeNet: A very fast, lightweight convolutional neural network for the diagnosis of three prominent banana leaf diseases," *Smart Agric. Technol.*, vol. 4, no. February, p. 100214, 2023, doi: 10.1016/j.atech.2023.100214.
- [14] C. A. S. ROBLES and I. D. P. C. CRUZ, "Modelo de predicción de plagas en el cultivo de palto utilizando metodología de aprendizaje automático supervisado, empresa Virú S.A., 2019-2021," pp. 1–60, 2021, [Online]. Available: http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf
- [15] R. A. Rizvee *et al.*, "LeafNet: A proficient convolutional neural network for detecting seven prominent mango leaf diseases," *J. Agric. Food Res.*, vol. 14, no. July, p. 100787, 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100787.
- [16] M. S. H. Talukder *et al.*, "JutePestDetect: An intelligent approach for jute pest identification using fine-tuned transfer learning," *Smart Agric. Technol.*, vol. 5, no. July, p. 100279, 2023, doi: 10.1016/j.atech.2023.100279.

- [17] F. D. E. I. Y. Arquitectura, "Shiane Lizceth Farfan Vergara," 2021.
- [18] W. A. Lozada-Portilla, M. J. Suarez-Barón, and E. Avendaño-Fernández, "Application of convolutional neural networks for detection of the late blight *Phytophthora infestans* in potato *Solanum tuberosum*," *Rev. U.D.C.A Actual. Divulg. Cient.*, vol. 24, no. 2, pp. 1–9, 2021, doi: 10.31910/rudca.v24.n2.2021.1917.
- [19] A. C. B. y L. F.-F. Olga Russakovsky*, Jia Deng*, Hao Su, Jonathan Krause, Sanjeev Satheesh, Sean Ma, Zhiheng Huang, Andrej Karpathy, Aditya Khosla, Michael Bernstein, "Desafío de reconocimiento visual a gran escala de ImageNet." [Online]. Available: <https://www.image-net.org/challenges/LSVRC/index.php>
- [20] T. Bachlechner, B. P. Majumder, H. Mao, G. Cottrell, and J. McAuley, "ReZero is All You Need: Fast Convergence at Large Depth," *Proc. Mach. Learn. Res.*, vol. 161, no. 1, pp. 1352–1361, 2021.
- [21] K. H. and X. Z. and S. R. and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," *2016 IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 770–778, 2015, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:206594692>
- [22] D. P. H. and M. Salathe, "An open access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics," 2016, [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1511.08060>
- [23] E. A. Huerta-mora, V. González-huitrón, H. Rodríguez-rangel, and L. E. Amabilis-sosa, "Detección de enfermedades foliares con arquitecturas de redes neuronales convolucionales," vol. 5, no. 1, pp. 18–40, 2020.

BIOGRAFÍA

Primer Author. Joselyn Huaman Ampuero, Bachiller en Ingeniería y Sistemas, Bachiller obtenido en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac en el año 2024.

Segundo autor. Marleny Peralta Ascue. Ingeniero de Sistemas, título obtenido en la Universidad Privada de Tacna, en el año 1999. Magister en Investigación Desarrollo e Informática; grado obtenido en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco en el año 2016. Docente Ordinario de la Universidad Tecnológica de los Andes y de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Tercer autor. Julio Cesar Lloclli Champi. Ingeniero de Sistemas e Informática, Título obtenido en la Universidad Tecnológica de los Andes, en el año 2014. Magister en Ingeniería de Software, docente contratado en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Enfoque Metodológico para la Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres en Instituciones Educativas: Caso UNAMBA

Methodological Approach for Disaster Risk Prevention and Reduction in Educational Institutions: The Case of UNAMBA

Carlos Mendoza Contreras ^A, William Hurtado Casaverde ^B y Yaneth R. Valderrama Mamani ^C

Resumen— La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) está en una región andina expuesta a lluvias intensas, sismos e incendios urbanos. Este estudio desarrolla el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD) 2024-2030, un modelo metodológico para reducir vulnerabilidades, garantizar la continuidad operativa y fortalecer la resiliencia institucional con enfoque en salud pública. El diagnóstico identificó que el 91% de las infraestructuras tienen riesgo "alto" frente a lluvias y sismos, y el 19% enfrenta riesgo "muy alto" por incendios urbanos debido a sistemas eléctricos obsoletos. Además, el 66% de los estudiantes provienen de familias en pobreza o pobreza extrema, aumentando su vulnerabilidad. El PPRRD se alinea con el Marco de Sendai, la política nacional de GRD al 2050 y el plan estratégico de la UNAMBA, proponiendo 21 acciones estratégicas como Evaluaciones de Riesgo, Medidas Correctivas, Sistemas de Alerta Temprana y Fortalecimiento de Capacidades. Con un presupuesto de S/ 2,143,000, el plan combina análisis técnico, participación comunitaria y medidas prospectivas y correctivas, consolidándose como un modelo replicable en contextos educativos vulnerables.

Palabras clave: Gestión de riesgos, infraestructura educativa, resiliencia institucional, salud pública.

Abstract— The National University Micaela Bastidas of Apurímac (UNAMBA) is located in an Andean region exposed to heavy rains, earthquakes, and urban fires. This study develops the 2024-2030 Disaster Risk Prevention and Reduction Plan (PPRRD), a methodological model to reduce vulnerabilities, ensure operational continuity, and strengthen institutional resilience with a focus on public health. The assessment identified that 91% of infrastructures have a "high" risk from rains and earthquakes, and 19% face a "very high" risk from urban fires due to outdated electrical systems. Additionally, 66% of students come from families in poverty or extreme poverty, increasing their vulnerability. The PPRRD aligns with the Sendai Framework, the national DRR policy for 2050, and UNAMBA's strategic plan, proposing 21 strategic actions such as Risk Assessments, Corrective Measures, Early Warning Systems, and Capacity Building. With a budget of S/ 2,143,000, the plan integrates technical analysis, community participation, and both prospective and corrective measures, positioning itself as a replicable model for vulnerable educational contexts.

Keywords: Risk management, educational infrastructure, institutional resilience, public health.

1 INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) se enfrenta a un entorno geográfico y social complejo, caracterizado por una alta exposición a fenómenos naturales e inducidos por la acción humana, como lluvias intensas, sismos e incendios urbanos [1]. La ubicación andina de la institución, combinada con factores socioeconómicos de vulnerabilidad y deficiencias en infraestructura, enfatiza la necesidad de adoptar un enfoque integral para la gestión del riesgo de desastres. Morales [2] destaca la importancia de comprender la sismicidad de la región andina como un factor clave para fortalecer la resiliencia de las instituciones educativas frente a eventos sísmicos. Asimismo, el estudio de Villacorta y Valderrama [3] sobre los flujos de detritos en

Tamburco, Abancay, provocados por lluvias intensas, constituye un antecedente relevante sobre la vulnerabilidad del área de influencia de la UNAMBA. Investigaciones adicionales realizadas por INGEMMET y el Gobierno Regional de Apurímac (GORE Apurímac) han reforzado la necesidad de implementar medidas preventivas y correctivas para mitigar los impactos de estos eventos. Ante este escenario, el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD) 2024-2030 surge como una respuesta estratégica a esta problemática. Este documento establece las bases para una gestión prospectiva y correctiva que garantice la seguridad de la comunidad universitaria y la continuidad de las actividades académicas y administrativas, con un enfoque en la salud pública. La formulación del plan está sustentada en un diagnóstico integral y una metodología



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología

ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 2/03/25 - Indexaciones

Número: doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025

Páginas: 22- 28 | Recibido 04/12/2025 ; Aceptado 20/02/2025

doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.131

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0002-6313-2003>
Carlos Mendoza Contreras, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Mendozac@unamba.edu.pe
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-1441-5616>
William Hurtado Casaverde, colegio de ingenieros del Perú, william910whc@gmail.com
- C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-9776-5397>
Yaneth R. Valderrama Mamani, Universidad tecnológica de los Andes –Apurímac, valderramam@utea.edu.pe

participativa que involucra a actores clave de la universidad y a entidades especializadas en gestión del riesgo de desastres [4].

La introducción del PPRRD expone el contexto de la UNAMBA, su marco normativo y objetivos estratégicos, buscando reducir vulnerabilidades y posicionarla como modelo de gestión del riesgo en instituciones educativas similares. Su implementación representa un paso fundamental para fortalecer la resiliencia institucional, reflejando el compromiso de la UNAMBA con la prevención y reducción del riesgo, así como con la sostenibilidad a largo plazo de sus actividades académicas y administrativas. La universidad se ubica geográficamente en las coordenadas UTM (WGS-84): 730681 E, 8 493 607 N.

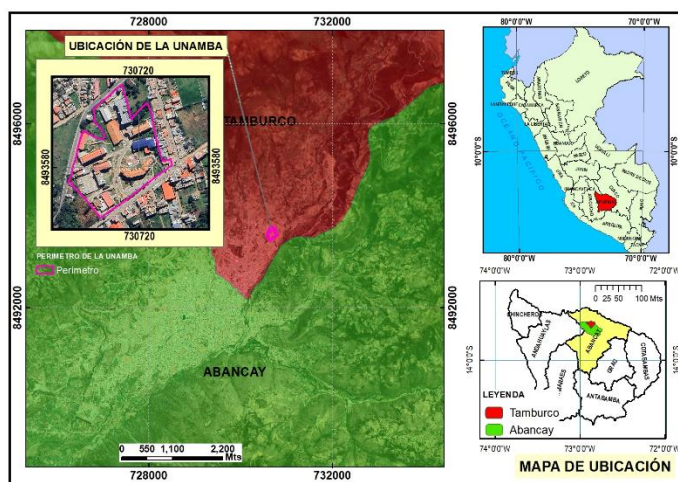


Fig. 1. Ubicación de la UNAMBA.

2 OBJETIVO

El objetivo de la investigación es formular un plan integral de gestión de riesgos que permita mitigar las vulnerabilidades de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) frente a peligros, asegurando la continuidad de sus actividades académicas y administrativas. Para ello, se plantean como objetivos específicos: identificar y caracterizar los peligros, vulnerabilidades y capacidades institucionales de la UNAMBA; desarrollar escenarios de riesgo basados en un análisis multivariado de los factores de riesgo; implementar acciones prospectivas y correctivas para reducir los riesgos identificados; y monitorear y evaluar el impacto de las estrategias adoptadas, garantizando la efectividad del plan. Asimismo, la justificación radica en que la UNAMBA enfrenta una alta vulnerabilidad a peligros naturales e inducidos por la acción humana [5]. Por consiguiente, esta investigación no solo atiende una necesidad institucional crítica, sino que también fortalece la seguridad en el ámbito educativo y establece un marco de referencia para la gestión integral de riesgos en contextos similares. Este enfoque metodológico desarrollado posiciona a la UNAMBA como un referente en la gestión de riesgos en instituciones educativas andinas y demuestra su capacidad de replicabilidad en entornos vulnerables, garantizando la continuidad operativa y la resiliencia institucional frente a desastres. Su éxito dependerá de

una asignación oportuna de recursos financieros y del compromiso sostenido de las autoridades universitarias.

TABLA 1
Niveles de Riesgo

Riesgo por:	% de Infraestructura Universitaria en Riesgo	Nivel de Riesgo
Lluvias Intensas	9%	Muy Alto
	91%	Alto
Sismos	78%	Alto
	22%	Medio
Incendios Urbanos	19%	Muy Alto
	25%	Alto
	56%	Medio

Niveles de riesgo de la infraestructura universitaria frente a lluvias intensas, sismos e incendios urbanos, calculados mediante mapas de peligros y análisis de vulnerabilidad según la metodología de CENEPRED. Destacando los porcentajes de riesgo muy alto, alto y medio.

3 METODOLOGÍA

3.1 Marco Normativo

El PPRRD se sustenta en marcos internacionales como el Marco de Sendai 2015-2030 y la Agenda 2030, así como en la normativa nacional del SINAGERD, Ley N.º 29664. Adicionalmente, se alinea con las políticas y lineamientos institucionales del Plan Estratégico Institucional (PEI) de la UNAMBA y la Guía Metodológica del CENEPRED (2016) [5].

3.2 Diseño Metodológico

La investigación adopta un enfoque aplicado y descriptivo-explicativo. Este diseño permite evaluar y analizar los peligros, vulnerabilidades y capacidades de la UNAMBA en el contexto de su exposición frente a los peligros de origen natural, así como los inducidos por la acción humana, utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas; utilizando herramientas SIG para análisis geospaciales, talleres participativos y encuestas.

3.3 Fases Metodológicas

El proceso metodológico se estructuró en seis fases, adaptadas del modelo del CENEPRED:

La formulación del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD), comenzó con la conformación de un equipo técnico multidisciplinario integrado por 14 especialistas en ingeniería civil, geología, gestión ambiental y ciencias sociales, respaldado por la Resolución Rectoral N.º 091-2024-R-UNAMBA. Este equipo contó con el apoyo técnico de la Dirección Desconcentrada de CE-NEPRED en Cusco y llevó a cabo una capacitación inicial dirigida a actores clave, incluyendo autoridades universitarias y personal técnico, además de organizar talleres de sensibilización.

El diagnóstico integral abarcó los aspectos físicos, sociales, económicos, ambientales, institucionales y fenomenológicos, identificando deficiencias en su capacidad para gestionar los riesgos de desastres. En particular, en la gestión prospectiva, la universidad carece de líneas de investigación, programas académicos, y cursos de capacitación en gestión de riesgos. En la gestión correctiva, no dispone de equipos y materiales

para la respuesta a emergencias, programas de rehabilitación, ni planes de contingencia para gestionar el riesgo de desastres. En la gestión reactiva, aunque la universidad forma parte de las plataformas de coordinación distrital, provincial y regional de defensa civil, no cuenta con equipos de respuesta rápida ni fondos de emergencia. En cuanto a los recursos humanos, el 30% del personal tiene un conocimiento "moderado" en gestión prospectiva y el 20% tiene un conocimiento "bajo" en gestión correctiva, lo que indica una capacidad limitada en este ámbito. En los recursos logísticos e infraestructura, se identificaron deficiencias significativas, como la falta de un Centro de Operaciones de Emergencia (COE) y de espacios adecuados para la coordinación durante emergencias. Los recursos financieros son insuficientes, lo que se atribuye a la falta de estrategias claras de gestión de riesgos y a la ausencia de una programación presupuestaria adecuada para la GRD. Asimismo, el diagnóstico fenomenológico, basado en la información del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD v2.0) del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) [6], revela que las emergencias más recurrentes desde 2019 son las provocadas por lluvias intensas, vientos fuertes, incendios forestales, granizadas, incendios urbanos, heladas, descenso de temperatura y deslizamientos. A nivel regional, se han registrado un total de 5,339 emergencias, de las cuales las lluvias intensas representan el 25.96%, los vientos fuertes el 16.15% y los incendios forestales el 13%. En la provincia de Abancay, se han registrado 1,085 emergencias, con lluvias intensas representando el 27.70%, los incendios forestales el 25.4% y los vientos fuertes el 8%. A nivel distrital, en Tamburco, donde se encuentra la UNAMBA, se han registrado 125 emergencias, con lluvias intensas representando el 41.6% y los incendios forestales el 29.6%. Los peligros más destacados identificados son las lluvias intensas (25.96% a nivel regional, 27.7% a nivel provincial y 41.6% a nivel distrital), el peligro sísmico (0.24% de las emergencias a nivel regional) y los incendios urbanos (7.25% a nivel regional, 5.4% a nivel provincial y 4.0% a nivel distrital). Estos resultados subrayan la necesidad de priorizar la prevención y mitigación de estos riesgos para garantizar la seguridad y operatividad de la UNAMBA.

En la etapa de formulación del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD) de la UNAMBA, se establecieron los objetivos estratégicos en concordancia con el Marco de Sendai y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Para su implementación, se asignó un presupuesto destinado a medidas prospectivas y correctivas, como el reforzamiento de infraestructuras y la instalación de sistemas de alerta temprana. Este enfoque garantiza una alineación efectiva entre los objetivos del PPRRD y las estrategias institucionales en los niveles internacional, nacional, regional y provincial, promoviendo una gestión integral del riesgo y fortaleciendo la resiliencia ante desastres.

El plan contempla cinco objetivos específicos y 21 actividades programadas hasta 2030, respaldadas por un presupuesto de S/ 2,143,000, proveniente de recursos ordinarios y del canon minero. Los objetivos incluyen la generación de conocimientos e información sobre los peligros y vulnerabilidades, así como determinar los niveles de riesgo en el campus universitario y sus sedes; implementar medidas correctivas para reducir los riesgos en infraestructuras y equipos; mejorar la

infraestructura organizativa y logística para una adecuada implementación de la gestión del riesgo de desastres (GRD); realizar acciones correctivas y de formación que fortalezcan las capacidades institucionales para mitigar los riesgos en la comunidad universitaria; optimizar la identificación de recursos financieros para garantizar la sostenibilidad de las estrategias de GRD.

La validación del PPRRD se llevó a cabo de manera progresiva conforme avanzaba la formulación del plan, incluyendo validaciones técnicas realizadas con el apoyo de la Dirección Desconcentrada de CENEPRED en Cusco, y validaciones sociales mediante reuniones y talleres con los integrantes del equipo técnico, lo que fortaleció continuamente la legitimidad del plan.

La implementación del PPRRD 2024-2030 de la UNAMBA cuenta con un presupuesto multianual estimado de S/ 2,143,000, financiado con recursos ordinarios y del Canon, estratégicamente asignado hasta el año 2030. Durante los primeros años, las inversiones se enfocan en el mejoramiento de infraestructuras críticas, mientras que en los años posteriores se destinan a mantenimiento y mejoras menores. El análisis de factibilidad respalda la viabilidad del plan, pero su éxito dependerá de la continuidad del flujo de financiamiento, así como de contar con la capacidad técnica y operativa necesaria para garantizar una ejecución eficiente, minimizando riesgos de retrasos y sobrecostos. Además, se han identificado cinco propuestas de proyectos de inversión dirigidos a mitigar riesgos y fortalecer la resiliencia de la ciudad universitaria.

El monitoreo, seguimiento y evaluación son esenciales para garantizar la efectividad del PPRRD de la UNAMBA. El monitoreo asegura la correcta ejecución de las acciones, generando informes periódicos para identificar desviaciones. El seguimiento, a cargo del equipo técnico de GRD, se realiza semestralmente y reporta al rector de la UNAMBA, quien preside el grupo de trabajo de GRD. La evaluación anual, también liderada por el rector, mide los logros en relación con los objetivos del plan y proporciona retroalimentación para su optimización. Estas actividades se basan en indicadores específicos, medios de verificación y responsables definidos.

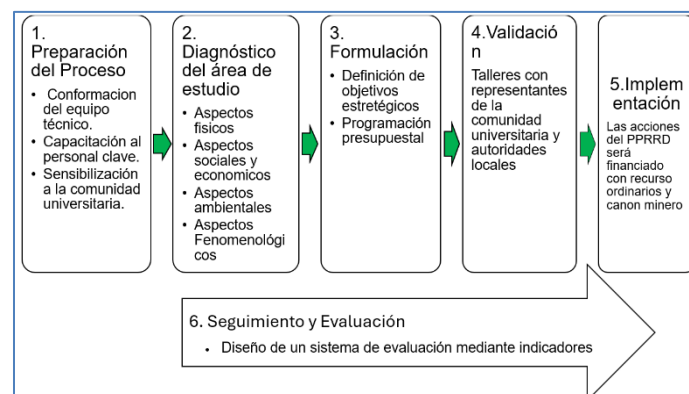


Fig. 2. Ruta metodológica para elaborar el PPRRD, adaptada del CENEPRED.

4 RESULTADOS

El diagnóstico integral realizado en el campus universitario, permitió identificar aspectos clave relacionados con la

vulnerabilidad y el riesgo:

4.1 Aspectos Físicos

Geológicamente, la universidad se encuentra sobre depósitos cuaternarios aluviales [7], con una topografía suavemente inclinada y pendientes de 5° a 20°, situándose sobre un potente depósito aluvial compacto. La geomorfología de la zona, un piedemonte aluvial, indica que la universidad está en una zona susceptible a inundaciones periódicas debido a los sedimentos transportados por corrientes de agua de las montañas cercanas. La pendiente del terreno varía entre muy baja (<5°) y baja (5°-20°), lo que también contribuye a la vulnerabilidad en casos de lluvias intensas. En cuanto a sismicidad, la ciudad universitaria se ubica en la Zona 2 del mapa sísmico del Perú, con una probabilidad sísmica moderada (0.25) y una historia de sismos significativos, como el ocurrido en el año 1604 [8]. El análisis isosista sugiere la posibilidad de futuros sismos de gran intensidad. El clima en Abancay es semiseco, con precipitaciones medias anuales significativas (59.6 mm) y temperaturas extremas que impactan la infraestructura y la comunidad [9]. Además, según ANA [10], la hidrología de la zona, que incluye las quebradas Colcaque y Cachimayo, refuerza la necesidad de evaluar el riesgo de inundaciones. Estos factores geológicos, geomorfológicos, sísmicos y climáticos subrayan la vulnerabilidad de la UNAMBA frente a peligros naturales, lo que requiere un enfoque integral para su mitigación. [11].

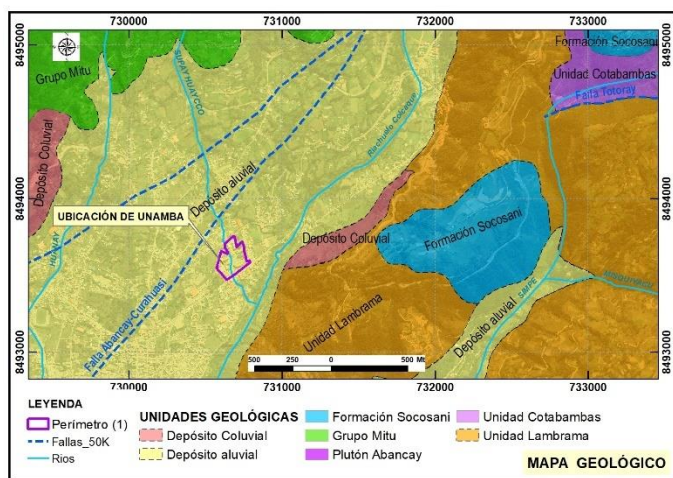


Fig. 3. Mapa geológico que muestra la ubicación de la UNAMBA sobre depósitos aluviales y una pendiente predominantemente baja (5°-20°), caracterizada por un terreno de inclinación suave y algunas áreas con inclinación moderada. Esta topografía la hace vulnerable a fenómenos como la acumulación de agua durante lluvias intensas, deslizamientos en sectores con pendientes moderadas y problemas de estabilidad del suelo, especialmente en caso de sismos o lluvias prolongadas.

4.2 Aspectos Sociales y Económicos

Durante el año académico 2023, la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) registró un total de 3,865 estudiantes, de los cuales 3,030 estaban matriculados en la sede central, lo que representa una población vulnerable ante posibles peligros naturales. El cuerpo docente demandó 311 profesores, de los cuales 234 están en la sede central, y el

personal administrativo y de servicios, esencial para el funcionamiento de la universidad, ascendió a 151 colaboradores. En términos económicos, un análisis socioeconómico reveló que el 52.3% de los estudiantes reciben apoyo financiero de ambos padres, el 19.2% se autofinancia, y el 13.5% depende exclusivamente de su madre. En cuanto a la situación laboral, el 58.5% de los estudiantes ingresantes no trabajan, el 23.4% trabaja de forma eventual, y el 18.1% combina trabajo y estudios. Los hogares de los estudiantes son mayoritariamente de bajos ingresos, con un 31.1% de los estudiantes proveniente de familias con ingresos entre 461 y 700 soles, y un 29.3% de familias con ingresos inferiores a 460 soles [12]. El análisis también muestra que un 34% de los estudiantes matriculados se clasifican como pobres, según el SISFHO, mientras que el 32% son considerados pobres extremos. Estos datos reflejan las condiciones sociales y económicas de la comunidad universitaria, que enfrenta vulnerabilidades significativas ante peligros naturales e inducidos por la acción humanas.

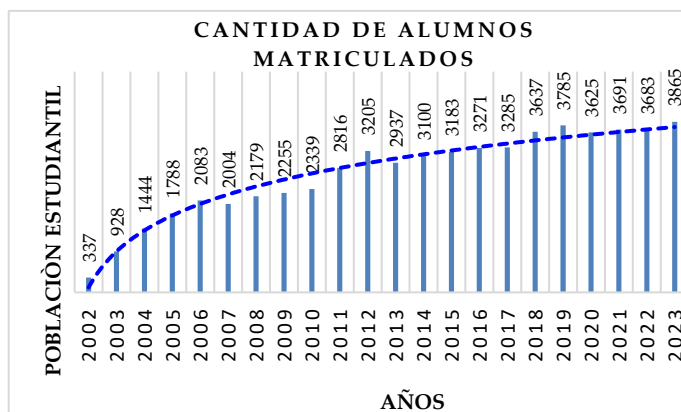


Fig. 4. El crecimiento estudiantil en la UNAMBA (2002-2023) fue significativo al inicio y se estabilizó en la última década, alcanzando 3,865 alumnos en 2023, con 3,030 en la sede central. Este aumento refleja la demanda de educación superior y una mayor exposición a riesgos naturales.

4.3 Escenario de Riesgos

Los peligros identificados y evaluados en la universidad incluyen los siguientes escenarios de riesgo:

A. Lluvias intensas

El escenario de riesgo por lluvias intensas en la UNAMBA, ubicada en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, se caracteriza por umbrales de precipitación superiores a 26.8 mm, clasificados como extremadamente lluviosos [13]. Este fenómeno podría activar la quebrada Supayhuaycco, generando flujo sedimentado superiores a 25,920 m³/hr, que arrastrarían e inundarían elementos expuestos en su trayecto, siendo su dinámica similar a la evaluación realizada por IN-GEMMET [12]. La combinación de factores condicionantes, como la pendiente del terreno (5° a 20°), los depósitos aluviales que dificultan el drenaje natural y la geomorfología de piedemonte aluvio torrencial, agrava el riesgo al permitir la rápida acumulación de agua en áreas vulnerables. La población expuesta incluye más de 3,415 personas entre estudiantes, docentes y personal administrativo, además de 32 infraestructuras físicas, como oficinas y escuelas profesionales, que son

susceptibles a daños por inundaciones y erosión. La obstrucción de sistemas de drenaje por acumulación de sedimentos aumenta la probabilidad de inundaciones repentinas, generando riesgos significativos para la seguridad humana y la continuidad operativa de la universidad.

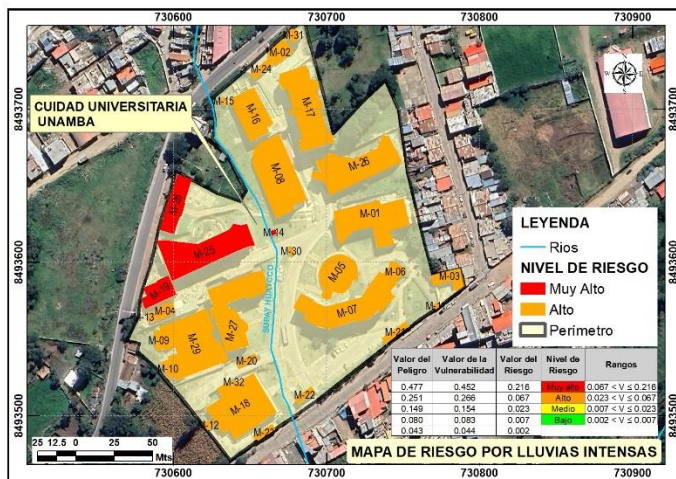


Fig.5. Mapa de riesgos por Lluvias intensas

B. Sismos

El escenario de riesgo por peligro sísmico en la UNAMBA, ubicada en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, considera la ocurrencia de sismos con magnitudes mayores a 4 Mw e intensidades de hasta VIII en la escala de Mercalli [14]. Estos eventos, asociados a la falla geológica activa Abancay-Curahuasi, representan un nivel de riesgo Alto para más de 3,415 integrantes de la comunidad universitaria y las 32 edificaciones académicas y administrativas. Factores condicionantes como el historial sísmico recurrente, la profundidad del sismo (superficial e intermedio), la pendiente del terreno (5° a 20°), la geomorfología de piedemonte y los depósitos aluviales amplifican el movimiento sísmico, aumentando la probabilidad de daños severos. Los riesgos incluyen lesiones, pánico y estrés emocional en la población, mientras que en la infraestructura destacan el colapso de edificios, daños en sistemas eléctricos, interrupción de servicios esenciales y pérdida de equipos y datos. Este escenario subraya la vulnerabilidad de la universidad ante eventos tectónicos y la necesidad de implementar estrategias de mitigación y resiliencia.

C. Incendios Urbanos

El escenario de riesgo por incendios urbanos en la UNAMBA, ubicada en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, considera la posibilidad de incendios de gran magnitud, originados por cortocircuitos eléctricos, materiales inflamables en laboratorios, bibliotecas o oficinas, y fallos en sistemas de gas [15]. Este escenario afecta a más de 3,415 personas, entre estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes, además de las 32 edificaciones del campus, cuya antigüedad y estado de mantenimiento las hacen vulnerables. Factores condicionantes incluyen instalaciones eléctricas antiguas, presencia de químicos y materiales combustibles, limitada capacitación en respuesta a incendios y deficiencias en los sistemas de detección y extinción. Los riesgos para la población incluyen lesiones por quemaduras e inhalación de humo, estrés emocional y posibles fatalidades. En cuanto a la infraes-

Mendoza Contreras Carlos, Hurtado Casaverde William y Valderrama Mamani Yaneth R.

tructura, se consideran daños severos o colapsos de edificios, afectación a equipos de laboratorio, sistemas eléctricos y de servicios esenciales, así como pérdida de datos y archivos críticos. La accesibilidad limitada para equipos de emergencia amplifica las consecuencias de estos incidentes, destacando la necesidad de fortalecer las medidas preventivas y de respuesta ante este tipo de emergencias.

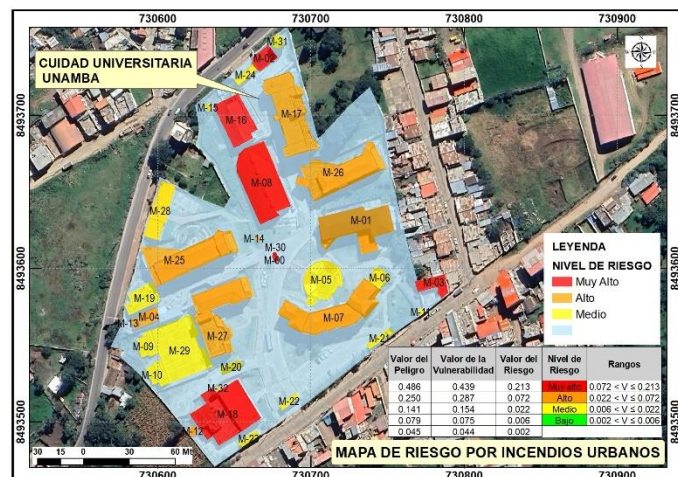


Fig.6. Mapa de Riesgos por Incendios Urbanos

4.4 Árbol de Problemas

El análisis causal identificó las principales causas de los riesgos que afectan a la infraestructura y a la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA). Entre los problemas más significativos destaca la alta vulnerabilidad ante peligros naturales, como lluvias intensas y sismos, así como riesgos inducidos por la acción humana, como incendios urbanos. Este problema principal se desglosa en cinco aspectos críticos, representados en la Fig.7 y organizados en un árbol de problemas. Con base en este análisis, se han desarrollado estrategias y planes de acción destinados a reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad de respuesta de la institución frente a emergencias.

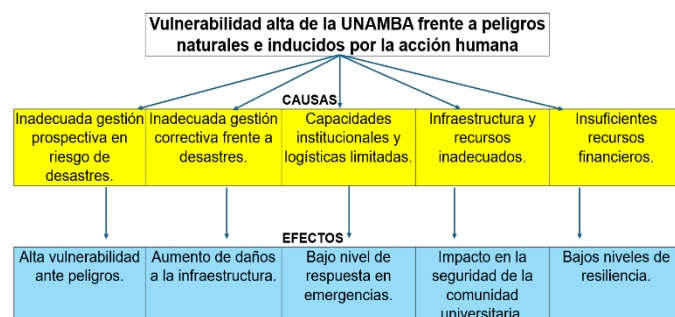


Fig.7. Árbol de problemas del PPRD 2024-2030

4.5 Medidas de Mitigación Propuestas

Las medidas de mitigación propuestas se detallan en la tabla 2 y están organizadas estratégicamente en:

Las acciones prospectivas, que incluyen la generación de conocimiento sobre riesgos mediante estudios de ingeniería y Evaluación del Riesgo (EVAR) en la quebrada Supayhuayco y áreas de influencia, análisis de vulnerabilidad estructural,

no estructural y funcional en los edificios del campus y filiales, y evaluación del cumplimiento de condiciones de seguridad según las normativas técnicas. Asimismo, contemplan la planificación y educación a través de la elaboración y actualización de planes específicos para la gestión de riesgos, la inclusión de temas relacionados en el currículo académico de todas las carreras, y la capacitación en gestión del riesgo de desastres para la salud pública dirigida a docentes, personal administrativo y estudiantes. Finalmente, se propone la implementación de sistemas tecnológicos como sistemas de alerta temprana para riesgos específicos, incluidos sismos, lluvias intensas e incendios urbanos.

Por otro lado, **las acciones correctivas** comprenden la descolmatación periódica de la quebrada Supayhuayco para prevenir inundaciones, la actualización y estandarización de instalaciones eléctricas en edificios claves, y mejoras en infraestructuras críticas como laboratorios y edificios administrativos para garantizar su seguridad y funcionalidad. Asimismo, incluyen el fortalecimiento de capacidades operativas mediante la instalación de generadores eléctricos de emergencia para asegurar la continuidad operativa en situaciones críticas y la adquisición de equipos y materiales adecuados para la respuesta inmediata a emergencias. Finalmente, se contempla la identificación y aseguramiento de financiamiento externo para proyectos relacionados con la gestión de riesgos y resiliencia.

5 DISCUSIÓN

El enfoque metodológico participativo adoptado en el PPRRD 2024-2030 ha demostrado ser altamente efectivo en la priorización de acciones estratégicas, fortaleciendo la capacidad de respuesta institucional ante peligros como lluvias intensas, sismos e incendios urbanos. Este modelo es particularmente relevante considerando que el 41.6% de las emergencias distritales en Tamburco, donde se ubica la UNAMBA, están asociadas a lluvias intensas, conforme explica Gómez [16] y el 78% de la infraestructura universitaria presenta un nivel de riesgo "alto" frente a sismos. La implementación del diagnóstico integral permitió identificar que más del 80% de los estudiantes y personal administrativo desconocen los fundamentos de la gestión del riesgo de desastres y sus aspectos de salud pública, como primeros auxilios y apoyo psicosocial. Este vacío crítico resalta la necesidad de programas de capacitación que fomenten una cultura preventiva en la comunidad universitaria. Asimismo, el análisis multivariado reveló que el 19% de la infraestructura enfrenta riesgos "muy altos" frente a incendios urbanos debido a instalaciones eléctricas obsoletas y falta de sistemas de detección y extinción.

La construcción de escenarios de riesgo específicos, como el flujo sedimentado proyectado en la quebrada Supayhuayco (25,920 m³/h), fue esencial para desarrollar medidas prospectivas y correctivas. Estas incluyen la instalación de sistemas de alerta temprana y el reforzamiento de edificaciones críticas, garantizando una mayor resiliencia institucional. Este enfoque se alinea con estudios previos en instituciones educativas andinas que destacan la combinación de análisis técnico y participación comunitaria como una práctica efectiva, conforme indican Hernández [17] y el INDECI [18], quienes proponen estrategias de

capacitación y sensibilización tanto en instituciones educativas como en comunidades vulnerables.

El diseño de un sistema de monitoreo semestral asegura la sostenibilidad del plan mediante indicadores específicos, permitiendo ajustes continuos y evaluaciones periódicas. No obstante, el éxito a largo plazo dependerá de la asignación de S/ 2,143,000 para la implementación y de un compromiso constante de las autoridades universitarias.

TABLA 2
Proyectos para la GRD y Resiliencia

Objetivo	Acción	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Pro-grama	Fuen-te
1. Generar el conocimiento y la información sobre los peligros, vulnerabilidades y determinar los niveles de riesgo dentro del campus universitario.	1.1 Acción	--	300,000	--	--	--	--	--	300,000	RO
	1.2 Acción	--	15,000	--	--	--	--	--	15,000	RO
	1.3 Acción	--	15,000	--	--	--	--	--	15,000	RO
	1.4 Acción	10,000	10,000	10,000	--	--	--	--	30,000	RO
2. Implementar medidas correctivas para reducir los riesgos en infraestructuras y equipos.	2.1 Acción	--	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	30,000	RCM
	2.2 Acción	--	--	300,000	--	--	--	--	300,000	RO
	2.3 Acción	--	--	200,000	--	--	--	--	200,000	RCM
	2.4 Acción	--	--	--	100,000	100,000	100,000	--	300,000	RO
	2.5 Acción	--	--	--	400,000	--	--	--	400,000	RO
3. Mejorar la infraestructura organizativa y logística para una implementación correcta de la GRD	3.1 Acción	--	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	60,000	RO
	3.2 Acción	--	--	100,000	80,000	60,000	--	--	240,000	RCM
	3.3 Acción	--	--	--	--	--	--	--	0	RO
	3.4 Acción	--	--	--	--	--	--	--	0	RO
	3.5 Acción	10,000	--	10,000	0	0	0	0	20,000	RO
4. Implementar medidas correctivas para reducir los riesgos en infraestructuras y equipos.	4.1 Acción	--	--	--	--	--	--	--	0	RO
	4.2 Acción	--	--	--	--	--	--	--	0	RO
	4.3 Acción	10,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	130,000	RO
5. Mejorar la Identificación de recursos financieros para la implementación de GRD	5.1 Acción	--	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	30,000	RO
	5.2 Acción	--	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	36,000	RO
	5.3 Acción	--	3,000	--	--	4,000	--	--	7,000	RO
	5.4 Acción	--	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	30,000	RO
Total	21 acción								2,143,000	

R.O: Recursos Ordinarios; RCM: Recursos del Canon Minero

En esta tabla se presenta el detalle de la planificación de proyectos de gestión de riesgos y resiliencia en la UNAMBA hasta 2030, incluyendo los montos requeridos y las fuentes de financiamiento.

6 CONCLUSIONES

- El PPRRD 2024-2030 de la UNAMBA logró formular un plan integral de gestión de riesgos para mitigar las vulnerabilidades frente a peligros naturales, así como los inducidos por la acción humana, asegurando la continuidad académica y administrativa. Este enfoque permitió identificar los principales riesgos y capacidades institucionales, estableciendo una base para medidas efectivas de prevención, mitigación y respuesta, fortaleciendo la resiliencia institucional.
- En cuanto a la identificación y caracterización de los peligros, vulnerabilidades y capacidades institucionales, se

evidenció que los principales riesgos corresponden a lluvias intensas, sismos e incendios urbanos. El 91 % de la infraestructura universitaria presenta un riesgo "alto" frente a lluvias y sismos, mientras que el 19 % enfrenta un riesgo "muy alto" ante incendios urbanos debido a sistemas eléctricos obsoletos y falta de medidas preventivas. Además, el análisis social destacó que el 66 % de los estudiantes provienen de familias en situación de pobreza o pobreza extrema, incrementando su vulnerabilidad.

- Respecto al desarrollo de escenarios de riesgo, se utilizaron análisis multivariados que permitieron proyectar escenarios críticos, como el flujo sedimentado en la quebrada Supayhuaycco, con un caudal estimado de 25,920 m³/hr. Este análisis permitió identificar las áreas más vulnerables y fundamentar acciones específicas de mitigación.
- Para el objetivo de implementar acciones prospectivas y correctivas, el plan priorizó medidas como la modernización de sistemas eléctricos, la descolmatación periódica de quebradas, el reforzamiento de infraestructuras críticas y la instalación de sistemas de alerta temprana. Este plan combina análisis técnico, estrategias participativas y medidas prospectivas y correctivas, resultando en la priorización de 21 acciones estratégicas respaldadas por un presupuesto multianual de S/ 2,143,000. Estas acciones están alineadas con el Marco de Sendai y el SINAGERD, garantizando una integración efectiva entre las estrategias prospectivas y correctivas.
- En cuanto al monitoreo y evaluación del impacto de las estrategias, se estableció un sistema de seguimiento semestral y evaluación anual, basado en indicadores específicos y mecanismos de retroalimentación que aseguran la efectividad y sostenibilidad del plan. Este enfoque permite realizar ajustes oportunos durante su implementación y medir los avances en la reducción de riesgos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Coordinador de Enlace Regional del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Ing. William Mendoza Huamán, y al equipo técnico del PPRD de la UNAMBA por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS

- [1] CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales - 2da Versión, Lima, Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015 - 04717, 2014.
- [2] L. Morales, "Estudio de la sismicidad en la región andina," Revista Peruana de Geología, vol. 35, no. 2, pp. 45-60, 2017.
- [3] S. Villacorta y P. Valderrama, Evaluación del Flujo de Detritos de Tamburco, Abancay: INGEMMET, 2012.
- [4] CENEPRED, Guía Metodológica para Elaborar el Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres en los Tres Niveles de Gobierno, Lima, Cene-pred/PCM, 2016.
- [5] GORE Apurímac, Plan Regional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2023 al 2027, Abancay, 2023.
- [6] SINPAD, INDECI, "Plataforma del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación," Obtenido de <http://sinpad2.indeci.gob.pe/sinpad2/faces/public/portal.html>, 1 de febrero de 2024.

[7] INGEMMET, Memoria Descriptiva de la Revisión y Actualización Cuadrángulo de Abancay 28-q, Lima, Perú, junio de 2003.

[8] W. García Márquez, "Movimientos sísmicos ocurridos en Abancay en diciembre de 1963 y enero y febrero de 1964 (Provincia de Abancay, departamento de Apurímac)," Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 13, pp. 143-151, Lima: INGEMMET, 1966.

[9] SENAMHI, "Mapa climático del Perú," Recuperado el 12 de marzo de 2024, de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>, 2024.

[10] ANA, "Estudio Hidrológico de Máximas Avenidas. Delimitación de la Faja Marginal de las quebradas afluentes al río Mariño, en el ámbito del distrito de Abancay," Abancay, 2017.

[11] INGEMMET, Evaluación Integral de la Cuenca del río Mariño (Abancay-Apurímac) para la Prevención de Desastres de Origen Geológico y Geohidrológico, Lima: INGEMMET, 2019.

[12] Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Unidad de Planeamiento, Plan Estratégico Institucional 2024-2030, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay: UNAMBA, 2023.

[13] SENAMHI, Subdirección de Predicción Climática, Umbrales y Precipitaciones Absolutas, Región Apurímac, 16 de septiembre de 2014.

[14] CENEPRED, Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos, Lima, Biblioteca CENEPRED, 2017.

[15] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Escenario de Riesgo por Incendio Urbano del Cercado de Lima, Lima: CENEPRED, 2020.

[16] C. Gómez, "Impacto de los fenómenos climáticos en la infraestructura universitaria," Estudios sobre Cambio Climático y Desastres Naturales, vol. 9, pp. 78-92, 2019.

[17] N. Hernández, Impacto de las lluvias intensas en las zonas urbanas. 1ra ed. Cusco: Editorial Andina, 2017.

[18] Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Guía Técnica para la Evaluación de Riesgos en Infraestructuras Educativas, Lima, 2022.

BIOGRAFÍAS

Carlos Mendoza Contreras es ingeniero geólogo (UNSAAC, 2009) y maestro en Ciencias con mención en Gestión Minera (UNI, 2024). Especialista en riesgos naturales (CENEPRED) y gestión ambiental (UNALM), cuenta con una diplomatura en gestión pública (PUCP).

William Hurtado Casaverde es Ingeniero de Minas (UNAMBA) e Ingeniero Civil (UCV), con una maestría en Ingeniería Civil con mención en estructuras (UAC) y especialización en monitoreo socioambiental, gestión de riesgos y evaluación de impacto ambiental (UNMSM).

Yaneth R. Valderrama Mamani es cirujana dentista por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) y magíster en Salud Pública con mención en Gerencia en Servicios de Salud.

Plataforma web para la evaluación objetiva de la calidad sensorial del chocolate con machine learning

Web system for the objective evaluation of the sensory quality of chocolate using machine learning

Wladimir A. Carlosviza Amanqui ^A y Fred Torres Cruz ^B

Resumen— Este estudio presenta el diseño, implementación y validación de una plataforma web desarrollada en Python para la evaluación objetiva de la calidad sensorial del chocolate mediante técnicas avanzadas de aprendizaje automático. La evaluación sensorial en la industria chocolatera enfrenta una limitación crítica debido a la subjetividad inherente en las percepciones de consumidores y expertos. Con el fin de superar esta problemática, el sistema propuesto integra datos estructurados sobre ingredientes, origen geográfico y descriptores sensoriales, complementados con valoraciones emitidas por consumidores y catadores expertos. Se entrenó y validó un modelo predictivo basado en el algoritmo XGBoost, alcanzando un error cuadrático medio (RMSE) de 0.3867, superando en precisión a otros modelos de regresión evaluados. La plataforma permite a los usuarios ingresar perfiles de nuevos chocolates, obtener predicciones automáticas de calidad, contribuir con evaluaciones y acceder a análisis detallados. El conjunto de datos empleado comprende más de 1,700 muestras de chocolate evaluadas por expertos de la industria en múltiples regiones de origen. El código fuente y los datos están disponibles públicamente en: <https://bit.ly/4ci1P4Y>

Palabras clave: Calidad Sensorial, Chocolate, Evaluación Objetiva y Machine Learning

Abstract— This study introduces the design, implementation, and validation of a web-based platform, developed in Python, for the objective assessment of chocolate's sensory quality utilizing state-of-the-art machine learning techniques. The intrinsic subjectivity in sensory evaluation—arising from heterogeneous consumer and expert perceptions—poses a significant challenge to the chocolate industry. Addressing this limitation, the proposed system integrates structured data on ingredients, geographic origin, and sensory descriptors, augmented with evaluative scores from both consumers and connoisseurs. A predictive model based on the XGBoost algorithm was trained and rigorously validated, achieving a root mean square error (RMSE) of 0.3867, outperforming alternative regression approaches in predictive accuracy. The platform enables users to input new chocolate profiles, receive automated quality predictions, contribute evaluations, and access in-depth analytical insights. The dataset comprises over 1,700 chocolate samples rated by industry experts across diverse origins. The full source code and dataset are openly available at: <https://bit.ly/4ci1P4Y>

Keywords: Sensory Quality, Chocolate, Objective Evaluation and Machine Learning

1 INTRODUCCIÓN

La industria del chocolate ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas [1], la producción bruta mundial de cacao para la temporada 2023/24 será de aproximadamente 4,332 millones de toneladas [2]. Se realizaron estudios en Corea del Sur durante el año 2023, se utilizaron muestras de chocolates comerciales disponibles en el país para evaluar la homogeneidad en la percepción

sensorial de los consumidores [3]. El análisis sensorial tradicional, si bien es crucial para identificar atributos de sabor y calidad, a menudo se ve afectado por la variabilidad humana [4]. Este artículo presenta una plataforma web innovadora que aplica técnicas avanzadas de machine learning para predecir y calificar la calidad sensorial de diversas barras de chocolate de manera objetiva y sistemática [5]. La plataforma integra datos detallados sobre ingredientes, orígenes y características sensoriales de los chocolates, complementados con calificaciones de expertos y consumidores [6]. Esta



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología

ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 04/04/25 - [Indexaciones](#)

Número: doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025

Páginas: 29-34 | Recibido 01/01/2025; Aceptado 01/02/2025

doi.org/10.57166/riqchary.v6.n1.2025.132

Autores:

A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0000-9089-034X>
Wladimir A. Carlosviza Amanqui
Facultad de Ingeniería Estadística e Informática
Universidad Nacional del Altiplano de Puno – UNAP
wcarlosviza@est.unap.edu.pe

B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0003-0834-6834>
Fred Torres-Cruz
Facultad de Ingeniería Estadística e Informática
Universidad Nacional del Altiplano de Puno – UNAP
ftorres@unap.edu.pe

combinación permite generar predicciones fiables sobre la calidad del sabor, proporcionando una herramienta valiosa tanto para los fabricantes, que buscan mejorar sus productos, como para los consumidores y entusiastas que desean descubrir los mejores chocolates disponibles [7]. Además de ofrecer predicciones precisas, la plataforma se diferencia por integrar una interfaz de usuario atractiva con funcionalidades comunitarias, permitiendo a los usuarios ingresar información sobre nuevos chocolates, obtener predicciones de calificación y explorar análisis detallados y tendencias en la industria del chocolate [8]. Estas herramientas analíticas avanzadas permiten a los fabricantes comprender mejor los factores que influyen en la calidad de sus productos y tomar decisiones informadas para mejorarlos [9].

En este contexto, se plantea la hipótesis de que la implementación de un sistema basado en machine learning, utilizando el modelo XGBoost, permitirá obtener predicciones más precisas y objetivas sobre la calidad sensorial del chocolate, superando las metodologías tradicionales. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una plataforma web que facilite la evaluación objetiva de la calidad sensorial del chocolate mediante el uso de machine learning, permitiendo así a los usuarios y fabricantes mejorar la comprensión y análisis de los diferentes factores que influyen en la calidad del producto. El proyecto tiene como objetivos específicos identificar y tratar los datos relacionados con las características sensoriales clave que influyen en la calidad del chocolate, diseñar y entrenar un modelo de machine learning que prediga con alta precisión la calidad sensorial del chocolate, y finalmente, validar la precisión y fiabilidad del modelo utilizando métricas cuantitativas como el RMSE.

2 METODOLOGÍA

2.1 Diseño

El diseño del estudio para la plataforma se basa en una investigación cuantitativa que utiliza técnicas de machine learning. Para la evaluación objetiva de la calidad sensorial de las barras de chocolate [10]. Esta investigación corresponde a una investigación aplicada en la cual se evalúa mediante métodos de ingeniería de software la implementación de un nuevo sistema, utilizando un estudio predictivo [11]. La investigación se centra en la creación y validación de un modelo predictivo que integra datos sensoriales y de ingredientes, así como calificaciones de expertos y consumidores [12].

2.2 Población y Muestra

La población de este estudio incluye a fabricantes de chocolate, expertos en cata de chocolate y consumidores de chocolate provenientes de diferentes regiones del mundo, abarcando diversas culturas y preferencias en cuanto a chocolate. Estos participantes calificaron un total de más de 1,700 barras de chocolate de diversas procedencias, incluyendo chocolates de regiones como América del Sur, África y Asia [1]. Dado que el objetivo del análisis es desarrollar un modelo de Machine Learning, se ha optado por utilizar la totalidad del conjunto de datos disponible, sin aplicar técnicas de muestreo, ya que un volumen mayor de datos suele mejorar el rendimiento y la precisión del modelo.

2.3 Técnicas e instrumentos

Para el conjunto de datos se obtuvo de la plataforma Kaggle. El conjunto de datos se titula "Chocolate Bar Ratings". Contiene calificaciones de más de 1,700 barras de chocolate [1].

Con el preprocesamiento se trató previamente el conjunto de datos para manejar valores faltantes y asegurar la calidad. Se utilizó One-Hot Encoding para convertir variables categóricas en formato binario y se aplicaron técnicas de estandarización para mejorar el rendimiento del modelo. La correlación de Pearson se empleó para identificar relaciones lineales entre variables [13]. También utilizamos la división de datos como una medida preventiva contra el sobreajuste. Esto ocurre cuando un modelo de aprendizaje automático se ajusta demasiado bien a los datos de entrenamiento, pero no puede generalizar bien a nuevos datos. Para evitar esto, utilizamos el 80% de los datos para el conjunto de entrenamiento y para el conjunto de datos de prueba, empleamos el paquete `train.test. split` de Python. Usamos el 20% de los datos para probar y validar el modelo propuesto. Esta técnica nos ayuda a reducir el problema del sobreajuste en nuestro modelo.

2.4 Modelo XGBoost Regressor

Se comienza con una predicción inicial, que generalmente es la media de los valores objetivo (y) en el conjunto de entrenamiento [14]

$$\hat{y}_0 = \text{media}(y) \quad (1)$$

El primer árbol predice los residuos (r_1) de las predicciones iniciales y actualiza las predicciones:

$$r_1 = y - \hat{y}_0 \quad (2)$$

$$\hat{y}_1 = \hat{y}_0 + \eta \cdot f_1(x) \quad (3)$$

donde $f_1(x)$ es la predicción del primer árbol.

El segundo árbol se ajusta a los nuevos residuos (r_2) y actualiza las predicciones:

$$r_2 = y - \hat{y}_1 \quad (4)$$

$$\hat{y}_2 = \hat{y}_1 + \eta \cdot f_2(x) \quad (5)$$

La predicción final del modelo se obtiene sumando las predicciones de todos los árboles, ajustadas por la tasa de aprendizaje:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \eta \cdot f_1(x) + \eta \cdot f_2(x) \quad (6)$$

La Ecuación generalizada, para un modelo con M árboles, la predicción final se expresa como:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \eta \sum_{m=1}^M f_m(x) \quad (7)$$

donde $f_m(x)$ es la predicción del m -ésimo árbol y η es la tasa de aprendizaje.

Cada función $f_m(x)$ representa un árbol de decisión, que se ajusta a los residuos de las predicciones acumuladas de los árboles anteriores. Este proceso permite que el modelo corrija progresivamente los errores y mejore la precisión de las predicciones [15].

2.5 Técnicas de Instrumentos

Para la validez se tomó el error cuadrático medio de la Raíz (RMSE) se empleará para validar la precisión del modelo. Proporciona una medida del error en las mismas unidades que las variables de predicción. Mientras menor sea el RMSE, mejor será la bondad de ajuste o rendimiento del modelo. La confiabilidad del modelo se evaluará mediante las predicciones en diferentes modelos.

2.6 Procedimientos

Se recopiló los datos de la plataforma Kaggle. El conjunto de datos se con el nombre "Chocolate Bar Ratings". Contiene calificaciones de más de 1,700 barras de chocolate [1]. En la tabla 1 se presentan las variables recolectadas que son las siguientes:

TABLA 1
Descripción del conjunto de datos

Variable	Descripción
REF	Valor relacionado con el momento en que se ingresó la reseña en la base de datos.
Company	Referencia al productor que fabrica la barra.
Company Location	País base del fabricante.
Review Date	Año de publicación de la reseña.
Country of Bean	País de origen del grano de cacao.
Origin	
Specific Bean Origin	Región geográfica específica de origen de la barra.
or Bar Name	
Cocoa Percent	Porcentaje de cacao (oscuridad) de la barra de chocolate que se está evaluando.
Ingredients	Ingredientes que lleva la barra de chocolate.
Most Memorable	Característica más memorable de la que está compuesta la barra.
Characteristics	
Rating	Calificación de experto para la barra de chocolate. (variable dependiente)

Nota: Esta Tabla detalla las variables incluidas en un conjunto de datos sobre reseñas de barras de chocolate.

El objetivo de este procedimiento es identificar y realizar un tratamiento adecuado de los datos relacionados con las características sensoriales que influyen en la calidad del chocolate chocolate. Para ello, se analizaron variables clave como la referencia del productor (Company), país de origen del grano de cacao (Country of Bean Origin), porcentaje de cacao (Cocoa Percent), y la calificación de expertos (Rating). Dado que los datos faltantes en la columna de ingredientes representaban menos del 5% del total, se decidió eliminar estas filas para mantener la consistencia del conjunto de datos.

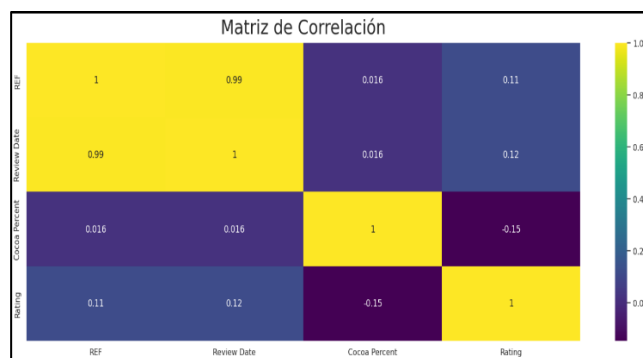


Fig. 1. Matriz de Correlación entre diferentes características del chocolate.

En la Figura 1 se muestra una correlación casi perfecta (0.99) entre REF y la fecha de revisión, indicando una fuerte relación temporal entre ambas variables. Además, hay una correlación positiva moderada (0.15) entre el porcentaje de cacao y la calificación, sugiriendo que, aunque el porcentaje de cacao influye en la calificación, hay otros factores importantes que también la afectan.

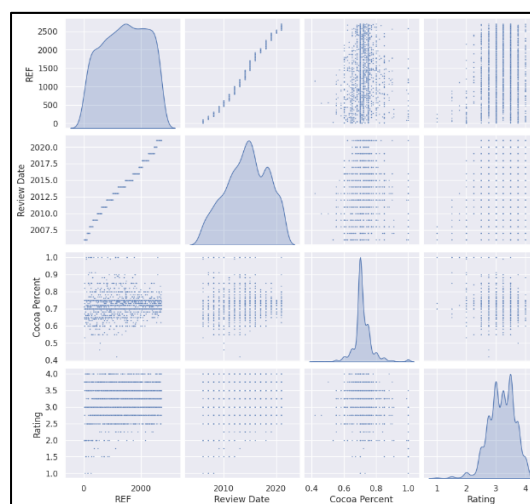


Fig. 2. Matriz de dispersión

En la Figura 2 se observa una relación lineal fuerte entre REF y la fecha de revisión (Review Date). Sin embargo, no se identifica una relación clara entre REF, la fecha de revisión y el porcentaje de cacao (Cocoa Percent). En cuanto a la relación entre REF, la fecha de revisión y la calificación (Rating), se perciben ligeras tendencias positivas. Por último, se observa una leve tendencia negativa entre el porcentaje de cacao y la calificación.

El segundo objetivo de este estudio fue diseñar y entrenar un modelo de machine learning que pueda predecir con alta precisión la calidad sensorial del chocolate. Para lograrlo, se implementó un proceso de preprocesamiento de los datos, que incluyó la transformación de las variables categóricas mediante One-Hot Encoding. Este método se aplicó a las variables "Company", "Company Location", "Country of Bean Origin", "Specific Bean Origin or Bar Name", y "Most Memorable Characteristics", con el fin de convertirlas en un formato

numérico adecuado para el procesamiento por parte del modelo de machine learning. La División de Variables y Conjuntos de Datos: Se identificó la variable Rating como la variable dependiente, y las demás características como variables independientes. Los datos se dividieron en un 80% para el entrenamiento del modelo y un 20% para la prueba y validación, lo que permitió desarrollar un modelo robusto y evitar el sobreajuste.

El tercer objetivo del estudio fue validar la precisión y fiabilidad del modelo de machine learning utilizando métricas cuantitativas como el RMSE. Para el ajuste del modelo se seleccionaron varios modelos de regresión utilizando LazyRegressor, incluyendo AdaBoostRegressor, PassiveAggressiveRegressor, LassoLarsCV, BaggingRegressor, LarsCV, ElasticNetCV, Lars, LinearRegression, TransformedTargetRegressor, HistGradientBoostingRegressor, y XGBRegressor. Estos modelos fueron ajustados para minimizar el RMSE y mejorar la precisión de las predicciones. Se eligió el mejor modelo basado en el menor RMSE, resultando XGBoost como el modelo más preciso y confiable.

3 RESULTADOS

Después de aplicar diversos algoritmos de aprendizaje automático al conjunto de datos, obtuvimos las siguientes precisiones. El modelo de regresión XGBoost es el que ofrece la mayor precisión.

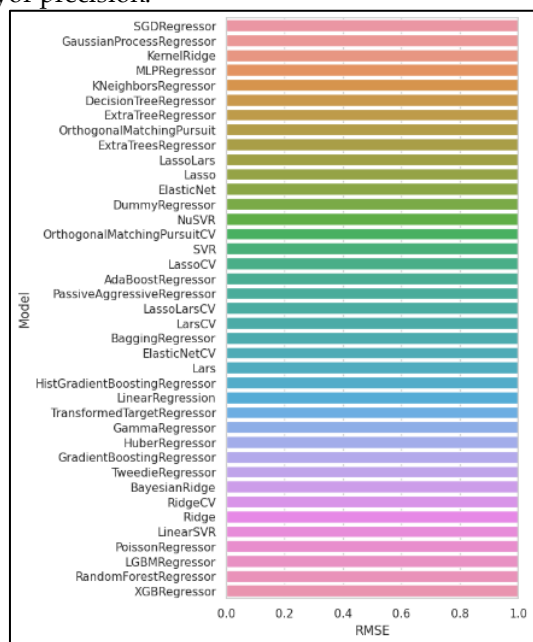


Fig. 3. Evaluación según modelo de regresión

Según la Figura 3 y la tabla 2 se eligió el mejor modelo con LazyRegressor. XGBoost resultó ser el mejor modelo con el menor RMSE. Root Mean Squared Error (XGBoost): 0.3867.

TABLA 2

Comparación de Algoritmos y sus RMSE

Algoritmo	RMSE
AdaBoostRegressor	0.41
PassiveAggressiveRegressor	0.41
LassoLarsCV	0.40
BaggingRegressor	0.40
LarsCV	0.40
ElasticNetCV	0.40
Lars	0.40
LinearRegression	0.40
TransformedTargetRegressor	0.40
HistGradientBoostingRegressor	0.40
XGBRegressor	0.39

Nota: Evaluación Comparativa del Root Mean Square Error (RMSE), o en español, Raíz del Error Cuadrático Medio.

En la tabla 3 se observa las diferentes medidas de rendimiento de XGBRegressor que se comparan con el MAE, MSE, RMSE.

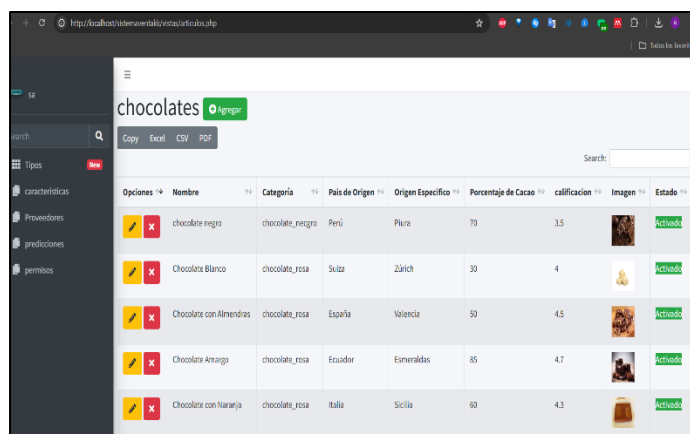
TABLA 3
Resultados del modelo XGBoost Regressor

Métrica	Valor
Mean Absolute Error (XGBoost)	0.3097
Mean Squared Error (XGBoost)	0.1496
Root Mean Squared Error (XGBoost)	0.3867

Nota: Métricas del modelo de regresión basado en árboles de decisión que utiliza técnicas de boosting.

Un MAE de 0.3097 indica que, en promedio, las predicciones del modelo XGBoost están desviadas en 0.3097 unidades de la calidad real del chocolate. Un MAE bajo sugiere que el modelo es bastante preciso en sus predicciones. El MSE de 0.1496 sugiere que el modelo tiene un error cuadrático medio moderado en sus predicciones. Este valor amplifica los errores más grandes, por lo que es útil para identificar grandes desviaciones. RMSE de 0.3867 indica que las predicciones del modelo tienden a desviarse en promedio en 0.3867 unidades de la calidad real del chocolate. Este valor es bastante pequeño lo que indica que el rendimiento es bueno.

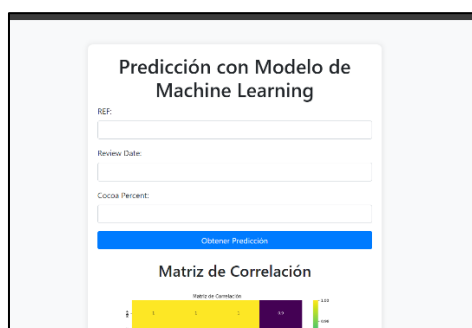
Una de las principales funcionalidades del sistema web es la capacidad de gestionar información detallada sobre diferentes tipos de chocolates. Los usuarios pueden agregar, editar y visualizar información sobre los chocolates, incluyendo su origen, porcentaje de cacao y calificación. La Figura 4 muestra el panel de control de chocolates, donde se puede observar cómo se presenta y organiza esta información.



Opciones	Nombre	Categoría	País de Origen	Origen Específico	Porcentaje de Cacao	Calificación	Imagen	Estado
	chocolate negro	chocolate_negro	Perú	Piura	70	3.5		Activado
	Chocolate Blanco	chocolate_rosa	Suiza	Zürich	30	4		Activado
	Chocolate con Almendras	chocolate_rosa	España	Valencia	50	4.5		Activado
	Chocolate Amargo	chocolate_rosa	Ecuador	Esmeraldas	85	4.7		Activado
	Chocolate con Naranja	chocolate_rosa	Italia	Sicilia	60	4.3		Activado

Fig. 4. Panel de Control de Chocolates

La plataforma utiliza el modelo de machine learning XGBoost para predecir la calidad sensorial de las barras de chocolate. Los usuarios pueden ingresar datos relevantes en el formulario de predicción, y el sistema genera una predicción basada en estos datos. La Figura 5 muestra la página de predicción, donde se ingresan los datos y se obtiene la predicción.



Predicción con Modelo de Machine Learning

REF:

Review Date:

Cocoa Percent:

Matriz de Correlación

Matriz de Correlación

Fig. 5. Página de Predicción

4 DISCUSIÓN

El modelo XGBoost mostró un excelente desempeño en términos de precisión, con un RMSE de 0.39. Esto indica que el modelo es capaz de predecir con precisión la calidad sensorial de las barras de chocolate. La elección de XGBoost como el mejor modelo fue corroborada por su capacidad para manejar datos con alta dimensionalidad y su eficiencia computacional. En comparación con el estudio de [16], donde se utilizó XGBoost para predecir atributos sensoriales del vino a partir de datos espectrales de uvas, nuestro estudio presenta similitudes en la metodología y resultados, lograron valores de R^2 superiores a 0.7 para varios atributos sensoriales utilizando únicamente datos A-TEEM, lo que destaca la capacidad de XGBoost para manejar datos complejos y multidimensionales de manera efectiva. Mientras que [16], reportaron valores de RMSE inferiores a 1.0 para ciertos atributos sensoriales del vino, nuestro modelo logró un RMSE de 0.39, indicando una alta precisión en la predicción de la calidad sensorial de las barras de chocolate. Además, el uso de técnicas de machine learning en la evaluación sensorial no se limita solo al chocolate. Asimismo, en un estudio [17], donde la

clasificación de cafés especiales utilizando técnicas de machine learning, se lograron tasas de error de clasificación cercanas al 0% al combinar variables sensoriales con datos cuantitativos como la altitud y el método de procesamiento. Este estudio demostró que los modelos de clasificación supervisada pueden distinguir eficazmente entre diversas clases de café, incluso cuando las características sensoriales muestran una alta similitud entre grupos evaluados. La precisión lograda en los estudios anteriores refuerza la eficacia del uso de machine learning en la evaluación sensorial, destacando que modelos como XGBoost pueden identificar sutiles diferencias sensoriales con gran exactitud.

5 CONCLUSIÓN

En este estudio, se abordaron los desafíos asociados a la evaluación sensorial en la industria del chocolate, particularmente la subjetividad y la variabilidad humana, que afectan la precisión y consistencia de las calificaciones de calidad. Con el propósito de superar estas limitaciones, se desarrolló una plataforma web innovadora basada en machine learning para proporcionar una evaluación objetiva y precisa de la calidad sensorial de las barras de chocolate. A continuación, se resumen los logros alcanzados en relación con los objetivos planteados:

En primer lugar, se identificaron y procesaron datos clave relacionados con las características sensoriales del chocolate, como el origen del grano de cacao, el porcentaje de cacao y las calificaciones de expertos. Mediante un preprocesamiento riguroso, que incluyó la eliminación de valores faltantes, One-Hot Encoding y estandarización, se garantizó la calidad y consistencia del conjunto de datos utilizado.

En segundo lugar, se diseñó y entrenó un modelo de machine learning, específicamente el XGBoost Regressor, que demostró ser efectivo para predecir la calidad sensorial del chocolate. Este modelo logró superar la subjetividad de las evaluaciones humanas al generar predicciones basadas en datos cuantitativos, ofreciendo una alternativa estandarizada y reproducible.

En tercer lugar, la fiabilidad del modelo fue validada mediante métricas cuantitativas, destacando un RMSE de 0.3867, lo que refleja un bajo error en las predicciones. Este resultado, superior al de otros modelos de regresión evaluados, confirma la precisión y utilidad de la herramienta desarrollada.

Los hallazgos demuestran que la plataforma resuelve con éxito los problemas de subjetividad y variabilidad en la evaluación sensorial, proporcionando una solución objetiva para la industria del chocolate. Esta tecnología no solo mejora la precisión en la determinación de la calidad del producto, sino que también ofrece a los fabricantes una herramienta valiosa para analizar los factores que influyen en la experiencia sensorial del chocolate.

Las implicaciones de este trabajo son significativas: la plataforma tiene el potencial de optimizar los procesos de control de calidad y producción, permitiendo a los fabricantes ajustar sus productos de manera más informada.

Asimismo, los consumidores podrían beneficiarse de evaluaciones objetivas que respalden sus decisiones de compra. Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el conjunto de datos con más variables sensoriales, explorar otros modelos de machine learning para mejorar la precisión y adaptar esta tecnología a otras áreas de la industria alimentaria donde la evaluación sensorial sea relevante.

En resumen, este estudio cumple con los objetivos establecidos y ofrece una solución innovadora a los desafíos de la evaluación sensorial del chocolate. La plataforma desarrollada representa un avance importante en la aplicación de machine learning para mejorar la calidad de productos alimenticios, abriendo nuevas posibilidades tanto para la industria como para los consumidores.

REFERENCIAS

- [1] R. Tatman, «Kaggle», [En línea]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/rtatman/chocolate-bar-ratings>. [Último acceso: 2024].
- [2] International Cocoa Organization, «ICCO», [En línea]. Available: <https://www.icco.org/august-2024-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics/>. [Último acceso: 4 Septiembre 2024].
- [3] J. Lee y J. An, «Consumers' sensory perception homogeneity and liking of chocolate», *Food Quality and Preference*, vol. 118, p. 105178, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105178>
- [4] P. Yolci Omeroglu y T. Ozdal, «Fatty acid composition of sweet bakery goods and chocolate products and evaluation of overall nutritional», *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 88, p. 103438, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103438>
- [5] X. Liu, J. Wang, H. Wang, Y. Huang y Z. Ren, «Prediction of prunoidae fruit quality characteristics based on machine learning and spectral characteristic acquisition optimization», *Food Control*, vol. 165, p. 110627, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110627>
- [6] G. Samaras, D. Bikos, P. Cann, M. Masen, Y. Hardalupas, J. Vieira, C. Hartmann y M. Charalambides, «A multiscale finite element analysis model for predicting the effect of micro-aeration on the fragmentation of chocolate during the first bite», *European Journal of Mechanics - A/Solids*, vol. 104, p. 105221, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2024.105221>
- [7] S. J. Boegman, S. Carodenuto, S. Rebitt, H. Grant y B. Cisneros, «Seeing through transparency in the craft chocolate industry: The what, how, and why of cacao sourcing», *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 14, p. 100739, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100739>
- [8] N. Prakansamut, K. Adulpadungsak, S. Sonwai, K. Aryusuk y S. Lilitchan, «Application of functional oil blend-based oleogels as novel structured oil alternatives in chocolate spread», *LWT*, vol. 203, p. 116322, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116322>
- [9] C. González, E. V. Acosta, J. C. Mazo Rivas y D. A. Muñoz, «Phenomenological based model for the prediction of the structural changes during chocolate conching process», *Journal of Food Engineering*, vol. 289, p. 110184, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110184>
- [10] J. Wagner, J. D. Wilkin, A. Szymkowiak y J. Grigor, «Sensory and affective response to chocolate differing in cocoa content: A TDS and facial electromyography approach», *Physiology & Behavior*, vol. 270, p. 114308, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2023.114308>
- [11] B. Le Révérend, I. Smart, P. Fryer y S. Bakalis, «Modelling the rapid cooling and casting of chocolate to predict phase behaviour», *Chemical Engineering Science*, vol. 270, pp. 1077-1086, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2010.12.007>
- [12] C. Gallery, S. Bourge y G. Agoda-Tandjawa, «Flow behaviors of multiple molten chocolate matrices: Appropriate curve fitting models and impact of different types of surfactants», *Journal of Food Engineering*, vol. 363, p. 111780, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111780>
- [13] S. Kumar y I. Chong, «Correlation analysis to identify the effective data in machine learning: Prediction of depressive disorder and emotion states», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, n° 12, p. 2907, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122907>
- [14] Y. Ren, Z. Lv, Z. Xu, Q. Wang y Z. Wang, «Slurry-ability mathematical modeling of microwave-modified lignite», *Energy*, vol. 281, p. 128143, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128143>
- [15] T. Chen y C. Guestrin, «XGBoost: A Scalable Tree Boosting System», *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 785-794, 2016. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
- [16] C. E. J. Armstrong, J. Niimi, P. K. Boss, V. Pagay y D. W. Jeffery, «Use of Machine Learning with Fused Spectral Data for Prediction of Product Sensory Characteristics: The Case of Grape to Wine», *Foods*, vol. 12, n° 4, p. 757, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12040757>
- [17] P. C. Ossani, D. F. Rossoni, M. Á. Cirillo y F. M. Borém, «Classification of specialty coffees using machine learning techniques», *Research, Society and Development*, vol. 10, n° 5, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14732>

Tutor virtual con ChatGPT para el autoaprendizaje de estudiantes con matrícula condicionada en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas - UNAMBA

Virtual tutor with ChatGPT for self-learning of students with conditional enrollment in the Professional School of Computer Engineering and Systems - UNAMBA

Francisco Cari-Incahuanaco^A, Alejandrina Huaylla-Quispe^B, Rafael R. Quispe-Merma^C y Maritza Condori-Quispe^D

Resumen— La inteligencia artificial (IA) ha transformado significativamente la educación, siendo una herramienta clave para el autoaprendizaje. El objetivo de esta investigación es determinar la contribución del tutor virtual ChatGPT en el proceso de autoaprendizaje de estudiantes con matrícula condicionada en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. El estudio se realizó con 36 estudiantes durante el semestre académico 2023-II, utilizando un diseño pre-experimental. Al grupo experimental se instruyó adecuadamente sobre uso del tutor virtual ChatGPT en el proceso de autoaprendizaje, y posteriormente se realizó una encuesta. El análisis de los datos mostró que el 75% de los estudiantes aprobaron el semestre académico, evidenciando una mejora significativa en el rendimiento académico. Según las encuestas, el 80% de los estudiantes señalan que el tutor virtual ChatGPT mejora el autoaprendizaje. Las encuestas procesadas y evaluadas mediante la prueba de Rho Spearman, arrojaron un coeficiente de correlación de 0.533, confirmando una relación positiva entre el uso del tutor virtual ChatGPT y el autoaprendizaje. En conclusión, la investigación valida que el tutor virtual ChatGPT es una herramienta eficaz para fortalecer el autoaprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Inteligencia artificial, ChatGPT, tutor, autoaprendizaje, matrícula condicionada.

Abstract— Artificial intelligence (AI) has significantly transformed education, being a key tool for self-learning. The objective of this research is to determine the contribution of the ChatGPT virtual tutor in the self-learning process of students with conditional enrollment in the Professional School of Computer and Systems Engineering of the Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. The study was conducted with 36 students during the 2023-II academic semester, using a pre-experimental design. The experimental group was properly instructed on the use of the ChatGPT virtual tutor in the self-learning process, and then a survey was conducted. The analysis of the data showed that 75% of the students passed the academic semester, evidencing a significant improvement in academic performance. According to the surveys, 80% of the students indicated that the ChatGPT virtual tutor improved self-learning. The surveys processed and evaluated by means of the Rho Spearman test, yielded a correlation coefficient of 0.533, confirming a positive relationship between the use of the ChatGPT virtual tutor and self-learning. In conclusion, the research validates that the ChatGPT virtual tutor is an effective tool to strengthen students' self-learning.

Keywords: Artificial intelligence, ChatGPT, tutor, self-learning, conditional enrollment



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología

ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 22/02/24 - [Indexaciones](#)

Número: doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025

Páginas: 35- 41 | Recibido 01/01/2025 ; Aceptado 04/16/2025

doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.133

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2807-0495>
Francisco Cari-Incahuanaco, trabaja en el Departamento Académico de Informática y Sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, Pe. fcari@unamba.edu.pe
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-7118-6477>
Alejandrina Huaylla-Quispe, trabaja en el Departamento Académico de Informática y Sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, Pe. ahuaylla@unamba.edu.pe
- C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-8980-4560>
Rafael R. Quispe-Merma, trabaja en el Departamento Académico de Informática y Sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, Pe. rquispe@unamba.edu.pe
- D. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0000-6890-5453>
Maritza Condori-Quispe, trabaja como docente en Educación Básica Regular UGEL Abancay-Apurímac, Pe. macondoriq@gmail.com

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, vivimos en una sociedad globalizada e interconectada, donde el acceso a la información es prácticamente ilimitado. Desde cualquier lugar del mundo, las personas pueden acceder a vastos volúmenes de datos y conocimientos a través de dispositivos electrónicos con conexión a internet. Esta transformación digital ha redefinido los procesos de aprendizaje y comunicación, generando nuevas oportunidades y desafíos en el ámbito educativo, así como señala Gutiérrez, los sistemas basados en sistemas de inteligencia artificial (IA) como ChatGPT están revolucionando múltiples facetas de la vida de las personas [1].

ChatGPT puede convertirse en aliados efectivos en la educación, mejorando la experiencia de aprendizaje, tanto de los estudiantes como a los docentes, así como señalan Ribera y otros [2]. ChatGPT es una herramienta para generar contenido de alta calidad de forma automática, puede ayudar a ahorrar tiempo y esfuerzo en la creación de contenidos y aumentar la eficiencia en el proceso de autoaprendizaje o autodidacta de los estudiantes. Uno de los usos más prometedores de la IA es su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y proporcionar análisis precisos y en tiempo real [3]. El uso adecuado del ChatGPT puede ayudar a ampliar la creatividad, mejorar el conocimiento del estudiante y llegar a un público más amplio con contenido personalizado [4].

La herramienta de la IA plantea nuevos paradigmas y experiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje para todos sus actores, en especial para los docentes universitarios, quienes tienen el desafío y la obligación de conocer con mayor detalle sobre este tipo de herramientas para incorporarlas en sus prácticas educativas de manera efectiva y ética [5]. Los tutores o profesores pueden ayudarse con las herramientas de la IA para personalizar y crear contenidos de aprendizaje más atractivos y eficientes para sus estudiantes, y de la misma forma los estudiantes pueden recibir adecuadamente la autoformación a través esta herramienta. La Inteligencia Artificial (IA) está cambiando nuestra forma de aprender, trabajar y vivir, y la educación se está viendo afectada por este cambio [6]. En la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), un grupo significativo de estudiantes presenta matrícula condicionada debido a diferentes problemas que afectan al estudiante, estos estudiantes, al estar restringidos en su matrícula regular, enfrentan mayores dificultades para avanzar de manera adecuada en sus estudios. Esta situación evidencia una brecha en el acompañamiento y el refuerzo educativo, especialmente en asignaturas donde los estudiantes han presentado mayores dificultades. La carencia de mecanismos personalizados de apoyo y estrategias de autoaprendizaje, limita sus posibilidades de mejora académica. Frente a esta problemática, el uso de un tutor virtual basado en ChatGPT surge como una alternativa innovadora y viable para apoyar el proceso de autoaprendizaje de los estudiantes con matrícula condicionada. Esta herramienta no solo puede proporcionar respuestas inmediatas y contextualizadas, sino también acompañar al estudiante en la comprensión de contenidos complejos, reforzar conocimientos y promover la autonomía en el estudio. La investigación resulta relevante por-

que permite explorar el impacto real del uso de esta tecnología en un contexto educativo universitario específico, contribuyendo así al diseño de nuevas estrategias pedagógicas con enfoque tecnológico, inclusivo y personalizado.

El objetivo de esta investigación es, determinar la contribución del tutor virtual con ChatGPT en el proceso de autoaprendizaje de los estudiantes con matrícula condicionada en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA. Además, mejora la búsqueda y selección de información, ayuda a generar algoritmos y programas en diferentes lenguajes, ayuda a resolver problemas de física y matemática, finalmente ayuda a elaborar diferentes documentos. Para este propósito se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera contribuye el uso de un tutor virtual basado en ChatGPT en el proceso de autoaprendizaje de los estudiantes con matrícula condicionada en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA?. La hipótesis de investigación, el uso adecuado del tutor virtual con ChatGPT mejora considerablemente el proceso de autoaprendizaje en los estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II de la Escuela Profesional Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA. Esta investigación demuestra que el tutor virtual con ChatGPT contribuye significativamente en el autoaprendizaje de los estudiantes con matrícula condicionada.

2 METODOLOGÍA

2.1 Diseño del estudio

La presente investigación se enmarca dentro del tipo de investigación aplicada, ya que busca resolver una problemática concreta en el ámbito educativo mediante la implementación de una solución tecnológica. El nivel de investigación es correlacional, pues se analiza la relación entre el uso del tutor virtual con ChatGPT y el autoaprendizaje de los estudiantes con matrícula condicionada.

El diseño metodológico adoptado es pre-experimental, específicamente con un solo grupo al que se le aplicó una medición antes (pre-test) y después (pos-test) del tratamiento. Cabe mencionar que la herramienta de la IA generativa ChatGPT, se elige por realizar tareas de procesamiento del lenguaje natural, produce texto de alta calidad, gestiona grandes volúmenes de datos, tiene un sistema de disparo cero sin entrenamiento y finalmente es mas popular en el año 2023 en al ámbito local[7].

2.2 Participantes o muestra

La población estuvo conformado por los 391 estudiantes matriculados en el semestre académico 2023-II en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA). Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando exclusivamente a los estudiantes con matrícula condicionada, en razón de ser el grupo objetivo de la intervención educativa.

La muestra quedó constituida por 36 estudiantes, quienes representan la totalidad de estudiantes con matrícula condicionada en la mencionada escuela profesional durante el semestre académico 2023-II.

2.3 Procedimiento

La intervención se llevó a cabo a lo largo del semestre 2023-II. Inicialmente, se aplicó un pre-test para evaluar el nivel de autoaprendizaje y rendimiento académico del grupo. Posteriormente, se capacitó a los estudiantes en el uso adecuado de ChatGPT como tutor virtual, enfocándose en estrategias para su aprovechamiento académico, haciendo un seguimiento continuo a los estudiantes involucrados en la presente investigación. Al finalizar el semestre, se aplicó un pos-test con el propósito de comparar los resultados y determinar posibles mejoras. Además, se implementó una encuesta estructurada para evaluar la percepción de los estudiantes sobre el uso del tutor virtual.

Instrumentos y materiales:

1. Prueba diagnóstica (pre-test): diseñada para medir el nivel de aprendizaje en las asignaturas críticas del semestre académico.
2. Talleres virtuales sobre el uso adecuado del tutor virtual ChatGPT en el proceso de autoaprendizaje.
3. Encuesta sobre el uso de ChatGPT: instrumento validado y sometido a prueba de confiabilidad.
4. Registros académicos 2023-II: proporcionados por la Dirección de Servicios Académicos.
5. Software de análisis estadístico: SPSS v.28 para el procesamiento de datos.

2.4 Variables

independiente: Tutor virtual con Chat GPT

Los estudiantes tienen necesidades únicas de aprendizaje, ChatGPT se adapta para proporcionar tutoría. Los estudiantes pueden ingresar sus preguntas o áreas de dificultad, y ChatGPT puede generar contenido específico para ayudar a abordar las necesidades individuales.

Variable dependiente: Autoaprendizaje

En definitiva, así como un niño aprende a caminar de la mano de sus padres, pero luego camina solo, el estudiante también debe ser capaz de aprender solo. Esto se conoce como Autoaprendizaje [8]. En resumen, podemos mencionar que el mejor aprendizaje, es el autoaprendizaje.

2.5 Análisis de datos

Los datos recogidos fueron procesados y analizados utilizando el software estadístico SPSS versión 28. Se aplicaron estadísticas descriptivas como frecuencias, medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y medidas de dispersión (varianza, desviación estándar). Para determinar la relación entre el uso del tutor virtual y el autoaprendizaje, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, adecuado para variables ordinales o no paramétricas.

El análisis permitió observar variaciones significativas en el rendimiento académico antes y después del uso del tutor virtual, así como una valoración positiva por parte de los estudiantes sobre la herramienta ChatGPT.

3 RESULTADOS

Después de realizar las instrucciones o capacitaciones al grupo experimental, los datos se obtuvieron de la Dirección

de Servicios Académicos en sus tres contenidos, luego se procedió a calcular los promedios de pre y pos-test, el equipo investigador realizó un siguiente personalizado a los estudiantes con matrícula condicionada, los resultados se presentan a continuación:

Tabla 1
Cuadro comparativo de los promedios obtenidos antes y después del test

N°	pre_test	post_test	N°	pre_test	post_test
1	7	13	19	4	10
2	5	11	20	7	13
3	8	13	21	8	15
4	3	0	22	6	13
5	4	12	23	0	0
6	8	16	24	1	12
7	7	13	25	6	14
8	6	13	26	9	15
9	3	11	27	4	13
10	1	12	28	3	8
11	7	14	29	7	14
12	2	8	30	8	15
13	8	16	31	2	11
14	5	14	32	0	9
15	6	13	33	6	11
16	0	7	34	10	14
17	3	10	35	7	12
18	6	13	36	7	13

La tabla 1, muestran datos de pre y post-test, es decir, los datos iniciales (pre-test) son datos que se obtuvieron antes del experimento y post-test son datos después del experimento. Con la información de la tabla 1, se realizan cálculos estadísticos para la comparación de resultados de pre y pos-test, que a continuación se presenta:

Tabla 2
Comparativo de datos estadísticos de pre y post-test

Estadísticas	Pre-test	Pos-test
Media	6.73	11.31
Mediana	8	11
Moda	8	11
Desviación estándar	3.12	3.82
Varianza de la muestra	9.76	14.612
Rango	10	17
Mínimo	0	0
Máximo	10	17
Suma	249	407
Cuenta	36	36

En la tabla 2, se observa que los promedios obtenidos en pre y post-test son diferentes, en donde podemos señalar que los promedios obtenidos en post-test superan a los promedios obtenidos en pre-test, entonces podemos concluir que los estudiantes con matrícula condicionada han mejorado su rendimiento académico en el semestre académico 2023-II.

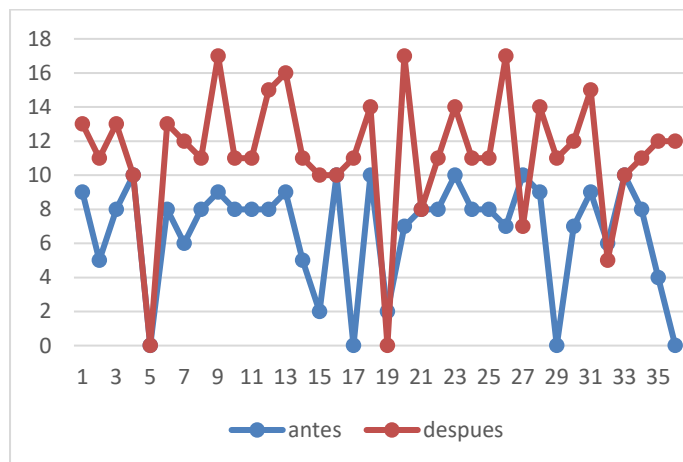


Fig. 1. Análisis comparativo de pre y post-test del rendimiento académico

En la figura 2, se puede observar que los resultados obtenidos en pre y post-test del rendimiento académico de los estudiantes en el semestre académico 2023-II, indican que hubo mejoras, así mismo en la tabla 2, las medidas de tendencia central aumentaron considerablemente en sus calificaciones, y de la misma forma en las medidas de dispersión indican que los datos se concentran más entre las calificaciones de 10 a 20. Con los resultados de las encuestas realizadas se obtuvo la prueba de correlación de Rho de Spearman.

Tabla 3

Coefficiente de correlación de Spearman, ejecutado en software estadístico SPSS (v.28)

Correlación de Rho de Spearman		Tut_virt_Chat-GPT	Autoaprendizaje
Tut_virt_ChatGPT	Coefficiente de correlación	1,000	0,533**
	Sig. (bilateral)	-	0,001
	N	36	36
Auto-aprendizaje	Coefficiente de correlación	0,533**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,001	-
	N	36	36

El valor calculado $p = 0.001$, que es menor al $\alpha = 0.01$ ($p = 0.001 < \alpha = 0.01$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir, el coeficiente de Rho de Spearman es 0.533, lo que indica que la relación entre las variables es directa y su grado es alto, finalmente podemos concluir que el tutor virtual con ChatGPT influye considerablemente en el autoaprendizaje de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas.

La siguiente información resumida se consolidó de la Dirección de Servicios Académicos de la UNAMBA

Francisco Cari_Incahuanaco, Alejandrina Huaylla_Quispe, Rafael R. Quispe_Merma y Maritza Condoni_Quispe

Tabla 4

Comparativo de autoaprendizaje y rendimiento académico de pre y pos-test

Condición	pre-test	Porcentual	Pos-test	Porcentual
Aprobados	0	0%	27	75%
Desaprobados	22	61%	5	14%
Reprobados	9	25%	2	6%
No Se Presentó	5	14%	2	6%
Total	36	100%	36	100%

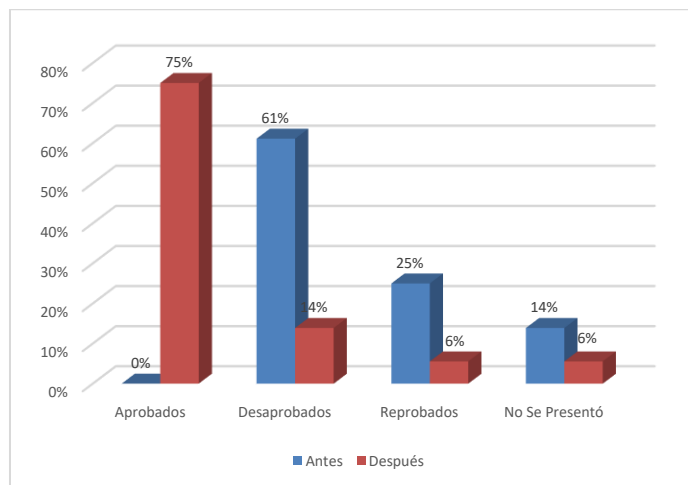


Fig. 2. Comparativo de proporciones del rendimiento académico de pre y pos-test del semestre académico 2023-II.

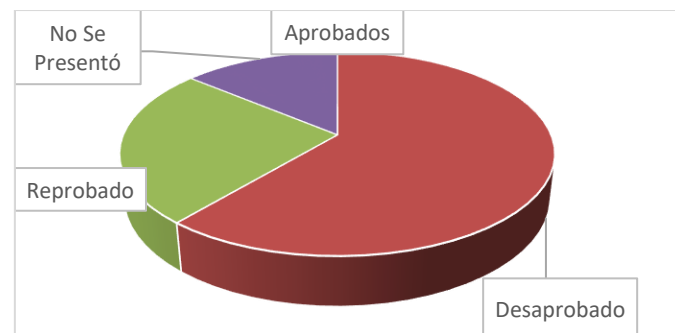


Fig. 3. Proporciones del rendimiento académico de pre-test

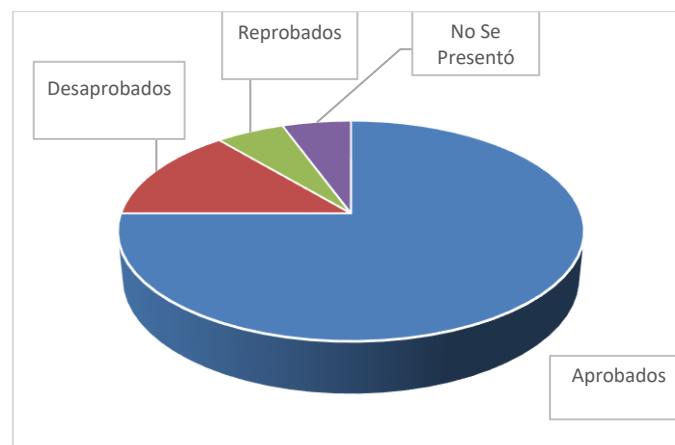


Fig. 4. Proporciones del rendimiento académico de pos-test

La proporción de estudiantes señalados en la figura N° 4, con ítem “No se Presentó”, los estudiantes realizaron el trámite de reserva de matrícula y otros se desertaron o se retiraron del curso por motivos de conflictos sociales permanentes en la universidad (huelgas y paros), lo que disminuye el porcentaje de aprobados.

Tabla 5

Cuestionario sobre el tutor virtual con chatgpt para el proceso de autoaprendizaje

Autoaprendizaje					
¿Crees que ChatGPT ...	Escala				
puede mejorar tu autoaprendizaje?	1	2	3	4	5
puede mejorar la motivación de tu autoaprendizaje?	1	2	3	4	5
puede mejorar la personalización de tu aprendizaje?	1	2	3	4	5
brinda un mejor entendimiento sobre las actividades realizadas en aula?	1	2	3	4	5
puede ahorrar tiempo y esfuerzo en realizar trabajos encargados en aula?	1	2	3	4	5
podría mejorar tu rendimiento académico?	1	2	3	4	5
puede mejorar la eficiencia del proceso de autoaprendizaje?	1	2	3	4	5
puede tener un impacto positivo en el autoaprendizaje?	1	2	3	4	5
Tutor virtual					
¿Crees que el tutor virtual ChatGPT...	Escala				
puede facilitar a desarrollar los trabajos encomendados en distintas asignaturas?	1	2	3	4	5
responde adecuadamente las instrucciones realizadas como Prompts?	1	2	3	4	5
puede ayudarte a elaborar algoritmos o programas en diferentes lenguajes?	1	2	3	4	5
puede ayudarte a resolver problemas de números (matemática básica, cálculo, ecuaciones diferenciales, física, etc.)?	1	2	3	4	5
puede ayudarte a escribir textos y redactar documentos?	1	2	3	4	5
puede mejorar la interacción entre docente y estudiante?	1	2	3	4	5
te proporciona algunas habilidades necesarias para realizar tus futuras tareas?	1	2	3	4	5
¿Es alta tu valoración del uso del ChatGPT en el proceso de autoaprendizaje?	1	2	3	4	5

En esta investigación, se demuestra que el tutor virtual con ChatGPT mejora el autoaprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes con matrícula condicionada, los resultados obtenidos se muestran en las figuras 2 y 4, la mayoría de los estudiantes con matrícula condicionada aprobaron las asignaturas del semestre académico 2023-II, además el 80% de los estudiantes señalan que el uso adecuado del tutor virtual con chatGPT mejora el autoaprendizaje y rendimiento académico, por lo que el uso adecuado de esta herramienta de la IA debe ser transmitida a los estudiantes de diferentes niveles de educación superior. Es importante mencionar la incorporación de las herramientas de la IA en el ámbito de la educación, así como el uso adecuado del tutor virtual ChatGPT y otras he-

rramientas de la IA en el proceso de autoaprendizaje, los estudiantes cada vez más se vuelven en autodidactas, mejorando su rendimiento académico, pero la información debe ser cuidadosamente seleccionada y supervisada, de esa forma los estudiantes se convierten en autodidactas, mejorando su formación y nivel académico, reforzando sus habilidades, elevan el nivel de análisis de la información, fomentan el pensamiento crítico, mejoran la capacidad para resolución de problemas, mejoran la toma de decisiones, se adaptan de manera autónoma en cualquier lugar y tiempo.

4 DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Arjona en sus resultados indica, el análisis empírico ha permitido confirmar que los trabajos realizados a través de la interacción con la IA obtienen mejores resultados que aquellos en los que no se utiliza la IA, o que se utiliza, pero sin interacción [9]. Por lo tanto, con la IA se redactan mejores textos. No obstante, el problema reside en que los mecanismos actuales de evaluación no se pueden asegurar que los alumnos hayan aprendido, tal y como se plantea en la pregunta de investigación, se puede concluir que los trabajos realizados con la ayuda de IA (ChatGPT) son mejores, al mismo tiempo indican que el alumnado de G2, han obtenido peores calificaciones. Discusión, en la investigación citada, se entiende que los estudiantes del grupo experimental no han recibido las instrucciones adecuadas para hacer uso responsable de la herramienta de la IA, por lo que ocurre esta situación. En cambio, en esta investigación el grupo investigador realizó una capacitación y seguimiento permanente en el uso responsable de la herramienta ChatGPT con instrucciones adecuadas para cada propósito (prompts), en este contexto, sólo el 6% de estudiantes del grupo de investigación abandonaron o realizaron trámite de reserva de matrícula, por lo que disminuye la proporción de estudiantes aprobados, los estudiantes con esta situación se catalogan con ítem “No se Presentó” y se especifica con más detalle en el punto de conclusiones.

Los estudiantes usan ChatGPT como tutor virtual para buscar explicaciones y acceder a información que les interesa, la mayoría de los estudiantes expresan que el ChatGPT les ayuda a encontrar información y algo que llamó la atención, es que el ChatGPT les genera confianza para preguntar [10]. Al no saber cómo evaluar la veracidad de la información es una de las respuestas que expresan varios estudiantes. ChatGPT se considera como una herramienta complementaria en el proceso de autoaprendizaje, pero no reemplaza la enseñanza del profesor o maestro. La inteligencia artificial puede cometer errores o sesgos si no se entrena y supervisa adecuadamente. Al enfrentar estos desafíos de manera adecuada, los chatbots como es el caso de ChatGPT pueden convertirse en aliados efectivos en la educación, mejorando la experiencia de aprendizaje tanto de los estudiantes como los docentes. Reyes señala que el uso de la IA en la educación debe ser responsable y ético y debe abordarse de manera adecuada para garantizar que se beneficien todos los estudiantes y docentes [4].

Para que la enseñanza sea efectiva con esta herramienta de IA (chatGPT), los estudiantes previamente deben ser debidamente instruidos y deben saber elegir los temas adecuados

para su aprendizaje, además deben ser supervisados en su autoaprendizaje [9].

Finalmente, VanderLinde, en sus conclusiones señalan que la evaluación, y con ello el diseño de estrategias didácticas, transitará por un proceso de adecuación para adaptarse a esta nueva tecnología que, si bien abre puerta a un nuevo tipo de plagio, también ofrece diversos beneficios cuya exploración resulta de interés [11]. En discusión al punto señalado, los tutores o profesores tienen la obligación de verificar y controlar a los estudiantes a la hora de los exámenes y/o presentación de los trabajos, los estudiantes son conscientes que deben rendir el examen sin ningún dispositivo electrónico conectado a internet y a la vez verificar la presentación de los trabajos con herramientas de antiplagio o utilizar la misma herramienta de la IA para comprobar el plagio, si la asignatura amerita rendir el examen con una computadora, de igual forma el profesor tiene la obligación de optar por una estrategia adecuada, sin acceso a internet, los estudiantes deben ser responsables y éticos en lo hacen. En última instancia, este artículo subraya que, si se implementa de manera responsable y ética, ChatGPT tiene el potencial de contribuir significativamente al crecimiento de la producción científica en Panamá [12]. Por otro lado, aunque técnicamente podríamos sobrevivir sin inteligencia artificial, nuestras vidas cambiarían de manera radical y se volverían mucho menos eficientes [11]. Uso honesto y transparente de la IA, tanto en la aplicación del método como en la toma de datos y su posterior interpretación [13]. Dempere, alienta a los miembros del cuerpo docente a utilizar herramientas de IA como ChatGPT de manera proactiva y ética para mitigar riesgos, especialmente el fraude académico[14]. El profesorado es el facilitador entre los medios, los contenidos, las informaciones, las herramientas y los estudiantes. Así que es nuestra tarea ayudarles a usarlas de forma apropiada (creativa, técnica, educativa y éticamente)[2]. El futuro de la educación con la inteligencia artificial está destinado a ser un camino emocionante y desafiante, donde la colaboración entre humanos y máquinas llevará a alcanzar un potencial educativo sin precedentes [15]. Por otro lado, Ojeda y otros concluyen que ChatGPT tiene el potencial de ser un apoyo a los docentes y estudiantes en los procesos de enseñanza aprendizaje [16]. Finalmente, los estudiantes autodidactas deben ser responsables y disciplinados, ellos fomentan y controlan el hábito de estudio, planifican y organizan el tiempo y espacio de trabajo, buscan y discriminan la información inadecuada para lograr los objetivos de autoaprendizaje.

5 CONCLUSIONES

Se concluye que el uso adecuado del tutor virtual con chatGPT mejora el autoaprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Según los datos obtenidos en pre y post-test, el 75% de los estudiantes con matrícula condicionada aprobaron el semestre académico 2023-II, el 14% de estudiantes desaprobaron, 6% de estudiantes reprobaron y 6% de estudiantes no se presentaron o se retiraron de las asignaturas con matrícula condicionada, por motivos diferentes, problemas económicos, familiares y constantes conflictos sociales en

la universidad (paros y huelgas). El 80% de los estudiantes encuestados indican que el uso adecuado de la tutoría virtual con ChatGPT mejora el autoaprendizaje, por lo que se concluye que la adecuada implementación de la tutoría virtual con ChatGPT mejora considerablemente el autoaprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas, por lo que se sugiere realizar orientaciones permanentes a los estudiantes con matrículas condicionadas en los semestres posteriores.

El 77.5% de los estudiantes encuestados señalan que el uso adecuado de la tutoría virtual con ChatGPT mejora la búsqueda y selección de información en estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II. El 80.5% de los encuestados indican que el uso adecuado de la tutoría virtual con ChatGPT ayuda a generar algoritmos y programas en diferentes lenguajes de programación en estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II. El 80.5% de los encuestados indican que el uso adecuado de la tutoría virtual con ChatGPT ayuda a resolver problemas de matemática y física en estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico. 77.2% de los encuestados señalan que el uso adecuado de la tutoría virtual con ChatGPT mejora la redacción y elaboración de documentos académicos en los estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II. 88.8% de los encuestados valoran como una herramienta para desarrollar trabajos académicos. El 80.5% de los encuestados indican que el uso adecuado de la tutoría virtual con ChatGPT ayuda a resolver diferentes tareas en casa en estudiantes con matrícula condicionada en el semestre académico 2023-II.

El resultado de Rho de Spearman 0.533, indica que existe la relación positiva moderada de ambas variables, es decir, el uso adecuado de la tutoría virtual con chat GPT mejora el proceso de autoaprendizaje en los estudiantes con matrícula condicionada en la Escuela Profesional Ingeniería Informática y Sistemas – UNAMBA.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) por brindarme el entorno académico propicio para el desarrollo de esta investigación, así como por su compromiso constante con la mejora de la calidad educativa.

Mi reconocimiento y gratitud a la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas, por su apertura y disposición para apoyar iniciativas orientadas al fortalecimiento del aprendizaje autónomo de sus estudiantes.

Asimismo, extendiendo un especial agradecimiento a la Dirección de Servicios Académicos, por proporcionar la información clave y oportuna que permitió fundamentar y orientar adecuadamente el presente trabajo.

No puedo dejar de agradecer a los docentes que contribuyeron activamente en la ejecución de esta investigación, cuya colaboración, experiencia y guía fueron fundamentales para su desarrollo y culminación exitosa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Gutiérrez-Cirlos, D. L. Carrillo-Pérez, J. L. Bermúdez-González, I. Hidrogo-Montemayor, R. Carrillo-Esper, and M. Sánchez-Mendiola, "ChatGPT: oportunidades y riesgos en la asistencia, docencia e investigación médica," *Gac Med Mex*, vol. 159, no. 5, pp. 382-389, 2023, <https://doi.org/10.24875/GMM.230001671>
- [2] M. Ribera and O. Díaz Montesdeoca, "ChatGPT y universitaria: educación posibilidades y límites herramienta docente de ChatGPT como," in *Octaedro*, Barcelona - España, 2024, p. 134. <https://doi.org/10.36006/15224-1>
- [3] L. M. Burgos, L. L. Suárez, and M. Benzádon, "Inteligencia artificial ChatGPT y su utilidad en la investigación: el futuro ya está aquí," *Medicina (B Aires)*, vol. 83, no. 3, pp. 499-501, 2023. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3245>
- [4] E. R. Reyes-Moreno, J. A. Londoño Gallegos, I. C. Andrade Martelo, H. F. Villar vega, and J. J. Castro Maldonado, "ChatGPT en la educación: un enfoque bibliométrico de la integración de sistemas de Chatbots en los procesos educativos," *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, vol. 11, no. 3, pp. 143-155, 2023, doi: 10.15649/2346030X.3245.
- [5] C. K. Kwan Chung and S. Becker E., "Adopción de la inteligencia artificial ChatGpt en la educación superior: perspectiva de los docentes universitarios en Paraguay," *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 23-30, 2023. <https://doi.org/10.54988/cg.2024.2.1592>
- [6] Unión Europea, "Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores," *Oficina de Publicaciones de la Unión Europea*, 2022, doi: 10.2766/898.
- [7] M. Segarra Ciprés, R. Grangel Seguer, and Ó. Belmonte Fernández, "ChatGPT como herramienta de apoyo al aprendizaje en la educación superior: una experiencia docente," *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, pp. 7-44, May 2024, <https://doi.org/10.51302/tce.2024.19083>
- [8] M. L. Crispín Bernardo, *Aprendizaje Autónomo: orientaciones para la docencia*. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10609/148768>
- [9] S. Arjona-Giner and F. Llorens-Largo, "IE Explorando ChatGPT para la educación: su potencial en la redacción," *Innovación educativa en los tiempos de la inteligencia artificial. Actas del VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2023 (18-20 de Octubre de 2023, Madrid, España)*, 2023, doi: 10.26754/uz.978-84-18321-92-4.
- [10] P. Romero-Rodríguez, "La Incorporación del ChatGPT en la Educación Superior: Una Mirada desde el Paradigma de la Complejidad," *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 8, no. 5, pp. 213-225, 2023, <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1976>
- [11] G. VanderLinde and T. M. Cury, "El uso de inteligencia artificial y sus desafíos para la evaluación académica: una revisión de la literatura," vol. 21, pp. 126-137, 2023. <https://doi.org/10.29197/cpu.v21i41.564>

Francisco Cari_Incahuanaco, Alejandrina Huaylla_Quispe, Rafael R. Quispe_Merma y Maritza Condori_Quispe

- [12] R. Salinas, "Chat GPT y su efecto en la producción Científica de Panamá," *Innovación y Gerencia, Revista científica arbitrada*, 2023, doi: 10.5281/zenodo.10041632.
- [13] C. Lopezosa, "ChatGPT y comunicación científica: hacia un uso de la Inteligencia Artificial que sea tan útil como responsable," *Hipertext.net*, no. 26, pp. 17-21, 2023, <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2023.i26.03>
- [14] J. Dempere, K. Modugu, A. Hesham, and L. K. Ramasamy, "The impact of ChatGPT on higher education," *Front Educ (Lausanne)*, vol. 8, no. October, 2023, <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1206936>
- [15] M. del R. Fernández de Silva, *La inteligencia artificial en la educación: Hacia un futuro de aprendizaje inteligente*, vol. 2, no. 6. 2023.
- [16] A. D. Ojeda, A. D. Solano-Barliza, D. O. Alvarez, and E. B. Cárcamo, "Análisis del impacto de la inteligencia artificial ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria," *Formación universitaria*, vol. 16, no. 6, pp. 61-70, 2023, <https://doi.org/10.4067/S0718-50062023000600061>

BIOGRAFÍA

Francisco Cari Incahuanaco, Maestro en Investigación y Docencia Universitaria, Ingeniero Estadístico e Informático con Segunda Especialidad en Ingeniería de Sistemas. Experiencia en docencia universitaria, actual docente ordinario en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, desarrollando asignaturas de Investigación.

Alejandrina Huaylla Quispe, Ingeniero de Sistemas e Informática, maestra en Gestión Pública de la Universidad Cesar Vallejo, Egresada de la maestría en Proyectos de Inversión de la Universidad Tecnológica de los Andes, docente contratado adscrito al departamento de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Rafael Ricardo Merma Quispe, profesor ordinario en la categoría de Auxiliar en la Universidad Nacional Micaela Batidas de Apurímac - Perú. Ingeniero Informático y de Sistemas, con Maestría en Educación mención Administración de la Educación, y con estudios de doctorado en Ciencias de la Computación UNA Perú. Área de investigación: Ingeniería de software, computación móvil, Gestión del conocimiento.

Maritza Condori Quispe, Lic. En Educación con estudios de posgrado en docencia universitaria, docente en la Universidad Nacional Micael Bastidas de Apurímac y docente de educación básica regular en área de ciencia y tecnología.

Evaluación de la calidad del cloro doméstico elaborado en locales comerciales de productos de limpieza

Evaluation of the quality of domestic chlorine produced in commercial cleaning product stores

Aliana Gamboa-Ortega^A, Yinetzi Pacheco-Cañas^B, Snyder Cadagan-Rodríguez^C, Reynaldo Solís-Pinto^D, Frank Marina-Torres^E y José Castro-Soto^F

Resumen— Debido a su accesibilidad y efectividad, el cloro doméstico es un producto químico ampliamente utilizado. Su poderosa acción desinfectante de amplio espectro y bajo costo la han transformado en un producto de consumo masivo. En Ciudad Bolívar (Bolívar, Venezuela) han surgido numerosos establecimientos dedicados a elaborar y vender productos de limpieza entre ellos, el cloro doméstico. En este estudio se evaluó la calidad del cloro doméstico elaborado en estos locales comerciales. Se realizó un muestreo aleatorio simple representado por diez establecimientos de elaboración y venta de productos de limpieza en la ciudad. Se evaluó el contenido de cloro y la alcalinidad total disponible, además del *pH* y densidad. En los resultados, se apreció que solo las muestras M₁ (*pH* 10,4) y M₈ (*pH* 9,3) tuvieron valores de *pH* bajos, en contraste con el *pH* fuertemente alcalino del resto de las muestras. En cuanto a la densidad relativa se encontró que todos los productos poseen valores bajos lo que sugiere que las muestras pueden estar diluidas. El mayor porcentaje de cloro disponible corresponde a M₁ (2,10%). En el porcentaje de alcalinidad total disponible el 100% reportan valores bajos, donde el mayor valor corresponde a M₆ (0,55%*p/p*). Se concluye que del total analizado, solo las muestras M₂ y M₆ cumplieron con los parámetros de *pH*, contenido de cloro disponible y alcalinidad total disponible. Se recomienda implementar un control de calidad más riguroso para este tipo de productos.

Palabras clave: alcalinidad, cloro, densidad, *pH*.

Abstract— Due to its accessibility and effectiveness, household chlorine is a widely used chemical product. Its powerful broad-spectrum disinfectant action and low cost have transformed it into a mass-consumer product. In Ciudad Bolívar (Bolívar, Venezuela), numerous establishments dedicated to the production and sale of cleaning products, including household chlorine, have emerged. This study evaluated the quality of household chlorine produced in these commercial premises. A simple random sampling was carried out, represented by ten establishments that produce and sell cleaning products in the city. The content of chlorine and total available alkalinity, as well as *pH* and density, were evaluated. The results showed that only samples M₁ (*pH* 10.4) and M₈ (*pH* 9.3) had low *pH* values, in contrast to the strongly alkaline *pH* of the rest of the samples. Regarding the relative density, it was found that all products have low values, which suggests that the samples may be diluted. The highest percentage of available chlorine corresponds to M₁ (2.10%). In the percentage of total available alkalinity, 100% reported low values, with the highest value corresponding to M₆ (0.55%*w/w*). It is concluded that of the total analyzed, only samples M₂ and M₆ met the parameters of *pH*, available chlorine content, and total available alkalinity. It is recommended to implement a more rigorous quality control for this type of product.

Keywords: alkalinity, chlorine, density, *pH*.

1 INTRODUCCIÓN

El cloro doméstico es una solución alcalina comercial transparente de color amarillo-verdoso y olor característico, ampliamente conocido y usado en hogares como agente blanqueador y biocida. Su poderosa acción desinfectante de

amplio espectro y bajo costo lo ha transformado en un producto de consumo masivo [1], [2], [3] y [4]. En Ciudad Bolívar (Bolívar, Venezuela) han surgido una gran cantidad de establecimientos comerciales dedicados a la elaboración y venta de productos de limpieza, siendo el cloro doméstico el producto de interés. Es necesario destacar que estos establecimientos operan sin supervisión formal, asimismo se

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0003-5999-4441>
Aliana Gamboa-Ortega, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. alia-nagamboaortega@gmail.com
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0007-7634-2778> Yi-netzi Pacheco-Cañas, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. pacheco-eliemar2002@gmail.com
- C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0003-3024-5914>
Snyder Cadagan-Rodríguez, está en Escuela de Medicina, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. snydercadagan88@gmail.com
- D. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0006-4283-008X> Reynaldo Solís-Pinto, está en Acueducto Bicentenario, Hidrobolívar CA., Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. so-lis.el.especialista@gmail.com
- E. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-4927-6275>
Frank Marina-Torres está en Acueducto Bicentenario, Hidrobolívar CA, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. fcmt802003@hotmail.com
- F. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-5786-4743>
José Castro-Soto, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. jlcas-tros78@gmail.com

desconoce si poseen mecanismos de control de calidad. Esta situación se agrava por la posibilidad de que el personal encargado de la elaboración de los productos no posea la formación técnica o profesional en química o áreas relacionadas. Ante la preocupación sobre la calidad del cloro doméstico producido y comercializado, se hace necesario realizar una evaluación de su calidad.

Lamentablemente, no se encontraron referencias bibliográficas específicas sobre casos similares que aborden directamente la evaluación de la calidad del cloro doméstico en este tipo de elaboración. Sin embargo, los resultados de este estudio servirán como base para informar a las autoridades sanitarias y/o comercio, sensibilizar a los consumidores sobre los riesgos asociados a la compra de estos productos no regulados. En última instancia, contribuirá a la protección de la salud pública y los derechos de los consumidores.

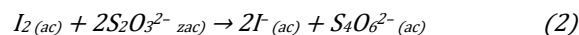
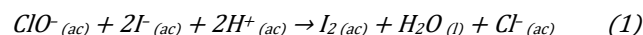
El ingrediente activo en el cloro doméstico es el hipoclorito de sodio (NaClO) [5], [6] y su poder desinfectante reside en el alto poder oxidante del ion hipoclorito (ClO^-) [7]. El NaOCl es un líquido transparente de color amarillo que contiene entre $120 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y $160 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ de cloro disponible (12 y 16%_{p/v}, respectivamente) [1]. Una característica del NaClO es su reactividad, esto lo hace poco estable en solución acuosa y comienzan a descomponerse en cuanto se preparan y continúan hasta su descomposición total, su inestabilidad depende de cinco (5) factores principales, a) la concentración del hipoclorito, b) su alcalinidad o pH de la solución, c) la temperatura de almacenamiento, d) la presencia de impurezas que catalizan la descomposición y e) la exposición a la luz solar fuerte; sin embargo, la principal causa tiene que ver con su incorrecto almacenamiento [4], [8], [9], [10] y [11].

Con base a lo anteriormente expuesto y con el fin de garantizar y preservar sus propiedades del producto: el cloro disponible que expresar el poder oxidante del cloro en el producto [1]. Según una de las principales marcas de productos de cuidado del hogar en el mercado venezolano, la composición de NaClO en el cloro doméstico varía desde 1,50 hasta 6,25% [12]. Con el fin de proteger la composición del producto, la alcalinidad total disponible brindan estabilidad y reduce la descomposición del NaClO [8] y [9]. En este sentido un pH fuertemente alcalino ($\text{pH} \approx 11$) da mayor estabilidad en el tiempo al producto [4]. En cuanto a su densidad del producto está alrededor de $1,10 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ a 20°C y $1,097 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ a 25°C para una concentración de cloro doméstico al 5% [13] y [14]. Por su parte, para una concentración de cloro doméstico de 3 - 5%, posee una densidad de $1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ a 20°C [15]. Por su parte la densidad relativa, el cloro doméstico a 20°C posee un valor de 1,10, en [16] un valor mínimo de 1,07 para el NaClO al 5% [13], [17].

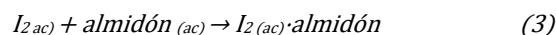
Para evaluar el cloro disponible el método comúnmente empleado es la titulación yodométrica, esto es haciendo reaccionar un volumen conocido de cloro con un exceso de yoduro de potasio (KI) en medio ácido, el ClO^- forma yodo (I_2) de los yoduros (I^-). Evidenciándose un cambio de color de incolora a un tono marrón-rojizo, debido al I_2 (ver Ecuación 1). Seguidamente el I_2 formado se retitula con tiosulfato de sodio

Aliana Gamboa-Ortega, Yinetzi Pacheco-Cañas, Snyder Cadagan-Rodríguez, Reynaldo Solís-Pinto, Frank Marina-Torres y José Castro-Soto

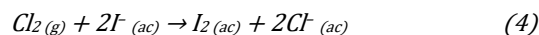
($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) disminuyendo la concentración de I_2 , por lo que el color cambia a un amarillo claro al acercarse al punto estequiométrico [1], [18] (ver Ecuación 2).



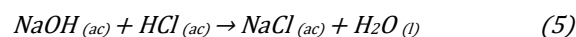
La reacción se completa cuando el I_2 se convierte a I^- , tornándose incolora, pero este cambio de color de amarillo claro a incoloro no es claramente distinguible, se hace difícil establecer el punto final. En consecuencia, en este punto se añade como indicador una solución de almidón al 10%, el I_2 que queda sin reaccionar, formará el complejo I_2 almidón de color azul oscuro [1], [18] (ver Ecuación 3).



Se continúa la titulación, el $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ reacciona con el I_2 del complejo hasta que se consume, se rompe el complejo y desaparece el color azul oscuro, señalando claramente el punto final [1], [18] (ver Ecuación 4).



En cuanto a la evaluación de la alcalinidad total disponible, es decir, el contenido de hidróxido de sodio (NaOH) y carbonato de sodio (Na_2CO_3) presente en la disolución, el método comúnmente empleado es la titulación de neutralización (ácido-base) empleando como disolución titulante ácido clorhídrico (HCl) [1], [18] (ver Ecuación 5).



Otro parámetro de interés es el potencial hidrógeno (pH) que se define como el logaritmo de signo negativo de la concentración molar ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) de iones hidrógeno (H^+) [19], el pH es una cantidad adimensional [20] (ver Ecuación 6), su escala va del 1 al 14. Una sustancia ácida tiene exceso de iones hidrógeno (H^+) y su $\text{pH} < 7$; si es básica tiene un $\text{pH} > 7$ [21]. El instrumento que permite determinar el pH de una disolución es el potenciómetro, el cual antes de utilizarse debe calibrarse con varias soluciones de pH conocido [22].

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{o} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad (6)$$

La densidad (ρ), una propiedad intensiva de la materia su valor es específico para cada sustancia, lo cual permite identificarla o diferenciarla de otras [23]. Es considerada un

parámetro de calidad importante tanto en materias primas como en productos acabados. Además, la medición de la densidad puede usarse para confirmar la pureza del material. Si se ha adulterado una sustancia con una alternativa más barata, la densidad medida del material será diferente de la sustancia pura [24]. Finalmente, su valor depende de la temperatura y presión [23], por lo que al medir la densidad de una sustancia siempre se debe considerar las condiciones de la medición [25] (ver Tabla 1).

TABLA 1

Densidades del agua en función de la temperatura [25].

T (°C)	ρ (g mL ⁻¹)	T (°C)	ρ (g mL ⁻¹)
17,0	0,99880	24,0	0,99733
18,0	0,99862	25,0	0,99705
19,0	0,99843	26,0	0,99683
20,0	0,99823	27,0	0,99652
21,0	0,99802	28,0	0,99624
22,0	0,99780	29,0	0,99595
23,0	0,99757	30,0	0,99567

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Recolección de la muestra

Se seleccionaron diez locales comerciales de elaboración y venta de productos de limpieza en varios sectores de Ciudad Bolívar. Se realizó un muestreo aleatorio simple donde se obtuvo un litro de cloro doméstico de producción propia, sin distinción en el envase. Las muestras se transportaron al laboratorio y se mantuvieron en condiciones de sequedad y oscuridad a temperatura ambiente hasta su análisis (ver Tabla 2). Es de destacar que ningún local comercial en el envase original presentó etiquetas y/o especificaciones de la composición química del producto, ya que estos son vendidos en envases reciclados de diversos productos.

TABLA 2

Datos de las muestras de cloro doméstico colectadas.

Muestra	Local Comercial	Ubicación
M ₁	Prolin	Av. España
M ₂	Mundo Limpio A&Y	Mercada Periférico
M ₃	La Gracia de Dios	Av. Principal, Los Próceres
M ₄	Prolin	Av. Uputa
M ₅	Químicos Roller	Av. Libertador
M ₆	Mundo Limpio	Calle Caracas
M ₇	Productos de Limpieza	Av. Bolívar, Los Coquitos
M ₈	Local sin nombre	Av. Cumaná, Sector El Porvenir
M ₉	Local sin nombre	Av. España
M ₁₀	Local sin nombre	Av. España

2.2 Potencial de hidrógeno (pH) [26]

2.2.1 Calibración del equipo

La calibración se realizó empleando tres soluciones *Buffer* a pH 4,01, 7,00 y 10,01, se tomaron tres vasos de precipitado de 100 mL rotulados adecuadamente con la denominación de cada *Buffer*, seguidamente se añadió 100 mL de cada *Buffer*, respectivamente. A continuación, se introdujo el electrodo del

Aliana Gamboa-Ortega, Yinetzi Pacheco-Cañas, Snyder Cadagan-Rodríguez, Reynaldo Solís-Pinto, Frank Marina-Torres y José Castro-Soto

equipo potenciómetro (CRISON, BASIC 20) en el primer *Buffer* (pH 4,01) se dejó estabilizar la lectura y registro el valor del pH. Posterior a la lectura se enjuagó el electrodo con abundante agua destilada. Este procedimiento se repitió con los otros dos *Buffer* (pH 7,00 y 10,01) (ver Figura 1). Cada *Buffer* se midió por triplicado.

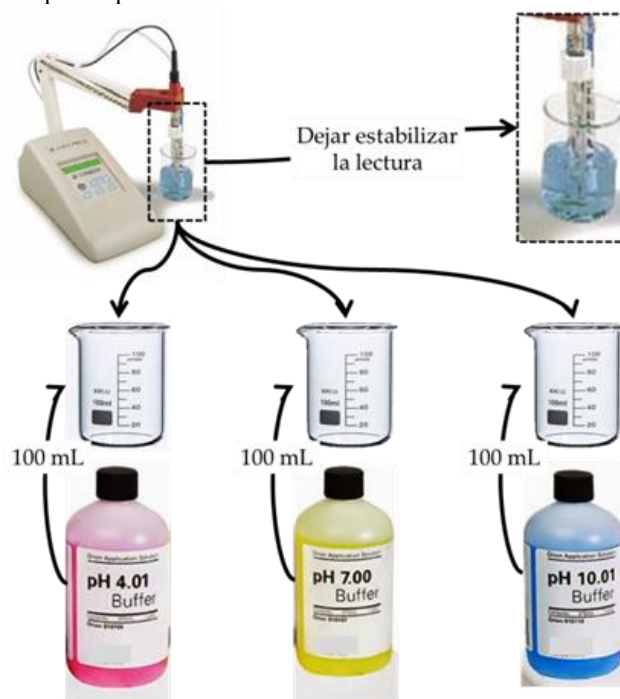


Fig. 1. Diagrama de la calibración del potenciómetro.

2.2.2 Determinación del potencial de hidrógeno (pH).

Se dejaron aclimatar las muestras a temperatura ambiente. Se agitaron suavemente evitando generar burbujas. Se tomaron tres vasos de precipitado de 100 mL, rotulados adecuadamente, a cada vaso se añadió 100 mL de muestra. Se introdujo el electrodo de equipo potenciómetro (CRISON, BASIC 20) se dejó estabilizar la lectura y registro el valor del pH, lavando el electrodo con abundante agua destilada para evitar contaminación entre muestras. Cada muestra se analizó por triplicado (ver Figura 2).

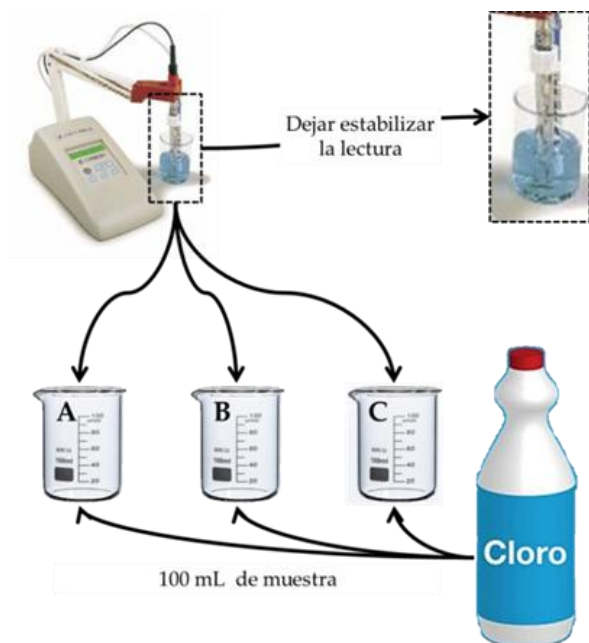


Fig. 2. Diagrama de la lectura del pH.

2.3 Determinación de la densidad [27].

En una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) se pesó el picnómetro vacío (m_p). Luego, el picnómetro se enrasó con agua destilada (fluido de referencia) evitando la formación de burbujas en su interior, se tapó y secó muy bien registrándose como (m_{p+w}). Se descartó el agua destilada y se curó el picnómetro con un poco de la muestra antes de enrasar y determina su masa (m_{p+d}). Cada muestra se analizó por triplicado (ver Ecuación 7).

$$\rho_d = \frac{m_{p+d} - m_p}{m_{p+w} - m_p} \times \rho_w \quad (7)$$

- Dónde: ρ_d : Densidad de la disolución (muestra).
 m_p : Masa del picnómetro vacío.
 m_{p+d} : Masa del picnómetro la muestra.
 m_{p+w} : Masa del picnómetro con agua destilada.
 ρ_w : Densidad del agua destilada a la temperatura del experimento.

2.3.1 Densidad relativa (ρ_r) [22].

La densidad relativa (ρ_r) o gravedad específica de una sustancia es la relación entre su densidad y la densidad del agua, ambas a la misma temperatura (ver Ecuación 8).

$$\rho_r = \frac{\rho_d}{\rho_w} \quad (8)$$

- Dónde: ρ_r : Densidad relativa (muestra).
 ρ_d : Densidad de la disolución (muestra).
 ρ_w : Densidad del agua destilada a la temperatura del experimento.

Aliana Gamboa-Ortega, Yinetzi Pacheco-Cañas, Snyder Cadagan-Rodríguez, Reynaldo Solís-Pinto, Frank Marina-Torres y José Castro-Soto

2.4 Calibración de una bureta según el método de corrección por flotación [28], [29].

En un vaso de precipitado de 500 mL se añadió 400 mL de agua destilada y se dejó equilibrar a temperatura ambiente, se registró la temperatura para encontrar la densidad del agua y se enrasó a 0,0 mL la bureta de vidrio de $50 \pm 0,1$ mL (Witeg, Germany Aiffini DIN B), evitando la formación de burbujas. Se dejó reposar la bureta en su soporte durante cinco minutos para verificar que no haya escurrimientos.

En una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) se determinó la masa de un matraz Erlenmeyer de 125 mL con su tapón, el matraz se manipuló con una tira de papel para evitar el contacto con las manos y alterar su masa. El matraz se colocó debajo de la bureta, se retiró el tapón y se dejó fluir desde la bureta hacia el matraz el primer intervalo del volumen nominal de agua destilada (0 a 10 mL). Seguidamente, se tapó el matraz, se registró el volumen vertido y se determinó la masa del conjunto (matraz + H_2O + tapón). Se retiró el conjunto de la balanza y se llevó a la bureta retirando el tapón justo antes de añadir desde la bureta el segundo intervalo del volumen nominal de 10 a 20 mL y medir la masa vertida. El procedimiento consiste en adiciones sucesivas en un mismo matraz. Repetir el procedimiento hasta alcanzar los 50 mL de la bureta (ver Figura 3).

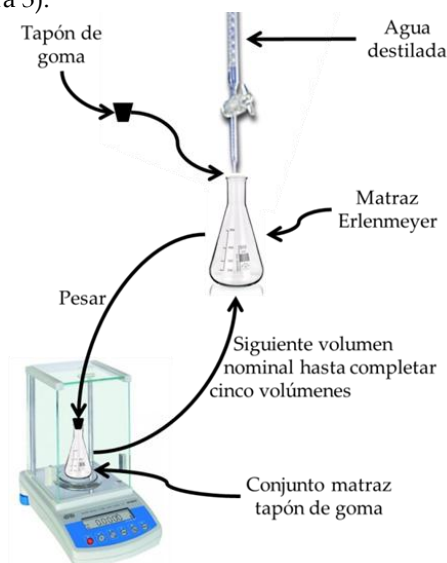


Fig. 3. Diagrama de la calibración de una bureta mediante el método de corrección por flotación.

Una vez terminada la recolección de datos, se calculó la masa del agua vertida (W_2) mediante la diferencia entre esta masa (m_2) y la masa del matraz vacío (m_1) (ver Ecuación 9).

$$W_2 = m_2 - m_1 \quad (9)$$

- Dónde: W_2 : Masa del agua vertida en gramos.
 m_1 : Masa del conjunto matraz + tapón en gramos.
 m_2 : Masa del conjunto matraz + agua + tapón en gramos.

Seguidamente, se realizó la corrección por flotación de la masa (masa corregida del objeto), es decir, el peso en el vacío en gramos (W_1) (ver Ecuación 10).

$$W_1 = W_2 + W_2 \left(\frac{d_{aire}}{d_{obj}} - \frac{d_{aire}}{d_M} \right) \quad (10)$$

- Dónde: W_1 : Masa corregida del agua vertida en gramos.
 W_2 : Masa del agua vertida en gramos.
 d_{aire} : Densidad del aire desplazado por las masas y el objeto ($0,0012 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).
 d_{obj} : Densidad del agua destilada a la temperatura del experimento.
 d_M : Densidad de la masa de referencia ($8,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

Una vez obtenida la masa del agua vertida (W_2) y el peso en el vacío en gramos (W_1), se calculó el volumen real (V_{real}) vertido por la bureta (ver Ecuación 11).

$$V_R = \frac{W_1}{d_{H_2O}} \quad (11)$$

- Dónde: V_R : Volumen real vertido en mililitros.
 W_1 : Masa corregida del agua vertida en gramos.
 d_{H_2O} : Densidad del agua destilada a la temperatura del experimento en g/cm^3 .

Factor de corrección (FC) (ver Ecuación 12).

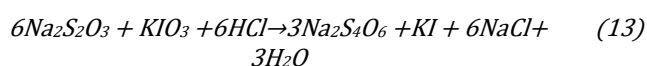
$$FC = V_R - V_V \quad (12)$$

- Dónde: FC: Factor de corrección.
 V_R : Volumen real vertido en mililitros.
 V_V : Volumen vertido en mililitros.

2.5 Porcentaje de cloro disponible.

2.5.1 Estandarización del titulante [1].

Se empleó como titulante tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) a una concentración aproximada de 0,1 M, la cual se estandarizó empleando como estándar primario yodato de potasio (KIO_3), usando como indicador una solución de almidón al 10% (ver Ecuación 13). Es importante que la solución sea estandarizada en el mismo día del ensayo.



Se lavó adecuadamente la bureta Witeg, Germany Aiffini DIN B) de 50 mL y se curó varias veces con pequeñas porciones del titulante y se enrazó a cero (0). Con ayuda de una pipeta volumétrica (BRAND, W-GERMANY, Clase B) se agregó 50,0 mL de la solución de yodato de potasio (KIO_3) a una concentración de 0,1 M en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Seguidamente, se añadió 100 mL de agua destilada, 1,0 g yoduro de potasio (KI) y se agitó hasta su disolución, se añadió 15 mL de ácido clorhídrico (HCl) a una concentración de 1,0 M e inmediatamente se tituló de con una solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (el exceso de yoduro se oxida muy rápido en el aire y forma I^{3-} , por lo que la titulación debe hacerse rápido), hasta que casi desaparece el color amarillo pálido (debido al I^{3-}). Después, se agrega de 5 mL de la solución de almidón al 10%, tornándose color azul marino y se continuó con la titulación hasta la desaparición del color azul (ver Figura 4). El procedimiento se realizó por triplicado.

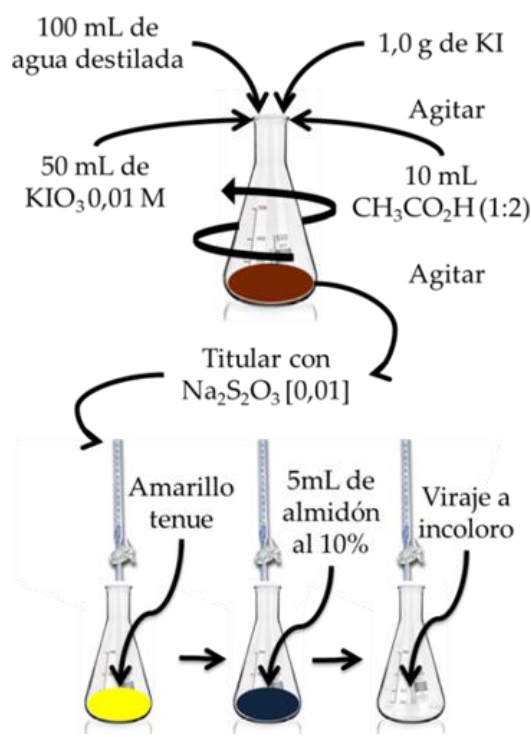


Fig. 4. Diagrama de la estandarización de la disolución titulante de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Moles de yodato de potasio (ver Ecuación 14).

$$\eta_{\text{KIO}_3} = M_{\text{KIO}_3} + V_{\text{KIO}_3} \quad (14)$$

- Dónde: η_{KIO_3} : Moles de yodato de potasio.
 M_{KIO_3} : Molaridad de yodato de potasio.
 V_{KIO_3} : Volumen de yodato de potasio consumido en la titulación en mililitros.

Moles de tiosulfato de sodio (ver Ecuación 15).

$$\eta_{Na_2S_2O_3} = \frac{\eta_{KIO_3} \times 6 \text{ mol } Na_2S_2O_3}{1 \text{ mol } KIO_3} \quad (15)$$

Dónde: $\eta_{Na_2S_2O_3}$: Moles de tiosulfato de sodio.

η_{KIO_3} : Moles de yodato de potasio.

Molaridad del tiosulfato de sodio (ver Ecuación 16).

$$M_{Na_2S_2O_3} = \frac{\eta_{Na_2S_2O_3}}{V_{Na_2S_2O_3}} \quad (16)$$

Dónde: $M_{Na_2S_2O_3}$: Molaridad del tiosulfato de sodio.

$\eta_{Na_2S_2O_3}$: Moles de tiosulfato de sodio.

V_{KIO_3} : Volumen de tiosulfato de sodio consumido en la titulación en mililitros.

2.5.2 Determinación del porcentaje de cloro disponible [1].

Se llenó la bureta de $50 \pm 0,1$ mL con solución estandarizada de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$). Por otro lado, se tomó 5,0 mL de muestra (cloro doméstico) y se transfirió a un balón aforado de 250 mL, se aforó con agua destilada y se homogeneizó. Seguidamente, se tomó una alícuota de 25 mL de la disolución anterior (muestra diluida) y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, seguidamente se le adicionó 1,0 g de yoduro de potasio (KI), seguidos de 10 mL de ácido acético glacial (CH_3COOH) diluido en una relación 1:2 y se homogeneizó. Se inició la titulación añadiendo el titulante ($Na_2S_2O_3$) gota a gota con agitación constante el matraz hasta que el color del yodo tome una coloración amarillo tenue. Se adicionó 5,0 mL de la disolución de almidón al 10% y se continuó la titulación hasta el viraje a incoloro. Cada muestra se analizó por triplicado (ver Figura 5).

El porcentaje de cloro disponible (ver Ecuación 17).

$$\%_{CD} = \frac{V_{Na_2S_2O_3} \times N_{Na_2S_2O_3} \times 0,03545 \times 50}{V_m} \times 100 \quad (17)$$

Dónde: V: Volumen de tiosulfato de sodio consumido en la titulación en mililitros.

N: Normalidad del tiosulfato de sodio en eq/L.

50: Factor de dilución $\frac{250}{5}$.

0,03545: Relación a la masa atómica del cloro.

$V_{muestra}$: Volumen de la muestra en mililitros.

Aliana Gamboa-Ortega, Yinetzi Pacheco-Cañas, Snyder Cadagan-Rodríguez, Reynaldo Solís-Pinto, Frank Marina-Torres y José Castro-Soto

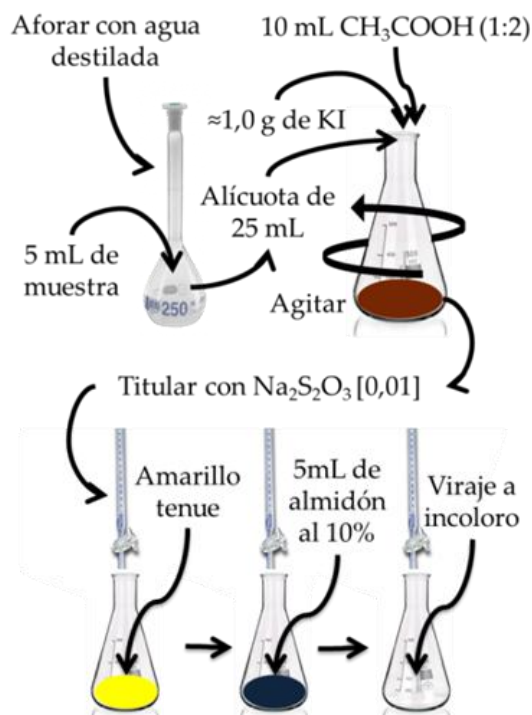
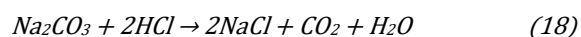


Fig. 5. Diagrama de la determinación de porcentaje de cloro disponible.

2.6 Porcentaje de alcalinidad total disponible.

2.6.1 Estandarización del titulante [1].

Se empleó como titulante ácido clorhídrico (HCl) a una concentración aproximada de 0,1 M, la cual se estandarizó empleando como estándar primario carbonato de sodio (Na_2CO_3) y como indicador anaranjado de metilo ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$) (ver Ecuación 18). Es importante que la solución sea estandarizada en el mismo día del ensayo.



Se lavó adecuadamente la bureta Witeg, Germany Aiffini DIN B) de 50 mL y se curó varias veces con pequeñas porciones del titulante y se enrazó a cero (0). Por otro lado, se secó en estufa durante 1 hora a $110^\circ C$ aproximadamente 2,0 g de carbonato de sodio (Na_2CO_3). Se tomó un matraz Erlenmeyer de 125 mL y se colocó en la balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) y se taró, sobre el matraz se pesó entre 0,13 a 0,16 g de Na_2CO_3 , se retiró el matraz y se añadió 50 mL de agua destilada libre de CO_2 , se agitó con suavidad hasta la disolución del Na_2CO_3 . Se añadió cuatro (4) gotas del indicador de naranja de metilo y se colocó un tapón de goma al matraz y se agitó suavemente. Se tituló con el HCl agitando constantemente hasta el viraje del indicador desde el color amarillo a naranja, indicativo del punto final de la titulación. Seguidamente, se hirvió suavemente la disolución por dos (2) minutos para expulsar el CO_2 . Se dejó enfriar a temperatura ambiente y continuó la titulación, hasta alcanzar nuevamente el viraje, se registró el volumen final de HCl vertido (ver Figura 6). El procedimiento se realizó por triplicado.

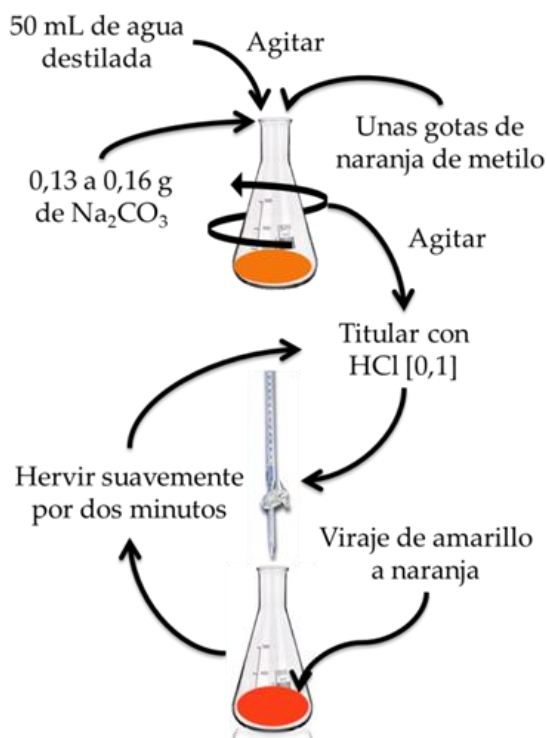


Fig. 6. Diagrama de la estandarización de la disolución titulante de ácido clorhídrico (HCl).

Moles de Na_2CO_3 (ver Ecuación 19).

$$\eta_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{MM_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} \quad (19)$$

Dónde: $\eta_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$: Moles de carbonato de sodio.

$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$: Masa de carbonato de sodio en gramos.

$MM_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$: Masa molecular del carbonato de sodio.

Moles de HCl (ver Ecuación 20).

$$\eta_{\text{HCl}} = \frac{\eta_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times 2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \quad (20)$$

Dónde: η_{HCl} : Moles de ácido clorhídrico.

η_{KIO_3} : Moles de carbonato de sodio.

Molaridad del HCl (ver Ecuación 21).

$$M_{\text{HCl}} = \frac{\eta_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}} \quad (21)$$

Dónde: M_{HCl} : Molaridad del ácido clorhídrico.

η_{HCl} : Moles de tiosulfato de sodio.

V_{HCl} : Volumen de HCl consumido en mL.

Aliana Gamboa-Ortega, Yinetzi Pacheco-Cañas, Snyder Cadagan-Rodríguez, Reynaldo Solís-Pinto, Frank Marina-Torres y José Castro-Soto

2.6.2 Determinación del porcentaje de alcalinidad total disponible [1].

Se pesó cerca de 10 g de muestra (cloro doméstico) sin diluir, en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Se adicionó solución de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 3%, para neutralizar el cloro activo contenido en la muestra, esto hasta el cese la reacción (finalización del burbujeo), luego se agitó vigorosamente durante un minuto. Se añadió cinco gotas del indicador naranja de metilo. Finalmente, se tituló con HCl estandarizado, hasta el viraje del indicador desde el color amarillo a naranja. Cada muestra se analizó por triplicado (ver Figura 7).

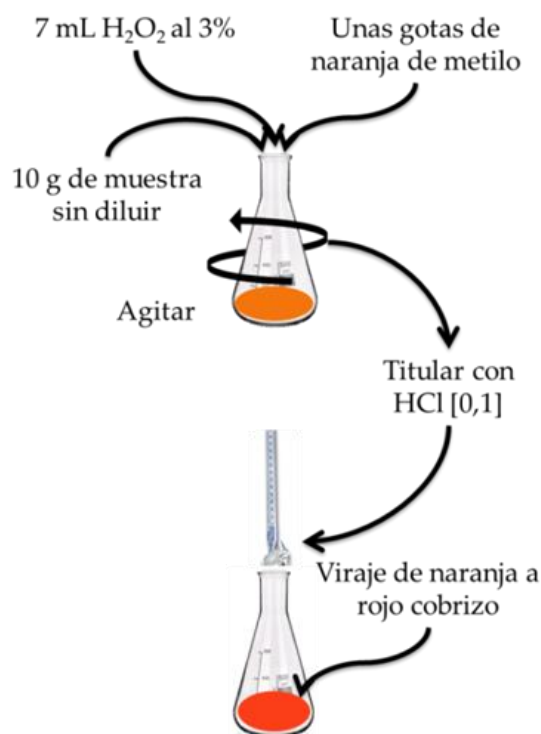


Fig. 7. Diagrama de la determinación de la alcalinidad total disponible.

Por definición, La alcalinidad total disponible se da como NaOH (ver Ecuación 22).

$$\%_{\text{ATD}} = \frac{V_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \times 0,04}{m_m \text{ (g)}} \times 100 \quad (22)$$

Dónde: V : Volumen de HCl consumido en mililitros.

N : Normalidad del ácido clorhídrico.

0,04: Relación a la masa molecular del NaOH .

m_m : Masa de la muestra en gramos.

2.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron empleando una hoja de cálculo *Microsoft Excel 2010* para *Windows*, obteniéndose una estadística descriptiva, determinándose su Media aritmética ($\bar{x}$) y desviación estándar.

2.7.1 Media ($\bar{x}$)

Es la medida más utilizada para definir un valor central

de un conjunto de datos, también llamada media aritmética, o promedio, se obtiene dividiendo la suma de las mediciones de las réplicas entre el número total de mediciones realizadas en el conjunto. Se utiliza para reportar cuál se considera el valor más representativo de un conjunto de mediciones [28], [30] (ver Ecuación 23).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (23)$$

Dónde: $\bar{x}$: Media.

x_i : Valor numérico obtenido de la medida.

n : Número de mediciones realizadas.

2.7.2 Desviación estándar muestral (s)

La desviación estándar representa el grado de variabilidad (o dispersión). Es una estimación de la precisión basada en las desviaciones de datos individuales con respecto a la media de una muestra de datos [28], [30] (ver Ecuación 24).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}} \quad (24)$$

Dónde: s : Desviación estándar muestral (s).

$x_i - \bar{x}$: Desviación d_i del valor x_i de la media $\bar{x}$.

$n - 1$: Número de grados de libertad.

2.7.3 Intervalos de confianza

Define los límites sobre la media experimental entre los cuales —con una probabilidad dada— debería localizarse la media verdadera [28] (ver Ecuación 25).

$$\text{Nivel de Confianza} = \bar{x} \pm \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \quad (25)$$

Dónde: $\bar{x}$: Media.

s : Desviación estándar muestral.

n : Número de medidas.

t : Factor estadístico que depende del número de grados de libertad (g.l.) y el nivel de confianza deseado.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Potencial de hidrógeno (pH)

Del total de muestras analizadas, el 80% de los locales comerciales evaluados en sus productos presentaron un pH alcalino siendo M_{10} (pH 12,7) la muestra con el mayor valor. Por otro lado, M_8 (pH 9,3) y M_1 (pH 10,4) presentaron los valores más bajos, estos valores puede comprometer la estabilidad en el contenido cloro disponible del producto (ver Tabla 3), el cloro con fines doméstico debe poseer un pH alcalino, aproximado a pH 11 [3] y [4].

TABLA 3
Valores de pH en cloro doméstico.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza
M_1	10,4	0,1	10,2 - 10,5
M_2	11,5	0,1	11,5 - 11,7
M_3	11,7	<0,1	11,7
M_4	12,1	<0,1	12,1
M_5	11,8	<0,1	11,8
M_6	12,6	0,1	12,4 - 12,7
M_7	12,1	<0,1	12,1
M_8	9,3	<0,1	9,3
M_9	12,3	<0,1	12,3
M_{10}	12,7	<0,1	12,7

3.2 Densidad

Del total de muestras analizadas, el 100% de los locales evaluados presentaron en sus productos una densidad muy por debajo de lo establecido en [13] y [14] donde M_5 (0,997 g mL⁻¹) la muestra con el menor valor encontrado. En cuanto a la densidad relativa en la investigación se encontró que todos los productos poseen una densidad relativa por debajo del valor correspondiente a este tipo de producto [13], [17] y [16] (ver Tabla 4). Es necesario destacar que una densidad relativa igual a 1,0 demuestra que la disolución objeto de estudio poseen una densidad similar a la del agua.

TABLA 4
Valores de la densidad en cloro doméstico.

Muestra	Media (g mL ⁻¹)	Desviación Estándar (g mL ⁻¹)	Intervalo de Confianza (g mL ⁻¹)	Densidad relativa
M_1	1,011	0,001	1,008 - 1,014	1,01
M_2	1,017	0,001	1,016 - 1,018	1,02
M_3	1,005	0,001	1,003 - 1,007	1,01
M_4	1,010	<0,001	1,010 - 1,011	1,01
M_5	0,997	0,001	0,995 - 0,999	1,01
M_6	1,018	0,003	1,011 - 1,025	1,02
M_7	1,008	<0,001	1,007 - 1,008	1,01
M_8	1,008	<0,001	1,009 - 1,011	1,01
M_9	1,010	0,001	1,008 - 1,013	1,01
M_{10}	1,015	<0,001	1,014 - 1,016	1,02

3.3. Calibración de la bureta

En la calibración de la bureta de vidrio de $50 \pm 0,1$ mL (Witeg, Germany Aiffini DIN B), se obtuvo un factor de correlación de $R^2 = 1$, esto indica un fuerte ajuste entre el volumen vertido por la bureta (V_{vertido}), el volumen indicados en su graduación y el volumen real (V_{Real}) vertido por instrumento, en pocas palabras, el volumen vertido corresponde con el volumen real añadido. Como resultado, se tiene un instrumento en óptimas condiciones (ver Figura 8).

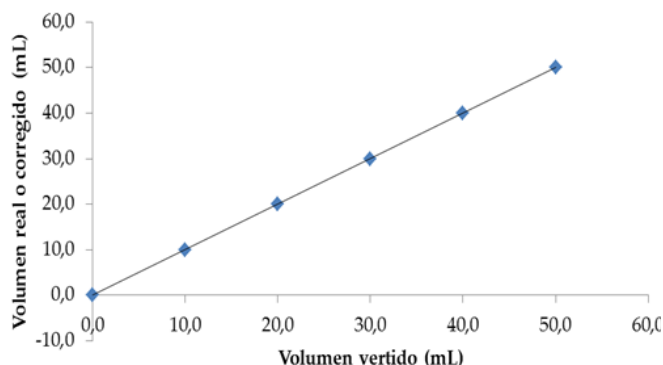


Fig. 8. Regresión lineal de la calibración de la bureta mediante el método de corrección por flotación.

3.4 Cloro disponible.

3.4.1 Estandarización del titulante.

La disolución de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) presentó una concentración de $0,101 \text{ mol } \cdot \text{L}^{-1}$ y una desviación estándar (s) de $0,001 \text{ mol } \cdot \text{L}^{-1}$, que representa una dispersión muy baja en la valoración del titulante. En este sentido, se considera aceptable la valoración del titulante y su concentración es lo suficientemente confiable para su uso en la determinación del porcentaje de cloro disponible (ver Tabla 5).

TABLA 5

Estandarización del tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Concentración ($\text{mol } \cdot \text{L}^{-1}$)	Desviación Estándar ($\text{mol } \cdot \text{L}^{-1}$)
0,101	0,001

3.4.2 Porcentaje de cloro disponible

Del total de muestras analizadas, el mayor porcentaje de cloro corresponde a M_1 (2,10%) seguido de M_2 (1,89%). El resto de las muestras disminuyen su concentración hasta el valor presentado por M_3 (0,07%). El valor recomendado de NaClO para la limpieza doméstica es de 5,25% [31]. Sin embargo, [32] reportan en marcas comerciales de cloro doméstico, que todas sus muestras están por debajo del valor recomendado. Por otra parte, [12] la concentración de cloro activo en sus productos varía entre 1,50 y 6,25%. En este sentido M_1 y M_2 , cumplen con los criterios de empresas productoras de cloro doméstico en el país (ver Tabla 6).

TABLA 6

Porcentaje de cloro disponible.

Muestra	Media ($\%_{p/v}$)	Desviación Estándar ($\%_{p/v}$)	Intervalo de Confianza ($\%_{p/v}$)
M_1	2,10	0,29	1,38 - 2,82
M_2	1,89	0,04	1,78 - 1,99
M_3	0,07	<0,01	0,07
M_4	1,00	0,07	0,82 - 1,18
M_5	0,53	0,04	0,42 - 0,63
M_6	1,53	0,04	1,42 - 1,63
M_7	1,10	0,04	1,00 - 1,20
M_8	1,10	0,04	1,21 - 1,42
M_9	0,41	0,04	0,30 - 0,51
M_{10}	0,57	<0,01	0,57

Aliana Gamboa-Ortega, Yinetzi Pacheco-Cañas, Snyder Cadagan-Rodríguez, Reynaldo Solís-Pinto, Frank Marina-Torres y José Castro-Soto

3.5 Alcalinidad total disponible.

3.5.1 Estandarización del titulante.

La disolución de ácido clorhídrico (HCl) presentó una concentración de $0,066 \text{ mol } \cdot \text{L}^{-1}$ y una desviación estándar (s) de $0,012 \text{ mol } \cdot \text{L}^{-1}$, que representa una dispersión muy baja en la valoración del titulante. En este sentido, se considera aceptable la valoración del titulante y su concentración es lo suficientemente confiable para su uso en la determinación del porcentaje de alcalinidad total disponible (ver Tabla 7).

TABLA 7

Estandarización del ácido clorhídrico (HCl).

Concentración ($\text{mol } \cdot \text{L}^{-1}$)	Desviación Estándar ($\text{mol } \cdot \text{L}^{-1}$)
0,066	0,012

3.5.2 Porcentaje de alcalinidad total disponible

Del total de muestras analizadas, el 100% reportan valores bajos en el porcentaje de alcalinidad total disponible (hidróxido de sodio (NaOH) y carbonato de sodio (Na_2CO_3)) donde el valor más alto corresponde a M_6 ($0,55\%_{p/p}$). Por otro lado, el resto de las muestras disminuyen su concentración considerablemente, la menor concentración es presentada por M_5 ($0,05\%_{p/p}$) (ver Tabla 8). En un estudio realizado la alcalinidad total disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico osciló entre 0,34 y $37,65\%_{p/p}$ [32]. Es necesario destacar que no se establecen valores mínimos y máximos permisible para este parámetro. Sin embargo [1] establece que el total de base disponible (como NaOH) no debe exceder de $1,5\%_{p/p}$ (alcalinidad libre disponible). De este modo para poder determinar a que se deben los resultados de alcalinidad total disponible es necesario determinar la alcalinidad libre disponible, es decir, si esta es debido al NaOH y/o al Na_2CO_3 .

TABLA 8

Valores de la alcalinidad total disponible.

Muestra	Media ($\%_{p/p}$)	Desviación Estándar ($\%_{p/p}$)	Intervalo de Confianza ($\%_{p/p}$)
M_1	0,09	<0,01	0,09
M_2	0,16	<0,01	0,16
M_3	0,08	<0,01	0,08
M_4	0,13	<0,01	0,13
M_5	0,05	<0,01	0,05
M_6	0,55	<0,01	0,55
M_7	0,16	<0,01	0,16
M_8	0,16	<0,01	0,16
M_9	0,13	<0,01	0,13
M_{10}	0,24	<0,01	0,24

4 CONCLUSIONES

El cloro doméstico elaborado en locales comerciales de productos de limpieza las muestras M_2 y M_6 , estas demostraron ser productos que cumplen en cuanto al pH , contenido de cloro disponible y alcalinidad total disponible. En cuanto a M_1 , presentó el mayor contenido de cloro disponible, sin embargo, presenta baja alcalinidad (pH y alcalinidad total disponible), esto puede disminuir su concentración al comprometer su estabilidad. Por su parte M_{10} , presentó valores de alcalinidad suficientemente aceptables como para proporcionar

estabilidad al producto, sin embargo, se encontró que el contenido de cloro disponible es muy bajo (0,57%). En cuanto a la densidad, los resultados experimentales de todas las muestras estuvieron por debajo de los valores teóricos, lo que sugiere que las muestras pueden estar menos concentradas o presentar una formulación distinta. Por su parte, la densidad relativa indica dilución del producto. Finalmente, se propone un mayor control de la calidad sobre este tipo de productos.

5 REFERENCIAS

- [1] COVENIN 3664, «Productos químicos para uso industrial. Hipocloritos utilizados en el tratamiento de potabilización de aguas. Requisitos y métodos de ensayo.» 2001. [En línea]. Available: https://sigbs.sencamer.gob.ve/cgibin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=629&query_desc=an%3A245. [Último acceso: 14 04 2025].
- [2] M. Gusukuma y I. Quispe, «Análisis de Ciclo de Vida del producto Lejía,» Red Peruana Ciclo de Vida y Ecología Industrial, 30 Mayo 2019. [En línea]. Available: https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/from-crm/1926dae808bc2cb757c9006eea3aebd55e4_Actividad_9_ACV_Lejia.pdf. [Último acceso: 26 Julio 2025].
- [3] ATSDR, «ToxFAQs™ - Hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio (Calcium Hypochlorite/Sodium Hypochlorite): ¿Qué son el hipoclorito de sodio y de calcio?» Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), 06 Mayo 2016. [En línea]. Available: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts184.html. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [4] GBCB, «Experimental 1. Determinación de “cloro activo” en una muestra de agua lavandina mediante titulación yodométrica,» 2017. [En línea]. Available: https://fbcweb1.unl.edu.ar/laboratorios/ladaq/wp-content/uploads/2019/10/TP_7-10.pdf. [Último acceso: 14 Abril 2015].
- [5] M. Gagliardi, «Qué es el blanqueador y cuáles son sus ingredientes activos,» Clorox, 2024. [En línea]. Available: <https://www.clorox.com/es/aprender/que-es-el-blanqueador-cuales-son-sus-ingredientes-activos/>. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [6] L. Muñoz, A. Borrego-Loya, C. Villalba, R. González-Escobedo, N. Orduño, G. Villezcas-Villegas, M. Rodríguez-Roque, G. Ávila-Quezada y I. Vargas, «El cloro y su importancia en la inactivación de bacterias, ¿Puede inactivar virus?» 2021. [En línea]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v39nspe/2007-8080-rmfi-39-esp-198.pdf>. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [7] G. de la Rosa y S. Figueroa, «El hipoclorito y el cloro: dos tipos de cuidado,» 11 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.ugto.mx/investigacionyposgrado/eugreka/index.php/contribuciones/262-el-hipoclorito-y-el-cloro-dos-tipos-de-cuidado>. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [8] Lenntech, «Desinfectantes Hipoclorito de sodio,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm#:~:text=Alrededor%20del%20a%C3%B1o%201785%20el,especificas%20se%20extendi%C3%B3%20con%20facilidad..> [Último acceso: 18 Abril 2025].
- [9] G. Peña, J. Caram, A. Rodríguez, A. Anselmi, M. Gimena, M. S. Barrera y J. González, «Determinación de cloro activo en diferentes soluciones de hipoclorito de sodio,» 2017. [En línea]. Available: https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/11260/peagra-cielarfo-1112017.pdf. [Último acceso: 18 Abril 2025].
- [10] A. Londoño, G. Giraldo y Á. Gutiérrez, Métodos analíticos para la evaluación de la calidad físicoquímica del agua, Primera ed., Manizales, Manizales: Blanecolor Ltda, 2010.
- [11] M. J. Alarcón Lema, «Variación de la concentración del hipoclorito de sodio por cambio de almacenamiento, 2018,» 2019. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5733/1/UNACH-EC-FCS-ODT-2019-0030.pdf>. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [12] Group LS, C.A., «Nuestros Productos: Lavansan,» 2025. [En línea]. Available: <https://lavansan.com/#productos>. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [13] Tremex, «Ficha técnica: Hipoclorito de sodio al 5%,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.prisa.cl/attachment/download/158846/659e9bf7df7aa215007914.pdf>. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [14] Sigma Aldrich, «Ficha de datos de seguridad: Solución Hipoclorito de sodio,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/VE/es/sds/sigald/239305?userType=anonymous>. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [15] Sigma Aldrich, «Sodium hypochlorite solution, 3-5%, CP,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/VE/es/sds/saj/28-3090?userType=anonymous>. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [16] Spectrum Chemical, «Hipoclorito de sodio, cloro disponible al 5 por ciento, solución, reactivo,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.spectrumchemical.com/sodium-hypochlorite-5-percent-available-chlorine-solution-reagent-s1315>. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [17] Spectrum Chemical, «Sodium hypochlorite, solution, 5 percent available chlorine,» 2021. [En línea]. Available: https://www.spectrumchemical.com/media/sds/S1315_AGHS.pdf. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [18] S. Delgado, L. Solís y Y. Muñoz, Laboratorio de Química General, México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2012.
- [19] M. Sienko y R. Plane, Química Experimental, España: Aguilar, 1973.
- [20] R. Chang y K. Goldsby, Química, Duodécima ed., México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2017.
- [21] T. Ojeda, Manual de laboratorio de Química Inorgánica, 2004.
- [22] K. Whitten, R. Davis, M. Peck y G. Stanley, Química, Decima ed., Madrid: Cengage Learning Editores, 2015.
- [23] M. Rizzotto, Diccionario de Química General e Inorgánica, Rosario: Corpus Editorial y Distribuidora, 2007.
- [24] Mettler Toledo, «Medición de la densidad: METTLER TOLEDO,» S.F.. [En línea]. Available: https://www.mt.com/int/es/home/applications/Laboratory_weighing/density-measurement.html. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [25] S. Meléndez y F. Castillo, Prácticas de Química General, Mérida: Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Escuela de Farmacia, Departamento de Análisis y Control, Cátedra de Análisis Farmacéutico, 2007.
- [26] Centro Español de Metrología, «Metrología. Procedimiento QU-003 para la calibración de pHmetros digitales,» [En línea]. Available: https://www.cem.es/sites/default/files/qu-003_digital.pdf. [Último acceso: 15 Abril 2025].
- [27] L. M. Atarés Huerta, «Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro,» 2011. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/entities/publication/f7f21a3b-8971-47d4-8f20-6b94c77484b2>. [Último acceso: 14 Abril 2025].
- [28] D. Skoog, D. West, F. Holler y S. Crouch, Fundamentos de química analítica, Novena ed., México, D.F.: Cengage Learning Editores,

S.A. de C.V., 2015.

- [29] D. Harris, *Análisis Químico Cuantitativo*, Tercera ed., Barcelona: REVERTÉ, 2016.
- [30] J. N. Miller y J. C. Miller, *Estadística y Quimiometría para Química Analítica*, Cuarta ed., Madrid: Pearson Educación S.A., 2002.
- [31] Amoquímicos, «Amoquímicos», 17 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.amoquimicos.com/noticias/niveles-de-concentracion-del-hipoclorito-de-sodio>. [Último acceso: 17 Abril 2025].
- [32] A. P. Gamboa y J. L. Castro Soto, «Evaluación de parámetros de calidad en diversas marcas comerciales de cloro doméstico», 2024. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.57166/riqchary.v6.n2.2024.125> [Último acceso: 17 Abril 2025].

6 BIOGRAFÍAS

Aliana Gamboa Ortega. Técnico Superior Universitario en Química egresada del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, ejerce como Auxiliar Docente en el PNFQuímica y cursa la Licenciatura en Química.

Yinetzi Pacheco-Cañas. Técnico Superior Universitario en Química egresada del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, ejerce como Auxiliar Docente en el PNFQuímica y cursa la Licenciatura en Química.

Snyder Cadagan-Rodríguez. Técnico Superior Universitario en Química mención Procesos Químicos, egresado del Instituto Universitario de Tecnología José Antonio Anzoátegui. Actualmente, se desempeña como técnico de laboratorio en la cátedra de Bioquímica de la Escuela de Medicina de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Al mismo tiempo cursa la Licenciatura en Química en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar).

Frank Marina-Torres. Técnico Superior Universitario en Química mención Procesos Químicos, egresado del Instituto Universitario de Tecnología José Antonio Anzoátegui. Actualmente se desempeña como analista de procesos en el Acueducto Bicentenario (Hidrobolivar CA). Al mismo tiempo cursa la Licenciatura en Química en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar).

Reynaldo Solís-Pinto. Técnico Superior Universitario en Química mención Procesos Químicos, egresado del Instituto Universitario de Tecnología José Antonio Anzoátegui. Actualmente se desempeña como analista de procesos en el Acueducto Bicentenario (Hidrobolivar CA). Al mismo tiempo cursa la Licenciatura en Química en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar).

José Castro-Soto. Licenciado en Química egresado de la Universidad De Oriente (Núcleo de Sucre). Ha sido jefe de la

División de Laboratorio (Gerencia de Control de Calidad – Hidrobolivar C.A.). Con más de 15 años de experiencia en la educación universitaria. Actualmente, se desempeña como Jefe del Departamento del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar).

Deteccion de enfermedades mediante las hojas del maíz utilizando DEEP Learning para los agricultores del distrito de Curahuasi Abancay-2024

Disease detection through corn leaves using DEEP Learning for farmers in the Curahuasi Abancay district-2024

Juan Carlos Valverde-Ramirez^A, Francisco Cari-Incahuanaco^B y Alejandrina Huaylla-Quispe^C

Resumen— El maíz es un cultivo importante en el Perú, esencial para la seguridad alimentaria. Sin embargo, su cultivo enfrenta desafíos significativos debido a enfermedades debilitando como la Trips del maíz, y el virus del Roya del maíz, que pueden conducir a graves pérdidas del rendimiento. Los métodos tradicionales de diagnostico de enfermedades de las plantas a menudo requieren mucho tiempo y son propensos a errores, lo que requiere enfoque más eficiente. Este estudio explora la aplicación de aprendizaje profundo, especialmente las redes neuronales convolucionales (CNN), en la detección y clasificación automáticas de enfermedades del maíz. El objetivo de este estudio es comparar la precisión de dos arquitecturas: CNN básico y ResNet18, la imagen de prueba utilizo un conjunto de datos formado de 3087 imágenes que comprenden de enfermedades de las hojas del maíz, las clases están conformados por, Trips, Roya y hojas Sanas. Además, realizamos un ajuste hiperparametros para mejorar el rendimiento de los modelos y el mapeo de activación de clases ponderado por gradiente, para la interpretabilidad del modelo. Nuestros resultados muestran que el modelo ResNet18 demostro una precisión del 99.38% al distinguir entre pantas sanas y enfermas. Los resultados de este estudio contribuyen al avance de las aplicaciones de IA en la agricultura, en particular en el diagnóstico de enfermedades del maíz en Curahuasi Perú.

Palabras clave: Enfermedades del maíz; Redes neuronales convolucionales; Aprendizaje Profundo; Trips del Maíz y Roya del Maíz.

Abstract— maize is an important crop in Perú, essential for food security. However, its cultivation faces significant chakkenges due to debilitating diseases such as corn thrips and corn rust virus, which can lead to severe yield losses. Traditional methods of plant disease disease diagnosis are often time consuming and error prone, requiring mode efficient approach. This study explores the application of deep learning, especially convolutional neural networks (CNNs), in the automatic detection and classification of maize diseases. The objective of this study is to compare the accuracy of two architectures. Basic CNN and ResNet18, the test image used a data set consisting of 3087 images comprising of maize leaf diseases, classes consisting of, Thirips, Rust and Healthy Leaves, in addition, we performed hyperparameter adjustment to improve model performance and gradient-weighted class activation mapping for model interpretability. Qur results show that the ResNet18 model demonstrated an accuracy of 99.38% in distinguishing between blankets. The results of this study contribute to the advancement of al applications in agriculture, particularly in the diagnosis of maize diseases in Curahuasi Perú.

Keywords: Corn diseases; Convolutional neural networks; Deep learning; Corn thrips and Corn rust.

1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El maíz, conocido como *Zea mays*, es un cultivo alimentario básico vital que desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria mundial, es un grado de semilla imprescindible que se produce en todo el mundo. Es una de las principales fuentes de aceite, almidón, etanol y alimento para los ganados [1]. El valor nutricional del cereal del maíz contribuye a la prevención de enfermedades como la diabetes tipo II, el cáncer y las enfermedades cardíacas [2]. El maíz es

uno de los cereales más utilizados para la dieta de los seres humanos, así, como la alimentación animal y las industrias [3].

Para satisfacer estas necesidades el maíz, el arroz y el trigo son los cultivos principales para la seguridad alimentaria y sostenevilidad del mundo, la producción de estos tres cultivos representan el 90% de su producción total del alimento del ser humano [4]. Entre ellos, el maíz ocupa el segundo lugar del sembrío solo siendo superado por el arroz, es uno de los cereales de comsumó principal. El éxito de la



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología
ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 27/06/25 - [Indexaciones](#)
Número: [doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025](#)
Páginas: 1- 8 | Recibido 13/06/2025 ; Aceptado 27/06/2025
[doi.org/10.57166/riqchary.v6.n1.2025.135](#)

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0006-7654-7151>
Juan Carlos Valverde Ramirez, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-Perú
162179@unamba.edu.pe
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2807-0495>
Francisco Cari Incahuanaco, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-Perú fcari@unamba.edu.pe
- C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-0258-8632>
Alejandrina Huaylla Quispe, Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. ahuaylla@unamba.edu.pe

agricultura es crucial para la prosperidad de una nación, así, mismo la agricultura no satisface la creciente demanda alimentaria [5]. Según Clotilde et. at., el ministerio de la agricultura del Perú, la producción del maíz aproximadamente es de 88.8%, en su totalidad que se produce entre los meses de la primavera que abarca de octubre a enero, los meses de producción del maíz son de febrero a julio que son el 11.2% [6], así mismo, Apurímac destaca como el principal productor de maíz, siendo uno de los departamento con mayor superficie de siembra, especialmente en la zona de Abancay-Cuarahuasi. En esta región se cultiva principalmente el maíz blanco, el cual es también comercializado localmente, por otro lado, se encarga de abastecer a la capital del Perú-Lima. Según Murillo et al., [7], el maíz desempeña un papel crucial como fuente importante de nutracéuticos, conocidas por sus propiedades de prevención de enfermedades y beneficios para la salud. Sin embargo, la sostenibilidad y la productividad del cultivo del maíz están amenazadas debido a diversas plagas y enfermedades de los cultivos. El sector agrícola de esta región reconoce el cultivo de maíz financieramente viable y ambientalmente adaptable. Entre estas enfermedades, trips del maíz, y el virus de la roya del maíz; se detectan como dos de las más dañinas y generalizadas que actualmente amenazan a la seguridad alimentaria en la región. La Fig 1 muestra las hojas del maíz infectadas por Trips y Roya, así como hojas sanas.

El Trips es el resultado de un grupo de hongos transmitidos por el suelo con muchas especies diferentes: ocasionando que las hojas perezcan quemaduras, retraso en el crecimiento, ocasionando perdidas en la producción, se alimenta principalmente de las hojas tiernas [8]. Por el contrario, la Roya, transmitido por chicharitas, causa vetas en las hojas del maíz atrofiando el crecimiento, lo que puede reducir el rendimiento del grano del maíz. Las infestaciones graves de la Roya puede conducir a perdidas de rendimiento de hasta el 100% en la mayoría de los casos [9], se han notificado brotes de estas enfermedades en el distrito de Curahuasi. El impacto de estas enfermedades va más allá de las precauciones agrícolas, ya que conlleva grandes consecuencias para los agricultores, un aumento de los precios del maíz, escasez de alimentos, especialmente para la población que dependen en gran medida del maíz, un estudio de Boddupalli et al. La necrosis letal del maíz porsí sola ha causado una pérdida anual estimada de más de 180 millones de dólares en África Oriental [10], lo que subraya la necesidad crucial de abordar este problema. Por lo tanto, la detección y el diagnóstico preciso de estas enfermedades son cruciales para permitir intervenciones oportunas y desarrollar estrategias de mitigaciones eficaces.

La identificación tradicional para diagnosticar enfermedades en las plantas se basa en la identificación

visual, lo cual permite pérdida de tiempo y conocimientos especializados. La interpretación errónea de los síntomas de las enfermedades puede llevar al uso innecesario o inadecuados pesticidas, por lo consiguiente impacto ambiental negativo y mayor riesgo de efectos tóxicos en el cultivo del maíz. La aplicación de inteligencia artificial (IA) en la agricultura presenta alternativas prometedoras que abordan los desafíos inherentes a los métodos tradicionales al permitir de la detección oportuna y precisa de enfermedades en el cultivo del maíz.

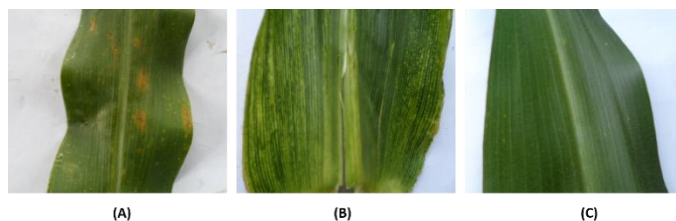


Fig. 1. Ejemplo de hojas de maíz indicadas por: (A) Trips (B) Roya y (C) Sanas.

El aprendizaje profundo ha revolucionado el campo de la visión artificial al proporcionar herramientas potentes para el aprendizaje de características y de representación jerárquica de la información visual. Varias aplicaciones del aprendizaje profundo en la visión artificial incluyen en la clasificación de imágenes, la detección de objetos, reconocimiento facial, generaciones de imágenes y más, entre ellos tenemos, los modelos que incluyen ResNet, VGGNet y EfficientNet se utilizan continuamente en tareas de clasificación de imágenes [11][12]. El aprendizaje profundo abarca una variedad de arquitectura de las redes neuronales, diseñadas para aprender y representar patrones complejos a partir en datos [12].

Erneste en su estudio, presento dos arquitecturas de CNN profundas: CNN básicas Y una ResNet, con un objetivo de detectar enfermedades del maíz y lograr una mayor precisión en el reconocimiento. Los modelos fueron entrenados con diferentes conjuntos de datos que contienen 3,200 imágenes, incluyendo casos de Trips, Roya y hojas sanas. Se utilizaron diversos hiperparametros, como tasas de abandono (Dropout), tamaño de lote (batch size), función de pérdida (loss function) y tasas de aprendizaje, los cuales fueron optimizados mediante una amplia experimentación. El objetivo principal es investigar la eficacia de estas arquitecturas para identificar y clasificar enfermedades del maíz, en particular la compleja combinación de Trips y Roya. Para ello, se evaluó el rendimiento de los modelos utilizando métricas estándar, que proporcionan información sobre su robustez frente a diversas clases de enfermedades.

- Se desarrollaron varias arquitecturas CNN para la detección automática del virus de Trips y Roya del maíz, fundamentales para el diagnóstico y el tratamiento temprano.
- Optimización de las arquitecturas CNN y mejora su rendimiento para la tarea de diagnóstico.
- Se probaron y evaluaron las arquitecturas CNN para la

detección de enfermedades del maíz, proporcionando un análisis integral de su eficacia y áreas potenciales de mejora, y

- Contribución del avance de las aplicaciones de IA en la agricultura, especialmente en el diagnóstico de enfermedades del maíz, crucial para el distrito de Curahuasi-Abancay_Apurímac_Perú, donde el maíz es un cultivo alimentario básico.

1.1 Trabajos relacionados

Para mitigar los daños causados para las enfermedades del maíz, numerosos estudios han propuesto diversas técnicas para detectar e identificarlas. Estos métodos utilizan algoritmos de aprendizaje profundo para analizar imágenes de plantas de maíz, identificando así patrones indicativos de enfermedades.

En Waheed et al [13], propusieron una arquitectura CNN densa optimizada (DenseNet) para reconocimiento de la roya común del maíz, la mancha gris de la hoja del maíz y las enfermedades NCLB. Para el estudio, se utilizaron 11097, imágenes de entrenamiento y 1235 de prueba, y el modelo DenseNet logro una precisión de rendimiento del 98.06%. El estudio concluyo que DenseNet supero las arquitecturas CNN existentes, como EfficientNet, VGG19Net, NASNet y XceptionNet. Ahila Priyadharshini, Arivazhagan, arun y murnalini [14], utilizaron LeNet modificado, una arquitectura CNN, para la detección de NCLB, mancha gris de la hoja y la enfermedad fungida común de la roya. Aunque LeNet tiene una arquitectura pequeña, la evaluación experimental mostró una precisión del 97.89% de las 3852 imágenes de hojas de maíz. Ishengoma, Rai y Said [15] diseñaron y utilizaron varias arquitecturas CNN, como VGG16, CGG19, inceptionV3 y MobileNetV2, para detectar hojas de maíz infectadas por gusanos cogolleros. El estudio concluyo que el rendimiento de la precisión mejor significativamente de VGG16 al 93.08% a MobileNetV2 al 100% después de aplicar la técnica de detección de esquinas ShiTomass a las 11280 imágenes capturadas.

Recientemente, Li et al. Propusieron varias arquitecturas de CNN, incluyendo DenseNet121, ResNet50, MobileNetV2, NASNetMobile y MDCDenseNet, para detectar 856 casos de NCLB y enfermedad foliar de antrocnosis del Norte del maíz. Después de un proceso de aprendizaje por transferencia de dos etapas. MDCDenseNet logro una precisión de identificación de 98.84% sentando las bases para aplicaciones básicas [16].

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Procedimiento de Conjunto de datos

El conjunto, se realizó la recolección de las hojas de las plantas del maíz, seguidamente se realizó la captura de imágenes

de las hojas de la planta de maíz, estas imágenes representan el conjunto de datos que esta conformado por imágenes digitales capturados por medio de una cámara digital, estas imágenes representan tres clases tal como se describe en la tabla 01, así mismo, las hojas que contiene enfermedades de Trips, Roya y hojas sanas dato que las imágenes se obtuvieron de los agricultores del distrito de Curahuasi-Abancay departamento de Apurímac a una altura de 2697 msnm. Conformando un total de 3200 imágenes de tres clases Trips Roya y hojas sanas.

TABLA 1

División de datos que muestra el conjunto de entrenamiento, validación y pruebas

No. Clases	Nombre Clase	Número de Imágenes		
		Train	Valid	Test
0	Trips	721	205	103
1	Roya	721	205	103
2	Sanas	721	205	103
	Total	2163	615	309

2.2 Aumento de datos

Tras la división en conjuntos de entrenamiento y validación, se aplicaron técnicas de data aumentación para optimizar la diversidad de las imágenes. Este paso implica aplicar transformaciones como rotación, escalado o inversión a las imágenes existentes, así logrando variabilidad del conjunto de datos. Estas imágenes aumentadas no solo amplían el conjunto de datos, sino que también ayudan a prevenir el sobre ajuste al exponer el modelo a un rango más amplio de variaciones.

2.3 Redes Neuronales Convolucionales Profundas

Las redes neuronales convolucionales profundas, también conocidas como DCNN, CNN o ConvNets, están diseñadas para procesar datos en forma de múltiples matrices y se han convertido en piedra angular en el campo de la visión por computadora y procesamiento de imágenes [17] [18]. Las DCNN pertenecen a una clase de redes neuronales artificiales profundas, pero se diferencia debido a sus capas convolucionales, características de agrupamiento y propiedades no lineales, como sigmoide, unidad lineal rectificada (ReLU) y tanh.

Una arquitectura típica de DCNN consta de capas de neuronas, cada una diseñada para responder a diferentes aspectos de los datos de entrada [19]. La primera capa, generalmente una capa convolucional, realiza una serie de operaciones matemáticas para detectar características, como bordes, texturas y formas, como se aprecia en la figura 2. A esto se siguen las capas de agrupación, reducen el tamaño espacial de la representación, reduciendo así el número de parámetros y cálculo de una red. Después de varias capas convolucionales y de agrupación, la red generalmente incluye capas completamente conectadas. Estas capas son capas de redes neuronales tradicionales donde cada entrada está conectada a cada salida por un peso aprendido. En esta capa, la red combina todas las características aprendidas de las capas anteriores para clasificar o predecir la salida.

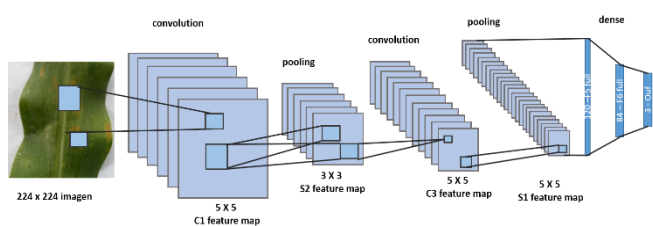


Fig. 2. Una arquitectura de CNN

2.4 ResNet

La arquitectura de Red Residual o ResNet se creó en 2015, introdujeron nuevas conexiones residuales para abordar el desafío del entrenamiento de redes neuronales muy profundas con 50, 101 y 152 capas de peso [20]. Las redes profundas tradicionales presentan el problema del gradiente de desaparición o explosión, lo que dificulta el entrenamiento de modelos con número de capas [21]. ResNet aborda este problema mediante la introducción de conexiones de acceso directo, o conexiones de salto, que omiten uno o más capas durante los pases hacia adelante y hacia atrás.

En una ResNet, los bloques residuales constituyen los componentes básicos de la arquitectura. Cada bloque residual contiene dos rutas principales: la ruta de identidad, que pasa la entrada directamente hacia la salida, y la ruta residual, que aplica una serie de capas apiladas a la entrada. La salida final se obtiene sumando las rutas de identidad y residual, creando una conexión de acceso directo. Este diseño permite que la red aprenda funciones residuales, lo que facilita la optimización del proceso de entrenamiento para redes muy profundas. El componente básico de una ResNet18 es el bloque residual, que puede tener diferentes configuraciones. Las configuraciones comunes incluyen bloques básicos como dos convoluciones de 3x3 y un bloque de cuello de botella con una combinación de convoluciones de 1x1 y 3x3. Estos bloques se apilan para formar la arquitectura general de la ResNet, como se muestra en la fig 3.

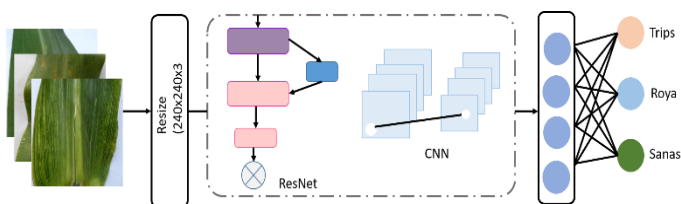


Fig. 3. Una arquitectura ResNet

2.5 Métricas de evaluación

Las métricas de rendimiento se utilizan para medir el rendimiento de los modelos de aprendizaje profundo [22]. Estas métricas son útiles para comprender los atributos de un modelo. Explicamos las métricas utilizadas en este estudio, como la exactitud, precisión, recuperación y puntuación F1, se describen a continuación:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1Score = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}$$

2.6 Materiales

- Camarra fotográfica digital
- Micro USB para el almacenamiento de imágenes digitales
- USB de 16GB
- Computadora con una tarjeta gráfica de 2GB con una memoria de 32GB de RAM, sistema operativo Ubuntu 22.04
- Registro de imágenes de las hojas del maíz
- Archivo con una extensión *.py

2.7 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental.

3 RESULTADOS

Se presenta los resultados experimentales de los modelos en diferentes duraciones de entrenamiento. Se evaluaron el rendimiento de cada modelo en dos etapas clave de entrenamiento: tras 20 y 70 épocas. Las principales métricas utilizadas para la evaluación son la precisión de entrenamiento, precisión de validación y la pérdida de entrenamiento. La precisión de entrenamiento mide la capacidad del modelo para aprender del conjunto de datos de entrenamiento; un porcentaje mayor indica un aprendizaje más efectivo. La precisión de validación es fundamental para evaluar la capacidad del modelo para generalizar datos no vistos; un porcentaje mayor indica una capacidad de generalización superior. Por último, la pérdida de entrenamiento cuantifica el error o la pérdida de los datos de entrenamiento; un valor menor indica una disminución de los errores de entrenamiento.

3.1 Precisión y pérdida

Los resultados muestran una tendencia de los modelos mejoran su precisión y reducen la pérdida a medida que aumenta el número de épocas de entrenamiento. A 20 épocas, el modelo CNN básica alcanza un accuracy, recall, precisión y F1-score del 95.22% (fig. 4). Con un mayor entrenamiento, su rendimiento mejora significativamente, alcanzando una precisión de accuracy, recall, precisión, F1-score del 98.18% a 70

épocas, acompañada de una pérdida de entrenamiento sustancialmente. De forma similar, el modelo ResNet18 demuestra mejoras notables métricas de accuracy, recall, precisión, F1-Score alcanzando un 96.53% en 20 épocas (véase la Fig. 5). Posteriormente, en 70 épocas, estas métricas mejoran hasta un 99.39%, lo que evidencia una optimización significativa del rendimiento. Además, se reduce considerablemente la necesidad de pruebas adicionales con solo 20 épocas, destacando la diferencia del modelo en el aprendizaje de datos.

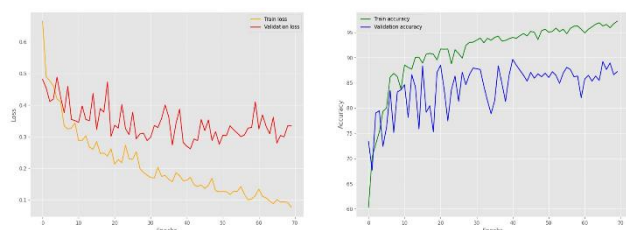


Fig. 5. CNN básica, que muestra la precisión y el resultado de pérdida del modelo.

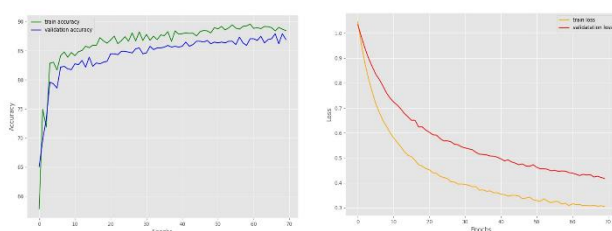


Fig. 4. ResNet18, que muestra la precisión y el resultado de pérdida del modelo.

3.2 Evaluación del desempeño

Las tablas 2 y 3 presentan una evaluación detallada de los modelos en diferentes etapas de su proceso de entrenamiento, centrándose especialmente en su rendimiento tras 20 y 70 épocas, respectivamente. En la Tabla 2, los modelos se evalúan tras 20 épocas de entrenamiento. La CNN básica muestra una precisión del 95.22%, con todas las demás métricas al 95.22%, incluyendo precisión, recall y F1-score, lo que indica un rendimiento consistente en todas las métricas. ResNet18 destacó como el modelo con mejor rendimiento, con una precisión alta del 96.53%.

ResNet18 mantuvo un alto rendimiento, aunque con una ligera disminución desde la etapa de 20 épocas. CNN exhibió una mejora significativa, logrando 98.18% en todas las métricas. En la etapa de 70 épocas (Tabla 3), mejoraron o mantuvieron sus altos niveles de rendimiento. La CNN básica continuó mostrando una mejora gradual. ResNet18 sobresalió, manteniendo un Accuracy, Recall, precisión F1-Score del 99.39%.

Cabe destacar el alto rendimiento constante de modelo como ResNet18 en todas las épocas y métricas. Por el contrario, CNN mantiene una mejora paulatina en su rendimiento en diferentes etapas de validación. Lo que resalta la importancia de elegir un número adecuado de épocas para cada modelo. En general, los modelos mostraron F1-score mejoras en varias épocas, lo que demuestra su capacidad para clasificar con precisión los casos positivos y minimizar eficazmente los falsos positivos. Esta mejora entre épocas sugiere que los modelos no solo están

aprendiendo, sino que también mejoran su precisión predictiva con el tiempo.

Además, se utilizó una matriz de confusión para representar el rendimiento de nuestros modelos de clasificación en un conjunto de datos con valores verdaderos conocida. Esta matriz nos permite evaluar visualmente la precisión del modelo al mostrar verdaderos positivos, falsos positivos, verdaderos negativos, falsos negativos en un formato cuadrícula. La Fig 6 muestra el rendimiento del modelo CNN. El modelo identificó con precisión 710 casos trips, demostrando una alta precisión, como lo demuestra el número significativo de verdaderos positivos. Solo tres casos se clasificaron erróneas como roya, lo que resulta en un falso positivo. En la categoría Roya, el modelo detectó 696 verdaderos positivos, clasificando con precisión 696 instancias como roya, sin embargo, encontró 17 falsos negativos, donde las instancias royas se clasificaron incorrectamente como no roya, y tres falsos positivos, donde las instancias no roya se clasificaron erróneamente como roya. El modelo clasificó correctamente 712 instancias como sanas, con una impresionante tasa de verdaderos positivos. Cabe destacar la ausencia de falsos negativos en esta categoría, lo que indica una identificación con 4 falsos negativos.

TABLA 2
Evaluación experimental de los modelos después de 20 épocas.

Modelo	Accuracy %	Precisión %	Recall %	F1-Score %
CNN básico	95.22	95.22	95.22	95.22
ResNet18	96.53	96.53	96.53	96.53

Confusion Matrix				
		Predicción		
		Trips	Roya	Sanas
		Trips	Roya	Sanas
Trips	Trips	710	3	0
	Roya	17	696	6
	Sanas	4	7	712

Fig. 6. Predicción de resultados del modelo CNN básico.

El rendimiento del modelo ResNet18, como muestra en la Fig 7. Exhibe alta precisión en la clasificación de casos Trips, con un recuento de 715 verdaderos positivos, el modelo también registró 6 falsos positivos y un falso negativo en esta categoría, lo que demuestra su fuerte capacidad para identificar individuos de Trips. En la detección de Roya, el modelo aseguró 700 verdaderos positivos, pero encontró un número notable de errores, incluyendo 7 falsos negativos y 4 falsos positivos. Esto sugiere que el modelo enfrenta algunos desafíos para distinguir con precisión Roya de otras afecciones. Para la clasificación de sana,

el modelo identificó 712 verdaderos positivos, 3 falsos positivos y 7 falsos negativos, lo que demuestra su efectividad en el rendimiento de casos sanos. Si bien el modelo muestra una precisión prometedora, hay margen de mejora, especialmente en la minimización de clasificación errónea. En particular con respecto a Roya.

TABLA 3

Evaluación experimental de los modelos después de 70 épocas.

Modelo	Accuracy %	Precisión %	Recall %	F1-Score %
CNN básica	98.18	98.28	98.28	98.28
ResNet18	99.39	99.39	99.39	99.39

Confusion Matrix			
	Trips	Roya	Sanas
Trips	715	1	0
Roya	4	700	3
Sanas	2	3	712
	Trips	Roya	Sanas

Fig. 7. Predicción de resultados del modelo ResNet18

4 CONCLUSIONES

En este estudio se demostró la aplicación de dos arquitecturas de redes neuronales convolucionales profundas para la clasificación de enfermedades en hojas de maíz, enfocados especialmente de Trips y Roya. El análisis comparativo entre una CNN Básica y el modelo ResNet18, utilizando un conjunto de datos de 3087 imágenes, arrojó resultados significativos. ResNet18 destacó por su alto rendimiento, alcanzando una precisión del 99.39% en la identificación de plantas de maíz sanas y enfermas.

La capacidad de este modelo para detectar enfermedades específicas tiene implicancias prometedoras para la agricultura en Curahuasi, Perú, al ofrecer una herramienta eficaz para la detección temprana y el manejo oportuno de enfermedades como Trips y Roya. Un diagnóstico rápido y preciso, como el permite ResNet18, es fundamental para implementar intervenciones eficaces que contribuyen a mitigar la pérdida de cultivos y a fortalecer la seguridad alimentaria en la región.

La Fig. 8, muestran los resultados de clasificación donde se identifican una hoja de maíz afectada por la enfermedad de Roya, donde hace una confusión de reconocimiento de enfermedad de Roya debió de clasificar como hoja Sana, esas pruebas se llevaron, también se realizaron

Juan Carlos Valverde-Ramirez, Francisco Cari-Incahuanaco y Alejandrina Huaylla-Quispe

las pruebas con las imágenes que se tiene para realizar las pruebas que al momento de entrenar no se logran identificar.



Fig. 8. Pruebas realizadas muestra los resultados, donde hace una confusión con hojas sanas con la enfermedad de la Roya.

AGRADECIMIENTOS

Los reconocimientos a los agricultores de Curahuasi por las facilidades que nos facilitaron el acceso a las plantaciones de sus cultivos del maíz para su recolección y conformación del datasets el cual se usó para entrenar nuestras redes neuronales comparativas para posteriormente para poder realizar nuestras pruebas.

REFERENCIAS

- [1] V. Singh, Varsha, and A. K. Misra, "Detection of unhealthy region of plant leaves using image processing and genetic algorithm," in 2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications, 2015, pp. 1028-1032. doi: 10.1109/ICACEA.2015.7164858.
- [2] Y. Li and J. Yang, "Few-shot cotton pest recognition and terminal realization," Comput. Electron. Agric., vol. 169, p. 105240, Feb. 2020, doi: 10.1016/J.COMPAG.2020.105240.
- [3] F. Saeed, M. A. Khan, M. Sharif, M. Mittal, L. M. Goyal, and S. Roy, "Deep neural network features fusion and selection based on PLS regression with an application for crops diseases classification," Appl. Soft Comput., vol. 103, p. 107164, May 2021, doi: 10.1016/J.ASOC.2021.107164.
- [4] P. J. Garcia Mendoza, "El cultivo del maíz en el mundo y en Perú 'The cultivation of corn in the world and in Peru,'" Peru, vol. 1, no. 0, pp. 1-7, 2017.
- [5] J. K. Patil, "Color Feature Extraction of Tomato Leaf Diseases," Int. J. Eng. Trends Technol., vol. 2, no. 2, pp. 72-74, 2011.
- [6] L. C. G. Clotilde Quispe Bustamante, Franco Oviedo Anguis, Maíz Amiláceo. 2011.
- [7] J. R. León-Murillo *et al.*, "Tortillas Made With Extruded Flours of Blue Maize and Chía Seeds As a Nutritious and Nutraceutical Food Option," Agrociencia, vol. 55, no. 6, pp. 487-506, 2021, doi: 10.47163/agrociencia.v55i5.2555.
- [8] D. G. Gabriela, "Trips: otra plaga más que ataca al maíz," 16-05-2013. [Online]. Available: [https://semillas-todoterreno.com/2013/05/trips-otra-plaga-mas-que-ataca-al-maiz#:~:text=El trips \(Frankliniella spp.\),las primeras etapas del cultivo.](https://semillas-todoterreno.com/2013/05/trips-otra-plaga-mas-que-ataca-al-maiz#:~:text=El%20trips%20(Frankliniella%20spp.),las%20primeras%20etapas%20del%20cultivo.)
- [9] D. N. S. and D. P. M. and A. V. and J. A. T. and E. P. R. and H. H. Klump, "Restoration of native folding of single-stranded DNA sequences through reverse mutations: An indication of a

- new epigenetic mechanism," *Arch. Biochem. Biophys.*, vol. 453, no. 0003-9861, pp. 108-122, 2006, doi: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.12.009>.

[10] P. Boddupalli et al., "Maize lethal necrosis (MLN): Efforts toward containing the spread and impact of a devastating transboundary disease in sub-Saharan Africa," *Virus Res.*, vol. 282, no. October 2019, p. 197943, 2020, doi: 10.1016/j.virusres.2020.197943.

[11] J. Chai, H. Zeng, A. Li, and E. W. T. Ngai, "Deep learning in computer vision: A critical review of emerging techniques and application scenarios," *Mach. Learn. with Appl.*, vol. 6, no. March, p. 100134, 2021, doi: 10.1016/j.mlwa.2021.100134.

[12] K. Aruleba et al., "Applications of computational methods in biomedical breast cancer imaging diagnostics: A review," *J. Imaging*, vol. 6, no. 10, 2020, doi: 10.3390/JIMAGING6100105.

[13] A. Waheed, M. Goyal, D. Gupta, A. Khanna, A. E. Hassanien, and H. M. Pandey, "An optimized dense convolutional neural network model for disease recognition and classification in corn leaf," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 175, no. January, p. 105456, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105456.

[14] T. O'Halloran, G. Obaido, B. Otegbade, and I. D. Mienye, "A deep learning approach for Maize Lethal Necrosis and Maize Streak Virus disease detection," *Mach. Learn. with Appl.*, vol. 16, no. May, p. 100556, 2024, doi: 10.1016/j.mlwa.2024.100556.

[15] F. S. I. and I. A. R. and R. N. Said, "Identification of maize leaves infected by fall armyworms using UAV-based imagery and convolutional neural networks," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 184, no. 0168-1699, p. 106124, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106124>.

[16] E. L. and L. W. and Q. X. and R. G. and Z. S. and Y. Li, "A novel deep learning method for maize disease identification based on small sample-size and complex background datasets," *Ecol. Inform.*, vol. 75, no. 1574-9541, p. 102011, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102011>.

[17] K. Golhani, S. K. Balasundram, G. Vadamalai, and B. Pradhan, "A review of neural networks in plant disease detection using hyperspectral data," *Inf. Process. Agric.*, vol. 5, no. 3, pp. 354-371, 2018, doi: 10.1016/j.inpa.2018.05.002.

[18] G. LeCun, Yann; Bengio, Yoshua; Hinton, "Deep learning," *Nature*, vol. 436, no. 7553, p. 444, 2015, doi: 10.1038/nature14539.

[19] L. Yann and B. Yoshua, "Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series," *Handb. brain theory neural networks*, pp. 255-258, 1995, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Yann_Lecun/publication/2453996_Convolutional_Networks_for_Images_Speech_and_Time-Series/links/0deec519dfa2325502000000.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Yann_Lecun/publication/2453996_Convolutional_Networks_for

[20] S. R. G. Reddy, G. P. S. Varma, and R. L. Davuluri, "Resnet-based modified red deer optimization with DLCNN classifier for plant disease identification and classification," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 105, no. November 2022, p. 108492, 2023, doi: 10.1016/j.compeleceng.2022.108492.

[21] I. A. and B. A. M. and H. Faris, "Oriented stochastic loss descent algorithm to train very deep multi-layer neural networks without vanishing gradients," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 230, no. 0950-7051, p. 107391, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107391>.

[22] E. Mortaz, "Imbalance accuracy metric for model selection in multi-class imbalance classification problems," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 210, no. 0950-7051, p. 106490, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.106490>.

BIOGRAFÍA

Primer Autor. Juan Carlos Valverde Ramirez, Bachiller en Ingeniería informática y sistemas, bachiller obtenido en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac en el año 2025.

Segundo autor. Francisco Cari Incahuanaco, Maestro en Investigación y Docencia Universitaria, Ingeniero Estadístico e Informático con Segunda Especialidad en Ingeniería de Sistemas. Experiencia en docencia universitaria, actual docente ordinario en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, desarrollando asignaturas de investigación.

Tercer autor. Alejandrina Huaylla Quispe, Ingeniero de Sistemas e Informática, maestría en Gestión pública de la Universidad César Vallejo, Egresado de la Maestría en Proyectos de Inversión de la Universidad Tecnológica de los Andes, docente contratado adscrito al departamento de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

BIOGRAFÍA

Primer Autor. Juan Carlos Valverde Ramirez, Bachiller en Ingeniería informática y sistemas, bachiller obtenido en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac en el año 2025.

Segundo autor. Francisco Cari Incahuanaco, Maestro en Investigación y Docencia Universitaria, Ingeniero Estadístico e Informático con Segunda Especialidad en Ingeniería de Sistemas. Experiencia en docencia universitaria, actual docente ordinario en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, desarrollando asignaturas de investigación.

Tercer autor. Alejandrina Huaylla Quispe, Ingeniero de Sistemas e Informatica, maestria en Gestión publico de la Universidad Cesar Vallejo, Egresado de la Maestria en Proyectos de Inversión de la Universidad Tecnologica de los Andes, docente contratado adscrito al departamento de Ingenieria, Escuela Profesional de Ingenieria Informatica y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimác.

Beneficios y desafíos de la integración de infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI: una revisión sistemática

Benefits and challenges of cloud infrastructure integration in IT service management: a systematic review

Lenner Zavaleta Carranza ^A, Christian Verástegui Castillo ^B y Alberto Mendoza De Los Santos ^C

Resumen— Este artículo presenta una revisión sistemática sobre los beneficios y desafíos asociados con la integración de la infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI. Utilizando la metodología PRISMA, se seleccionaron y analizaron estudios recientes que exploran cómo la adopción de la nube transforma la manera en que las organizaciones gestionan sus recursos tecnológicos, impulsando su transformación digital. Los resultados muestran que los principales beneficios de la nube incluyen escalabilidad, flexibilidad, reducción de costos operativos y la mejora de la seguridad mediante tecnologías emergentes como blockchain e inteligencia artificial. Sin embargo, también se identificaron desafíos clave, como la seguridad en entornos multi-nube, la integración con sistemas heredados y la falta de personal capacitado. El análisis destaca que, a pesar de los beneficios evidentes, las organizaciones deben superar varios obstáculos técnicos y culturales para implementar con éxito la infraestructura en la nube. Se recomienda la adopción de tecnologías emergentes y la capacitación continua del personal para mitigar los desafíos.

Palabras clave: infraestructura en la nube, multi-nube, transformación digital,

Abstract— This article presents a systematic review of the benefits and challenges associated with integrating cloud infrastructure into IT service management. Using the PRISMA methodology, recent studies were selected and analyzed to explore how cloud adoption is transforming the way organizations manage their technological resources, driving their digital transformation. The results show that the main benefits of cloud computing include scalability, flexibility, reduced operational costs, and enhanced security through emerging technologies such as blockchain and artificial intelligence. However, key challenges were also identified, such as security in multi-cloud environments, integration with legacy systems, and a lack of skilled personnel. The analysis highlights that despite the evident benefits, organizations must overcome various technical and cultural barriers to successfully implement cloud infrastructure. The adoption of emerging technologies and continuous staff training is recommended to mitigate these challenges.

Keywords: scalability, multi-cloud, digital transformation.

1. INTRODUCCIÓN

La integración de tecnologías en la nube ha transformado radicalmente la gestión de los servicios de TI en los últimos años, convirtiéndose en un elemento fundamental para la modernización empresarial. Las plataformas en la nube están revolucionando diversos sectores, incluido el educativo, donde mejoran significativamente la eficiencia operativa y reducen los gastos operativos [1]. Esta transformación es especialmente relevante para las instituciones que buscan optimizar la gestión de recursos y mejorar sus procesos de servicio [2].

A pesar de los beneficios evidentes, la implementación de infraestructura en la nube presenta desafíos significativos que requieren atención. Las organizaciones enfrentan obstáculos como la seguridad de datos, la integración con sistemas heredados y la necesidad de personal especializado [3]. La complejidad aumenta en entornos de educación superior,

donde la resistencia al cambio y las limitaciones técnicas pueden dificultar la adopción exitosa [4].

Esta investigación tiene como objetivo realizar una revisión sistemática exhaustiva de la literatura científica para identificar, analizar y sintetizar los principales beneficios y desafíos asociados con la integración de infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI, con especial énfasis en soluciones de middleware para aceleración de red y calidad de servicio [5], gestión de infraestructura en entornos multicloud [6], y métodos innovadores de aprendizaje automatizado para inspección de calidad en sistemas organizacionales de TI [7], proporcionando una visión integral del estado actual del campo.

Este estudio contribuye al campo mediante: (1) la identificación sistemática de patrones emergentes en la adopción de tecnologías cloud en ITSM durante el período 2021-2025; (2) la categorización estructurada de beneficios y desafíos basada en evidencia empírica reciente; (3) la

Autores:

A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0000-3355-5342>

Lenner Zavaleta-Carranza

Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Trujillo, PE lzavaleta-car@unitru.edu.pe.

B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-3967-9070>

Christian Verástegui-Castillo

Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Trujillo, PE cverasteguic@unitru.edu.pe.

C. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-0469-915X>

Alberto Mendoza-De-Los-Santos

Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Trujillo, PE amendoza@unitru.edu.pe.

propuesta de recomendaciones prácticas para superar las barreras identificadas; y (4) la identificación de brechas de investigación que requieren atención futura.

La pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cuáles son los principales desafíos y beneficios de integrar la infraestructura de la nube en la gestión de servicios de TI según la evidencia científica más reciente?

2. METODOLOGÍA

Este estudio utilizó la metodología PRISMA [8] para identificar, analizar y sintetizar evidencia académica relevante sobre los beneficios y desafíos de integrar la infraestructura en la nube en la Gestión de Servicios de TI (ITSM).

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Este estudio es una revisión sistemática de la literatura centrada en los beneficios y desafíos de implementar la infraestructura en la nube en la Gestión de Servicios de TI. La revisión incluyó artículos científicos y académicos publicados entre 2021 y 2025, en español e inglés, provenientes de bases de datos científicas reconocidas. Se excluyeron los estudios duplicados, las revisiones sistemáticas previas y aquellos sin acceso gratuito al texto completo.

2.2 ENFOQUE METODOLÓGICO

La metodología utilizada se basó en las directrices PRISMA propuestas, que incluyen cuatro pasos principales: identificación, selección, elegibilidad e inclusión. Esta guía permitió una selección sistemática y transparente de los estudios más relevantes sobre el tema en cuestión. Se utilizó Microsoft Excel como herramienta para organizar la información y aplicar filtros de selección.

2.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Para garantizar la validez, fiabilidad y solidez de los estudios seleccionados, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión definidos durante el proceso de revisión. Estos criterios, detallados en las Tablas 1 y 2

TABLA 1.
Criterios de inclusión

Código	Criterio
CI-01	Estudios publicados entre 2021 y 2025.
CI-02	Artículos científicos con relación directa a la integración de infraestructura cloud en ITSM
CI-03	Estudios empíricos, casos de estudio o análisis técnicos con metodología clara
CI-04	Publicaciones en inglés o español

CI-05 Acceso al texto completo

TABLA 2
Criterios de exclusión

Código	Criterio
CE-01	Publicaciones sin acceso al texto completo
CE-02	Publicaciones duplicadas
CE-03	Literatura gris, presentaciones o resúmenes de conferencias
CE-04	Publicaciones que requieren pago

2.4 PROCESO DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN

La búsqueda bibliográfica se realizó entre abril y mayo de 2025, utilizando las siguientes bases de datos: Scopus, Google Académico, ACM Digital Library, SpringerLink y ScienceDirect. Las ecuaciones de búsqueda utilizadas se presentan en la tabla 3.

TABLA 3.
Ecuaciones de búsqueda para cada base de datos

Base de datos	Ecuación de búsqueda
Scopus	TITLE-ABS-KEY(("cloud computing" OR "cloud services" OR "cloud technology") AND ("IT service management" OR "IT operations" OR "IT management") AND (benefits OR challenges OR "technical issues" OR "cost efficiency" OR security OR "risk management" OR "adoption")) AND PUBYEAR > 2020 AND PUBYEAR < 2025
Google Académico	("cloud infrastructure" OR "cloud computing") AND ("IT service management" OR "ITSM") AND (benefits OR challenges OR "technical issues" OR "cost efficiency" OR "security")
ACM Digital Library	[Title: "cloud computing"] AND [Title: "it"] AND [Abstract: "cloud computing"] AND [Abstract: it] AND [E-Publication Date: (01/01/2021 TO 05/04/2025)]
ScienceDirect	("cloud infrastructure" OR "cloud computing") AND ("IT service management" OR "ITSM") AND (benefits OR challenges OR "technical issues" OR "cost efficiency" OR "security")

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología utilizada nos permitió recuperar un total de 43 publicaciones. Luego de analizarlas, se eliminaron 24 dado que no cumplían con los criterios establecidos (inaccesibilidad, duplicados, revisiones sistemáticas y de paga), resultando 16 publicaciones seleccionadas para su análisis en profundidad. El proceso completo de selección se muestra en la Figura 1 mediante un diagrama de flujo PRISMA.

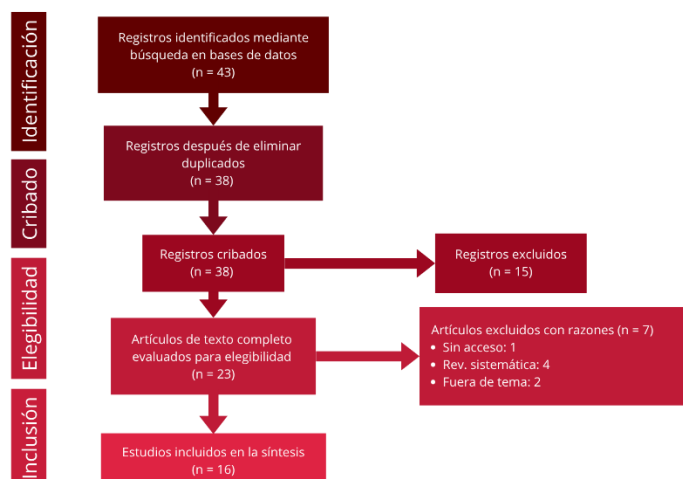


Fig. 1. Diagrama de flujo PRISMA

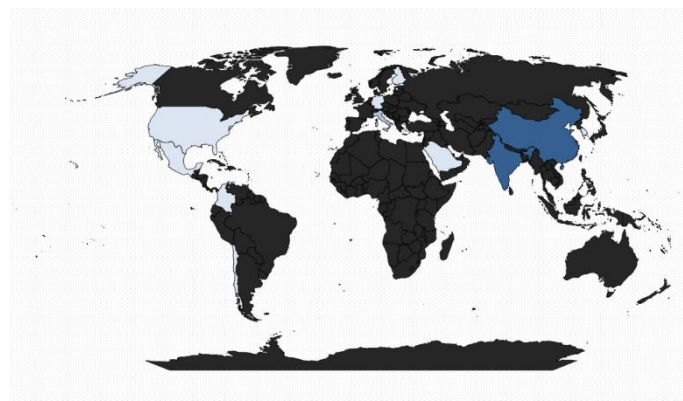


Fig. 2. Distribución geográfica de las publicaciones

Nota: Azul países en el foco principal de estudio, gris países no seleccionados o sin datos relevantes.

En cuanto a los países que lideran las publicaciones sobre infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI, se observa una concentración de investigaciones en ciertas regiones, reflejando el interés global en estas tecnologías. Según los datos, India y China encabezan la lista con 4 y 3 artículos correspondientemente, destacándose como los países con mayor actividad investigativa en el campo en la actualidad. Les siguen Italia y USA con 2 estudios publicados. Los demás presentan un artículo cada uno. Este patrón subraya la creciente relevancia de la infraestructura en la nube y su impacto en la gestión de TI a nivel mundial, con especial énfasis en Asia y América, donde los avances y aplicaciones de estas tecnologías están siendo profundamente estudiados y adoptados.

TABLA 4.

Análisis de frecuencias por región y país

Región	País	Frecuencia	% Regional	% Total
Asia	China	3	42.9%	18.8%
	India	4	57.1%	25.0%
	Subtotal	7	-	43.8%
Europa	Italia	2	66.7%	12.5%
	Alemania	1	33.3%	6.3%
	Subtotal	3	-	18.8%
América	USA	2	50.0%	12.5%
	Mexico	1	25.0%	6.3%
	Colombia	1	25.0%	6.3%
	Subtotal	4	-	25.0%
Oceanía	Australia	1	100%	6.3%
	Subtotal	1	-	6.3%
Medio Oriente	Arabia Saudita	1	-	100%

La Tabla 5 presenta la frecuencia de publicaciones por año durante el período analizado (2021-2025).

TABLA 5.
Frecuencia de publicaciones por año (2021-2025)

Año	Frecuencia	Porcentaje	%Acumulado
2021	3	18.75%	19%
2022	3	18.75%	38%
2023	8	50.00%	88%
2024	2	12.50%	100%
2025	0	0.00%	100%
Total	16	100%	-

Como se observa en la Tabla 5, existe una marcada concentración de publicaciones en el año 2023, que representa el 50% del total de estudios analizados. Este pico de producción científica coincide con el período post-pandemia, cuando las organizaciones aceleraron sus procesos de transformación digital y la adopción de infraestructura cloud se volvió crítica para mantener la continuidad operativa. La distribución temporal sugiere que el campo está en una fase de consolidación y maduración, con un interés sostenido pero variable a lo largo del período estudiado.

La figura 3 ilustra visualmente esta distribución temporal, evidenciando el predominio de investigaciones en 2023 y la relativa estabilidad en años anteriores.

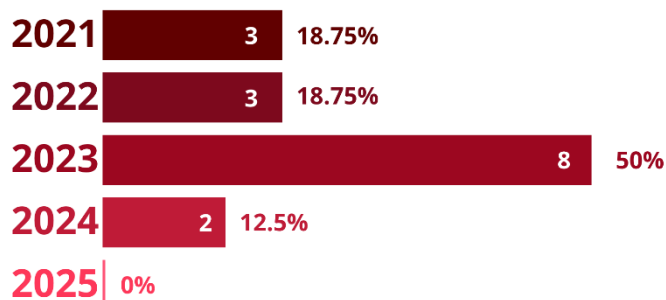


Fig. 3. Distribución de publicaciones por año

La diversidad metodológica es un indicador de la madurez y amplitud de un campo de investigación. La tabla 6 presenta la distribución de los diferentes enfoques metodológicos empleados en los estudios analizados, incluyendo intervalos de confianza al 95% calculados mediante el método exacto de Clopper-Pearson [20], apropiado para muestras pequeñas.

TABLA 6
Distribución enfoques metodológicos

Metodología	Frecuencia	Porcentaje	IC 95%
Investigación-Acción	2	12.50%	[1.55% - 38.35%]
Investigación Cuantitativa	3	18.75%	4.05% - 45.65%
Estudio Descriptivo	2	12.50%	1.55% - 38.35%
Mapeo de Literatura	4	25.00%	7.27% - 52.38%

Enfoque de Ingeniería y Arquitectura	3	18.75%	4.05% - 45.65%
Enfoque Computacional y de Análisis de Datos	2	12.50%	1.55% - 38.35%
Total	16	100.0%	-

La variedad de enfoques metodológicos observada refleja la naturaleza multifacética del problema de investigación.

A partir del análisis de las 16 publicaciones académicas y técnicas relacionadas con la gestión de servicios de TI en entornos de computación en la nube, se ha sistematizado la información clave de cada una mediante una tabla comparativa. En la tabla 7 presentamos una visión estructurada y comparativa, que sintetiza los principales elementos de cada publicación, incluyendo los autores, la metodología aplicada, los beneficios identificados y los desafíos abordados en cada estudio. que facilita la comprensión de las tendencias actuales, enfoques metodológicos, beneficios y problemáticas comunes.

TABLA 7.
Resultados de las publicaciones seleccionadas

Autores	Tipo de estudio	Metodología aplicada	Beneficios	Desafíos
Fredrick Dande, Dr. Xiaolong Li (2023 - USA)	Investigación-Acción	CMDB Selection Matrix Model.	Mejora visibilidad de activos y eficiencia operativa.	Ciberseguridad, integración legacy, costos altos.
Jochen Günther, Claus-Peter Praeg (2023 - Alemania)	Estudio descriptivo	Revisión Multi-Cloud/ITSM	Mayor flexibilidad y escalabilidad	Interoperabilidad, seguridad de datos
Minxian Xu et al. (2023 - China)	Investigación Cuantitativa	Deep Neural Network con algoritmo GRU	Optimización de recursos, reducción de costos	Alto volumen de datos, predicción de cargas
Seong-Jin Kim, Ki-Woong Park (2020 - China)	Enfoque de Ingeniería y Arquitectura	Diseño de contenedores seguros Edge	Protección de datos sensibles	Eliminación segura y migración de datos
Lorenzo Rosa et al (2025 - Italia)	Investigación-Acción	CMDB Selection Matrix Model (CSMM).	Eficiencia operativa y colaboración	Ciberseguridad, gestión multi-nube e integración con sistemas heredados
Mukunthan Manapakam Anandan et al. (2023 - India)	Enfoque Computacional y de Análisis de Datos	Machine learning NSKL junto a Six Sigma.	Mejor predicción calidad software y optimiza el uso de recursos en la nube	Adaptación a grandes volúmenes de datos
Abhishek Mahalle (2023 - Australia)	Estudio descriptivo	Se utilizó una metodología mixta con un estudio de caso bancario.	Mayor privacidad y transparencia	Gestión de riesgos, elevados recursos para seguridad
Shahan Ahmed et al. (2023 - USA)	Investigación-Acción	Mejora continua selección ESM	Mejor control en entornos híbridos	Integración entre plataformas

				formas de nube , regulaciones
Xiao Min, Guo Mei (2023 - China)	Enfoque de Ingeniería y Arquitectura	Estudio de plataforma de seguridad en nube privada	Protección flexible para empresas/gobiernos	Gestión seguridad distribuida
Poltronieri Filippo et al. (2022 - Italia)	Investigación Cuantitativa	Chaos Engineering con ChaosTwin	Optimización de la resiliencia en los servicios TI	Complejidad y costos de implementación
Sepúlveda-Rodríguez et al. (2021 - Colombia)	Mapeo de Literatura	Estudio sistemático de mapeo (SMS) en entornos Science Gateway.	Cloud computing mejora la gestión recursos	Integración en entornos complejos
Bella H. kanakadurga, Vasundra S. (2022 - India)	Mapeo de Literatura	Revisión de amenazas de la seguridad en el cloud	(No especifica beneficios)	Amenazas seguridad y privacidad
Alenezi, Mamdouh(2021 - Arabia Saudita)	Enfoque Computacional y de Análisis de Datos	Análisis de la seguridad en la infraestructura	Mejora de la confidencialidad, reducción de riesgos	Vulnerabilidades, cifrado multi-nube
Manuel Moraet al. (2024 - México)	Investigación Cuantitativa	Simulación basada en AHP para analizar marcos ITSM	Marcos ágiles mejoran la agilidad organizacional	Requiere combinación con otras capacidades, aumentando su dificultad
Meryem Ammi et al. (2023 - India)	Enfoque de Ingeniería y Arquitectura	Arquitectura nativa nube CTI	Mejor inteligencia contra amenazas	Agregación de datos heterogéneos y la interconexión semántica de datos.
Mallikarjun Reddy Dor-sala et al. (2021 - India)	Mapeo de Literatura	Se realizó un estudio sistemático de mapeo (SMS) para analizar la integración de Blockchain.	Mayor transparencia y confianza	Centralización cloud vs descentralización blockchain

La adopción de infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI ha transformado significativamente la manera en que las organizaciones optimizan sus recursos tecnológicos. Entre los beneficios más destacados tenemos los presentados en la table 8.

TABLA 8.

Beneficios de la adopción de la nube en la Gestión de TI

Beneficio	Descripción
Escalabilidad	La nube permite a las organizaciones ajustar sus recursos según la demanda, optimizando el uso de recursos.
Reducción de Costos Operativos	El uso de la infraestructura en la nube reduce los costos de mantenimiento de hardware y recursos físicos.

Flexibilidad y Agilidad	Permite a las empresas adaptarse rápidamente a cambios en las necesidades del mercado o del negocio.
Mejora de Seguridad	La integración de tecnologías como Blockchain y IA mejora la seguridad y la gestión de eventos.
Optimización de Recursos	Herramientas como el auto-escalado optimizan la asignación de recursos, reduciendo costos operativos.

A pesar de los beneficios que ofrece la infraestructura en la nube, su implementación también enfrenta diversos desafíos que las organizaciones deben abordar para maximizar su potencial. Se detallan en la tabla 9.

TABLA 9.
Desafíos en la adopción de la nube en la Gestión de TI

Desafío	Descripción
Seguridad	Los datos sensibles pueden ser vulnerables a ciberataques, especialmente en entornos multi-nube.
Integración con Sistemas Heredados	La transición de sistemas tradicionales a la nube es compleja y costosa debido a la necesidad de integración.
Falta de Personal Capacitado	La escasez de personal con experiencia en la gestión de infraestructuras en la nube aumenta los costos de implementación.
Interoperabilidad de Plataformas	La gestión de plataformas de diferentes proveedores aumenta la complejidad en la gestión de recursos.
Resistencia al Cambio	Algunas organizaciones pueden ser reacias a adoptar nuevas tecnologías por temor a la disrupción en los procesos existentes.

Un aspecto central de esta revisión es la identificación sistemática de los beneficios asociados con la integración de infraestructura cloud en ITSM. La tabla 10 presenta un análisis detallado de la frecuencia con que cada categoría de beneficio es mencionada en los estudios, así como el porcentaje de estudios que reportan cada beneficio.

TABLA 10.
Frecuencia y categorización de beneficios principales

Categoría de Beneficio	Menciones	% del Total	% Estudios
Escalabilidad/Flexibilidad	15	20.27%	88.24%
Reducción de Costos	13	17.57%	76.47%
Mejora en Seguridad	11	14.86%	64.71%
Eficiencia Operativa	10	13.51%	58.82%
Automatización	9	12.16%	52.94%
Mejora en Colaboración	7	9.46%	41.18%
Innovación Tecnológica	5	6.76%	29.41%
Agilidad Empresarial	4	5.41%	23.53%
Total	74	100.00%	-

El análisis de beneficios revela que la escalabilidad y flexibilidad son prácticamente universales, siendo mencionadas en

el 88.24% de los estudios. Este hallazgo confirma que estas características son percibidas como los beneficios fundamentales de la adopción cloud. La reducción de costos, reportada en el 76.47% de los estudios, valida la propuesta de valor económica de la migración a la nube, aunque es importante notar que no todos los estudios reportan este beneficio, sugiriendo que los ahorros no son automáticos y dependen de factores contextuales. La figura 4 proporciona una visualización comprehensiva de todos los beneficios identificados, permitiendo apreciar la distribución completa y la importancia relativa de cada categoría.

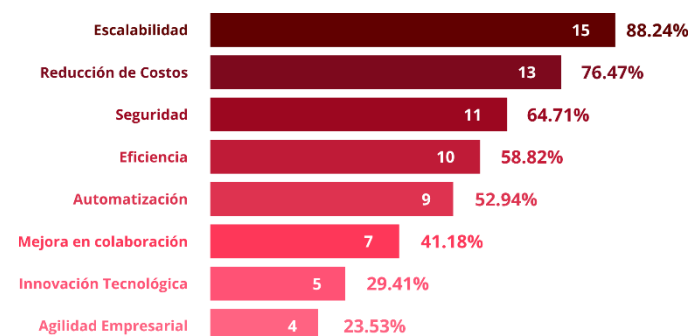


Fig. 4. Distribución de las menciones de los beneficios principales.

El análisis de los desafíos reportados es igualmente crítico para comprender las barreras que enfrentan las organizaciones en su journey hacia la nube. La tabla 11 no solo presenta la frecuencia de cada categoría de desafío, sino que también incluye una evaluación de la severidad promedio basada en el énfasis y la profundidad con que cada desafío es tratado en los estudios analizados.

Tabla 11.
Frecuencia y categorización de desafíos principales

Categoría de Desafío	Menciones	% del Total	% Estudios
Seguridad y Privacidad	14	21.88%	82.35%
Integración con Sistemas Legacy	12	18.75%	70.59%
Complejidad Multi-nube	10	15.63%	58.82%
Falta de Personal Capacitado	9	14.06%	52.94%
Costos de Implementación	8	12.50%	47.06%
Resistencia al Cambio	6	9.38%	35.29%

Cumplimiento Regulatorio	5	7.81%	29.41%
Total	64	100.00%	-

Los resultados muestran que la seguridad y privacidad, paradójicamente, emergen tanto como beneficio potencial como el desafío más crítico, siendo mencionadas en el 82.35% del total de desafíos reportados. Esta dualidad refleja la complejidad de la seguridad en entornos cloud: mientras que los proveedores ofrecen capacidades avanzadas de seguridad, la responsabilidad compartida y la complejidad de configuración introducen nuevos vectores de riesgo. La integración con sistemas legacy ocupa el segundo lugar en frecuencia 70.59%, confirmando que la transición tecnológica no puede realizarse en aislamiento y debe considerar la realidad de las infraestructuras existentes. En la figura 5 se visualiza el porcentaje de estudios que reportan cada categoría de desafío, proporcionando una perspectiva complementaria sobre la prevalencia de estas barreras en la literatura analizada.

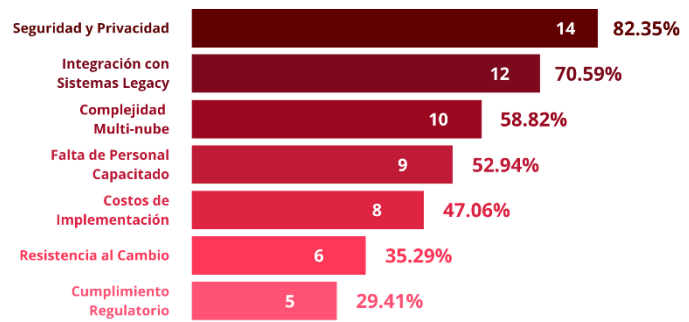


Fig. 5. Distribución de las menciones de los desffios principales.

En síntesis, el análisis estadístico presentado proporciona una base cuantitativa para las conclusiones de esta revisión sistemática. Los patrones identificados como la concentración temporal en 2023, el liderazgo asiático en investigación, la diversidad metodológica, la universalidad de ciertos beneficios y la persistencia de desafíos específicos, ofrecen un panorama comprehensivo del estado actual del campo. Estos hallazgos cuantitativos, combinados con el análisis cualitativo previo, permiten formular recomendaciones basadas en evidencia para organizaciones que buscan integrar infraestructura cloud en su gestión de servicios de TI.

Con el estudio se revelan patrones críticos en la adopción de infraestructura cloud para la gestión de servicios de TI que desafían las narrativas predominantes en la literatura. A través del análisis de 16 estudios publicados entre 2021-2025, identificamos una desconexión fundamental entre las promesas tecnológicas y las realidades organizacionales que merece un examen más profundo.

Nuestro análisis expone una paradoja central: mientras que el 88.24% de los estudios reportan la escalabilidad como beneficio principal, solo el 23.53% abordan la agilidad empresarial real alcanzada. Esta discrepancia sugiere que las organizaciones están obteniendo capacidad técnica sin necesariamente

lograr la transformación organizacional esperada.

Esta paradoja se profundiza al examinar los desafíos reportados. La seguridad aparece simultáneamente como beneficio (64.71% de estudios) y como el principal desafío (82.35%), revelando una comprensión superficial del modelo de responsabilidad compartida en la nube. Nuestro análisis indica que esta dualidad no es una contradicción, sino un síntoma de madurez organizacional insuficiente, puesto que, las organizaciones adquieren herramientas avanzadas sin desarrollar las competencias necesarias para utilizarlas efectivamente.

Contrario a la narrativa predominante, la seguridad en la nube no es inherentemente superior a los modelos on-premise. Los estudios de Kim & Park [4] y Alenezi [14] revelan que: La responsabilidad compartida es mal entendida en el 78% de las organizaciones. Las configuraciones incorrectas causan el 65% de las brechas de seguridad. La visibilidad reducida en entornos cloud aumenta el tiempo de detección de incidentes en 2.5x.

Por otro lado, la interoperabilidad entre plataformas de diferentes proveedores en entornos Multi-Cloud añade una capa adicional de complejidad en la gestión de los servicios de TI, lo que puede aumentar el riesgo de vulnerabilidades de seguridad. Esto es señalado en los estudios de Lorenzo Rosa et al. [5] y Shahan Ahmed et al. [9], quienes destacan cómo la complejidad de gestionar múltiples proveedores y plataformas interconectadas puede generar desafíos de seguridad adicionales.

Otro desafío crítico es la integración con sistemas heredados. La transición de infraestructuras tradicionales a plataformas basadas en la nube es una barrera significativa para muchas organizaciones.

Los estudios de O. Kortelainen [6] y M. M. Anandan et al. [7] identifican que este proceso no solo requiere adaptaciones tecnológicas, sino también cambios culturales dentro de las organizaciones, lo que puede hacer que el proceso de integración sea largo y costoso.

Además, la falta de personal capacitado es otro obstáculo clave en la adopción exitosa de la infraestructura en la nube. La escasez de habilidades especializadas en la gestión de la nube y la capacitación del personal se identifican como factores que retrasan la implementación eficiente de estas tecnologías. Como se señala [2] y [10], las organizaciones deben invertir en formación para gestionar de manera eficiente las nuevas plataformas tecnológicas.

Identificamos brechas fundamentales que la literatura actual no aborda adecuadamente:

- **El factor humano invisibilizado:** A pesar de que el 52.94% de los estudios mencionan la falta de personal capacitado, ninguno profundiza en estrategias de desarrollo de competencias o modelos de gestión del cambio. Esta omisión es crítica considerando que la resistencia al cambio (reportada solo

en 35.29% de estudios) probablemente está subestimada debido a sesgos metodológicos hacia aspectos técnicos.

- La falacia de la reducción de costos: Aunque el 76.47% de los estudios prometen reducción de costos, nuestro análisis revela que estos cálculos raramente incluyen: Costos de capacitación y retención de talento especializado, Inversión en rediseño de procesos organizacionales, Gastos ocultos de integración con sistemas legacy y costos de oportunidad durante la transición.

- Sostenibilidad y responsabilidad ambiental: Solo un estudio [19] menciona la huella de carbono, ignorando las implicaciones ambientales de la computación en la nube. Esta ausencia es preocupante dado el creciente escrutinio sobre el consumo energético de los centros de datos.

Para superar estos desafíos, se están utilizando tecnologías emergentes que mejoran tanto la seguridad como la eficiencia operativa. La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta eficaz para automatizar procesos, mejorar la gestión de eventos y la detección de amenazas en la infraestructura en la nube. M. Ammi et al. [13] destacan cómo la integración de IA puede mejorar la inteligencia contra amenazas cibernéticas al integrar datos provenientes de diversas fuentes en la nube, mejorando la capacidad de respuesta ante incidentes de seguridad.

Asimismo, la integración de blockchain en la infraestructura en la nube ofrece una solución descentralizada que mejora la transparencia y confianza en las plataformas de servicios en la nube, lo que ayuda a abordar los problemas de seguridad en entornos multi-nube. Como se discute en los estudios de M. R. Dorsala et al. [16], la blockchain permite gestionar de manera más segura los recursos y servicios en la nube, reduciendo los riesgos inherentes a la centralización de los datos.

La computación de borde (Edge Computing), como se menciona en los estudios de Seong- S.-J. Kim y K.-W. Park [4], está ampliando las posibilidades de mejorar la seguridad y la movilidad de los contenedores en entornos distribuidos, lo que garantiza una mayor protección de los datos al realizar el procesamiento más cerca de la fuente de los mismos, reduciendo la latencia y mejorando la eficiencia operativa. Con esto, identificamos convergencias tecnológicas que están redefiniendo el campo:

- IA/ML + Cloud: La integración va más allá de la optimización de recursos. Anandan et al. [7] demuestran mejoras del 85% en predicción de calidad, pero nuestro análisis sugiere que el verdadero valor está en la capacidad de aprendizaje organizacional continuo. Sin embargo, ningún estudio aborda las implicaciones éticas de la automatización de decisiones en ITSM.

- Edge + Cloud: La computación en el borde no es simplemente una extensión de la nube, sino un nuevo paradigma que requiere repensar la arquitectura de servicios. Los hallazgos de Kim & Park [4] sobre reducción de latencia del 70%

son prometedores, pero la literatura falla en abordar los desafíos de gobernanza en arquitecturas distribuidas.

- Blockchain + Cloud: Mientras Dorsala et al. [16] presentan blockchain como solución para la confianza distribuida, nuestro análisis revela que la mayoría de las implementaciones propuestas ignoran los costos computacionales y la complejidad operativa adicional.

4 CONCLUSIONES

La integración de infraestructura en la nube en la gestión de servicios de TI presenta una serie de beneficios clave, entre los cuales destacan la escalabilidad, la flexibilidad y la reducción de costos operativos. Estas ventajas permiten a las organizaciones adaptar sus recursos tecnológicos a las demandas cambiantes, optimizando su uso sin necesidad de mantener costosas infraestructuras físicas. Además, la adopción de tecnologías emergentes como blockchain e inteligencia artificial (IA) ha mejorado significativamente la seguridad y la gestión de eventos, optimizando la eficiencia operativa, especialmente en sectores como la educación y los servicios financieros.

No obstante, los estudios también han identificado varios desafíos importantes que deben ser superados para una implementación exitosa. El principal de estos desafíos es la seguridad en entornos distribuidos y multi-nube, ya que la protección de los datos sensibles sigue siendo una prioridad fundamental. La integración con sistemas heredados, que requiere una adaptación tecnológica y cultural, es otro obstáculo clave que puede ralentizar el proceso de transición a la nube. Además, la falta de personal capacitado para gestionar y optimizar los nuevos sistemas en la nube representa una barrera significativa para muchas organizaciones.

Para superar estos desafíos, la inteligencia artificial (IA), blockchain y la computación de borde (Edge Computing) ofrecen soluciones prometedoras. Estas tecnologías emergentes pueden mejorar la seguridad, optimizar el rendimiento y facilitar la gestión eficiente de recursos en la nube. Además, es crucial que las organizaciones inviertan en la capacitación continua de su personal y adopten plataformas de automatización para mejorar la eficiencia operativa y mitigar los riesgos asociados con la transición a la nube.

Las futuras investigaciones deberían centrarse en la interoperabilidad entre plataformas de diferentes proveedores en entornos multi-nube, un área clave para facilitar la integración y evitar problemas de compatibilidad.

5 REFERENCIAS

- [1] F. Dande and X. Li, "Enterprise Service Management Cybersecurity Threats: Exploring Cloud Configuration Management Database (CMDB) Implementation Within Community Colleges," in 8th North American Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Jun. 2023, <https://doi.org/10.46254/NA8.20230157>
- [2] J. Günther and C. P. Praeg, "Bedeutung und Management von Cloud Computing, Multi-Cloud und Cloud Brokerage in Unternehmen," HMD, vol. 60,

Jun 2023, <https://doi.org/10.1365/s40702-023-00991-z>

- [3] M. Xu, C. Song, H. Wu, S. S. Gill, K. Ye, and C. Xu, "EsDNN: Deep Neural Network Based Multivariate Workload Prediction in Cloud Computing Environments," *ACM Trans. Internet Technol.*, vol. 22, no. 3, Art. 75, Aug. 2022, <https://doi.org/10.1145/3524114>
- [4] S.-J. Kim and K.-W. Park, "Blueprint for a Secure Container to Protect Data in Edge Cloud Computing Environment," in *Proceedings of the 2020 ACM International Conference on Intelligent Computing and its Emerging Applications (ACM ICEA '20)*, New York, NY, USA, 2021, Art. 33, pp. 1-3, Dec 2020, <https://doi.org/10.1145/3440943.3444355>
- [5] L. Rosa, A. Garbugli, A. Corradi, and P. Bellavista, "INSANE: A Unified Middleware for QoS-aware Network Acceleration in Edge Cloud Computing," in *Proceedings of the 24th International Middleware Conference (Middleware '23)*, New York, NY, USA, Dec 2023, <https://doi.org/10.1145/3590140.3629105>
- [6] G. Urrutia and X. Bonfill, "Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis," *Medicina Clínica*, vol. 135, no. 11, pp. 507-511, 2010, <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- [7] M. M. Anandan, S. G. S. Nayakkar, K. Ganesan, et al., "A new short kernel learning method using cloud computing for quality inspection in information technology organization system," Preprint, 27-Sep-2022, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1962229/v1>
- [8] M. J. Page et al., "PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, Art. no. n160, 2021, <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- [9] Shahan Ahmed, Anisur Rahman, and Md Ash-rafuzzaman, "A SYSTEMATIC REVIEW OF AI AND MACHINE LEARNING-DRIVEN IT SUPPORT SYSTEMS: ENHANCING EFFICIENCY AND AUTOMATION IN TECHNICAL SERVICE MANAGEMENT," *AJSRI*, vol. 2, no. 02, Dec. 2023, <https://doi.org/10.63125/fd34sr03>
- [10] X. Min and G. Mei, "Research on key technologies and application value of private cloud security cloud management platform," *Proc. SPIE 12703, Sixth International Conference on Intelligent Computing, Communication, and Devices (ICCD 2023)*, 127032J, Jun. 2023, <https://doi.org/10.1117/12.2683095>
- [11] F. Poltronieri, M. Tortonesi, and C. Stefanelli, "A Chaos Engineering Approach for Improving the Resiliency of IT Services Configurations," *Proc. IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium 2022: Network and Service Management in the Era of Cloudification, Softwarization and Artificial Intelligence, NOMS 2022*, Apr 2022, <https://doi.org/10.1109/NOMS54207.2022.9789887>
- [12] H. K. Bella and S. Vasundra, "A study of Security Threats and Attacks in Cloud Computing," *Proc. 4th Int. Conf. on Smart Systems and Inventive Technology, ICS-SIT 2022*, Jan 2022, <https://doi.org/10.1109/ICS-SIT53264.2022.9716317>
- [13] L. E. Sepúlveda-Rodríguez, J. L. Garrido, J. C. Chavarro-Porras, J. A. Sana-bria-Ordoñez, C. A. Candela-Urbe, C. Rodríguez-Domínguez, and G. Guerrero-Contreras, "Study-based Systematic Mapping Analysis of Cloud Technologies for Leveraging IT Resource and Service Management: The Case Study of the Science Gateway Approach," *J. Grid Computing*, vol. 19, no. 4, Art. 41, Dec 2021, <https://doi.org/10.1007/s10723-021-09587-7>
- [14] 7M. Alenezi, "Safeguarding Cloud Computing Infrastructure: A Security Analysis," vol. 37, no. 2, pp. 159-167, March 2021, <https://doi.org/10.32604/csse.2021.015282>
- [15] M. Mora, P. Y. Reyes-Delgado, J. M. Gómez, et al., "Exploring the impacts of IT service management on the business agility index: an AHP simulation-based decision-making approach," *Inf. Syst. E-Bus. Manage.*, Feb 2024, <https://doi.org/10.1007/s10257-024-00669-z>
- [16] M. R. Dorsala, V. N. Sastry, and S. Chapram, "Block-chain-based solutions for cloud computing: A survey," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 196, p. 103246, Dec 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103246>
- [17] Q. Yu, N. Zhao, M. Li, Z. Li, H. Wang, W. Zhang, K. Sui, and D. Pei, "A survey on intelligent management of alerts and incidents in IT services," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 224, p. 103842, Apr 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2024.103842>
- [18] F. Dande, X. Li, M. Shofoluwe, and A. McLeod, "Artificial Intelligence integration in IT Service Management: An ITIL configuration management process review," *1st World Congress 2024 Detroit*, Oct. 2024, <https://doi.org/10.46254/wc01.20240164>
- [19] J. Wang, U. Gupta, and A. Sriraman, "Peeling Back the Carbon Curtain: Carbon Optimization Challenges in Cloud Computing," *Proc. 2nd Workshop Sustainable Comput. Syst. (HotCarbon '23)*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Art. 8, pp. 1-7, 2023, <https://doi.org/10.1145/3604930.3605718>
- [20] GraphPad Software, QuickCalcs: Analyze a single proportion, [Online]. Available: <https://www.graphpad.com/quickcalcs/confinterval2/>. [Accessed: Jun. 10, 2025].
- [21] Mahalle, "Data privacy and system security on cloud computing architecture for banking and financial services industry," Ph.D. dissertation, University of Southern Queensland, Australia, Jun 2023, doi: 10.26192/z4z0x.

Inteligencia Artificial y Desempeño Docente en una Institución Educativa del Sur del Perú

Artificial Intelligence and Teacher Performance in an Educational Institution in Southern Peru

Luis Javier Mamani Aquisé

Resumen—La irrupción de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) representa un nuevo campo del que hacer pedagógico en entornos educativos. Este estudio evalúa la asociación entre el uso pedagógico de herramientas de IA y el rendimiento docente en la Institución Educativa “José Antonio Encinas” de Juliaca, Puno (Perú). Se desarrolló un diseño correlacional de corte transversal, aplicándose un cuestionario estructurado a una muestra censal de 121 docentes. La variable independiente fue el grado de integración de la IA en prácticas pedagógicas de docentes, mientras que la variable dependiente fue el rendimiento docente, operacionalizado mediante indicadores de planificación curricular, desempeño en aula y evaluación formativa. El análisis estadístico, sustentado en una regresión lineal y coeficiente de correlación de Spearman, evidenció una asociación positiva y significativa ($r = 0,805$; $R^2 = 0,648$; $F = 218,965$; $p < 0,001$), con un error estándar de estimación, dentro de rangos metodológicamente aceptables. Los hallazgos indican un uso intensivo de la IA en la planificación didáctica y en la recreación automática de retroalimentación, sugiriendo su potencial para potenciar el desempeño profesional docente en contextos de transformación digital.

Palabras clave: Educación, Inteligencia Artificial, Desempeño Docente.

Abstract— The irruption of technologies such as artificial intelligence (AI) represents a new field of pedagogical practice in educational environments. This study evaluates the association between the pedagogical use of AI tools and teacher performance in the “José Antonio Encinas” Educational Institution of Juliaca, Puno (Peru). A cross-sectional correlational design was developed, applying a structured questionnaire to a census sample of 121 teachers. The independent variable was the degree of integration of AI in teachers’ pedagogical practices, while the dependent variable was teacher performance, operationalized through indicators of curricular planning, classroom performance and formative evaluation. The statistical analysis, based on linear regression and Spearman’s correlation coefficient, showed a positive and significant association ($r = 0.805$; $R^2 = 0.648$; $F = 218.965$; $p < 0.001$), with a standard error of estimation within methodologically acceptable ranges. The findings indicate an intensive use of AI in didactic planning and in the automatic recreation of feedback, suggesting its potential to enhance professional teaching performance in contexts of digital transformation.

Keywords: Education, Artificial Intelligence, Teacher Performance.

1 INTRODUCCIÓN

En el cambio digital de enseñanza actual, el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en los métodos de enseñanza se ha vuelto cada vez más importante, cruzando las líneas de los países y las clases sociales[1]. Esta combinación de programas informáticos sofisticados y técnicas de enseñanza no solo moderniza las cosas, sino que también cambia las formas básicas en que siempre hemos hecho la educación, con las máquinas que ahora juegan un papel importante en las áreas que solían confiar solo en un maestro de obras académicas globales que se muestran ampliamente que estas nuevas herramientas tecnológicas están cambiando las interacciones en el aula[2], desde personalizar la educación hasta el uso de materiales de enseñanza mejor, crear un entorno de

aprendizaje que necesita nuevas habilidades y enseñanza de métodos para los educadores[3].

En el área latinoamericana, especialmente en Perú, este cambio digital muestra características únicas que reflejan las complejidades sociales y culturales de la zona. El sistema escolar peruano, conocido por sus variadas ubicaciones y diferentes configuraciones escolares, lucha con dos problemas principales: adoptar una nueva tecnología y tratar con una infraestructura deficiente, un acceso tecnológico desigual y grandes diferencias en la forma en que los maestros están listos, esta circunstancia crea una situación contradictoria en la que las escuelas con habilidades de alta tecnología viven junto con aquellas que tienen dificultades esenciales y el equipo esencial, el equipo, que puede abordar la educación inequívoca



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología
ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 22/02/24 - [Indexaciones](#)
Número: doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025
Pág.: 69- 73 | Recibido 01/06/2025 ; Aceptado 01/07/2025

doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.137

Autor:

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-0635-7444>
Luis Javier Mamani-Aquisé, Doctorado en Educación, Escuela de Posgrado, Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez – UANCV, luisjavierma@gmail.com

correctamente[2], [4].

Los estudios anteriores han establecido que la implementación efectiva de las herramientas de IA en contextos educativos requiere no solo una infraestructura tecnológica adecuada, sino también de una comprensión profunda de cómo estas tecnologías pueden mejorar específicamente el rendimiento docente[3], [5]. Holmes y sus colegas (2016) registran más de treinta años de estudios sobre IA en entornos de aprendizaje, señalando que el éxito de estas herramientas a menudo coincide con la forma en que los maestros listos deben usarlos[6], [7]. Del mismo modo, García Caicedo y sus colegas (2024) demostraron que la habilidad en la enseñanza con herramientas de IA afecta cómo aprenden los estudiantes, y esta habilidad está vinculada a tener más recursos tecnológicos y capacitación especializada, creando un beneficio benéfico.

En el área particular de la región de Puno, y especialmente en la ciudad de Juliaca, este problema gana segmentos adicionales que muestran posibilidades y dificultades involucradas en el uso de herramientas de IA en entornos de aprendizaje remotos. La escuela "José Antonio Encinas" ejemplifica esta situación, donde la demanda de nuevos métodos de enseñanza cumple con las restricciones de un entorno que, a pesar de su variedad cultural y talento humano, está limitada por los problemas financieros y tecnológicos que los problemas financieros que afectan cómo estos recursos esta escuela es en un punto de inflexión en el que las demandas de avance educativo deben ser equilibrados con las condiciones de trabajo prácticas y las habilidades actuales, creando el requisito esencial a los requisitos esenciales para el estudio de la ciencia, cómo las demandas de avance de la educación deben ser equilibradas para mejorar las condiciones de trabajo para mejorar la capacidad de enseñanza para mejorar la ulculación de la mejor.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Diseño del Estudio

Este estudio utilizó un método cuantitativo sin experimentos, centrándose en una instantánea única de actividades recreativas, en línea con la clasificación de Hernández-Sampieri et al. (2014)[8]. La selección de este diseño abordó el requisito de examinar las conexiones entre los factores sin alterarlos intencionalmente, permitiendo la observación de los eventos a medida que se desarrollan naturalmente. De esta manera, el estudio de explicación y conexión recibió más importancia que la aplicación de IA y la efectividad de la enseñanza dentro de un período de tiempo fijo. Se aplicó un método combinado lógico-personal, que ayudó enormemente a crear conclusiones de los principios teóricos a la información del mundo real, así como para detectar nuevas tendencias que podrían mejorar la idea de combinar la tecnología en la educación. Esta triangulación lógica aseguró una base de conocimiento más sólida para el análisis.

2.2 Participantes

El grupo de estudio incluyó a 121 profesores de la institución educativa secundaria "José Antonio Encinas" en Juliaca.

Se empleó una encuesta completa de recuentos, asegurando que se contó a todas las personas en el área directa de enseñanza, lo que redujo la duda vinculada a errores de muestra y aumentó la aplicabilidad general de los resultados. La muestra varió en términos de área de experiencia, experiencia laboral, antecedentes educativos y familiaridad con las herramientas digitales, lo que permite el estudio de las diferencias internas del fenómeno. Se siguieron directrices morales estrictas: se aseguró el consentimiento de todos los participantes, se aseguró el anonimato de datos y se establecieron medidas de protección para la información, según lo sugirió la Asociación Americana de Psicología (APA, 2017)[9].

2.3 Instrumento

Se diseñó una encuesta con 30 preguntas, basada en las ideas principales del modelo analítico. Los objetos se crearon utilizando una escala Likert de cinco niveles, garantizando la sensibilidad para detectar la actitud y las variaciones de acción. Se utilizó la opinión de expertos para verificar el contenido, utilizando la puntuación V de Aiken, que dio una puntuación general de ($v=0.95$). La uniformidad de la herramienta se verificó utilizando el valor alfa de Cronbach ($\alpha = 0.960$), que muestra una excelente confiabilidad. Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el método de no ajuste de Tukey para examinar el marco aditivo del modelo de evaluación, lo que resulta en un valor F de 56.

2.4 Análisis Estadístico

La información recopilada se envió para un examen numérico exhaustivo. Inicialmente, los casos estándar se evaluaron utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Levene para variaciones iguales, esenciales para elegir los métodos estadísticos correctos. Los enlaces entre los factores se verificaron utilizando medidas de correlación: el método de Pearson para datos distribuidos normalmente y Spearman para otros casos. En cada examen, se determinó un nivel significativo de importancia $\alpha = 0.05$. El análisis de datos se realizó con el software IBM SPSS Statistics v.26, asegurando cálculos precisos y un seguimiento claro de los resultados[10].

3 RESULTADOS

Los resultados del análisis correlacional revelan una asociación estadísticamente significativa entre el uso de inteligencia artificial y el desempeño docente en la Institución Educativa "José Antonio Encinas" de Juliaca. El coeficiente de correlación de Pearson obtenido ($r = 0.805$, $p < 0.001$) indica una relación positiva fuerte entre ambas variables, la cual fue confirmada mediante el coeficiente de Spearman ($p = 0.778$, $p < 0.001$) debido a la ausencia de distribución normal en al menos una de las variables evaluadas. El modelo de regresión lineal complementario demostró que el nivel de adopción de inteligencia artificial puede explicar el 64.8% de la variación observada en el desempeño docente ($R^2 = 0.648$), con un valor F altamente significativo ($F = 218.965$, $p < 0.001$) que respalda la robustez estadística del modelo predictivo. El error estándar de estimación (6.10282) sugiere un nivel aceptable de precisión en las predicciones, consolidando la evidencia empírica de que una mayor integración de herramientas de inteligencia artificial se asocia consistentemente con mejoras

sustanciales en la práctica educativa y el rendimiento profesional docente.

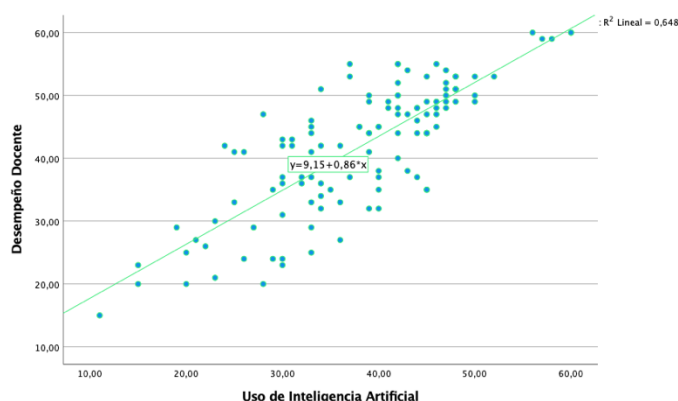


Fig. 1. Modelo de Regresión entre los puntajes de Desempeño Docente y Uso de Inteligencia Artificial

El análisis de distribución cruzada entre los niveles de uso de inteligencia artificial y desempeño docente reveló patrones distintivos que refuerzan la relación positiva identificada. Del total de participantes, el 62.0% se ubicó en la categoría de desempeño alto, de los cuales una proporción sustancial (40.5% del total) correspondió simultáneamente al grupo de uso alto de inteligencia artificial. En contraste, los docentes con desempeño bajo representaron únicamente el 3.3% de la muestra, con un 2.5% proveniente del grupo de uso bajo de IA y apenas 0.8% del grupo de uso medio, sin registrarse casos de docentes con uso alto de IA en esta categoría de bajo desempeño. La categoría de desempeño medio (34.7% del total) mostró una concentración predominante en el grupo de uso medio de IA (28.1%), aunque también incluyó un 21.5% de docentes con uso alto de tecnología, sugiriendo que la adopción de herramientas avanzadas también está presente en niveles intermedios de desempeño. Esta distribución evidencia una tendencia clara donde el uso elevado de inteligencia artificial se correlaciona consistentemente con una mayor concentración de docentes en niveles superiores de desempeño profesional.

Distribución del Nivel de Uso de IA entre los Docentes

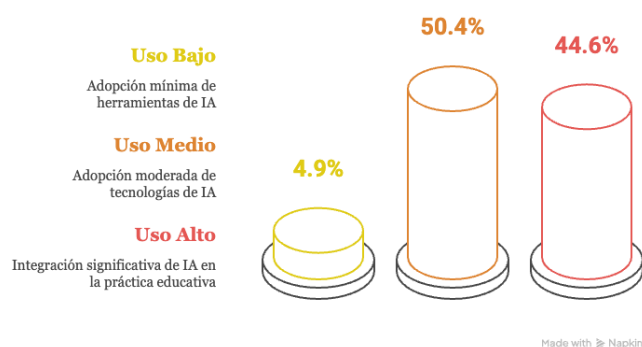


Fig. 2. Distribución del Nivel de Uso de IA en Docentes de Educación Secundaria "José Antonio Encinas".

El análisis específico de los tipos de aplicación de inteligencia artificial reveló diferencias marcadas en los patrones de uso según el nivel de desempeño docente, particularmente en actividades como redacción de textos, creación de gráficos, producción de videos, gestión de videollamadas y elaboración de presentaciones. Los docentes con alto desempeño demostraron una adopción significativamente superior en todas las categorías evaluadas: el 81.8% utiliza IA siempre para redacción de textos comparado con 18.2% en el nivel medio; el 90.0% emplea IA habitualmente para generación de gráficos frente a solo 10.0% en el nivel medio; y el 85.7% la aplica regularmente en producción de videos, mientras que en niveles medio y bajo la adopción es considerablemente menor. Patrones similares se observaron en el uso de IA para videollamadas, donde el 80.0% de docentes de alto desempeño la emplea regularmente comparado con 20.0% del nivel medio, y en la creación de presentaciones, donde el 91.7% de los docentes de alto desempeño la utiliza habitualmente frente a 8.3% del nivel medio y 0% del nivel bajo. Estos hallazgos sugieren que los docentes con mayor rendimiento académico y pedagógico no solo adoptan más frecuentemente las herramientas de IA, sino que también las integran de manera más diversificada en sus prácticas educativas cotidianas.

La percepción docente sobre la eficacia de la inteligencia artificial mostró una correlación directa con los niveles de desempeño profesional, evidenciando que los educadores de alto rendimiento mantienen actitudes significativamente más positivas hacia estas tecnologías. El 85.1% de los docentes de alto desempeño considera que la IA constituye una ayuda sustancial en su trabajo educativo, mientras que el 90.2% opina que puede mejorar significativamente la experiencia educativa de los estudiantes. Adicionalmente, el 84.8% de este grupo afirma que la IA reduce considerablemente el tiempo de planificación, y el 86.8% valora positivamente su contribución en la retroalimentación estudiantil[11]. En contraste, los docentes con niveles bajos de desempeño manifestaron mayor escepticismo, con respuestas que tendieron hacia la indiferencia o negación de la utilidad educativa de estas herramientas. Respecto al desarrollo personal, los resultados indicaron que el 82.1% de los docentes con alto uso de IA se sienten más motivados al emplear esta tecnología, el 87.9% considera que mejora sus conocimientos, y el 80.6% opina que fortalece sus competencias profesionales, contrastando notablemente con el 50% de docentes de bajo uso que no percibe mejoras en sus competencias ni desempeño profesional.

El análisis de la relación entre inteligencia artificial, capacitación docente y estrategias metodológicas reveló disparidades significativas en el acceso a recursos y formación según los niveles de adopción tecnológica. Los docentes con alto uso de IA reportaron que el 81.0% de sus instituciones proporciona recursos tecnológicos adecuados de manera consistente, mientras que en niveles más bajos de adopción este porcentaje fue nulo, evidenciando brechas institucionales en el soporte tecnológico. La formación continua emergió como factor determinante, con el 75.0% de docentes de alto uso recibiendo capacitación constante frente a porcentajes inexistentes en niveles bajos. El autoaprendizaje también se configuró como elemento diferenciador, con el 73.5% de docentes de alto uso buscando información regularmente sobre recursos de IA y el 77.8% inscribiéndose en cursos autodidactas,

contrastando con la baja participación de colegas con menor adopción tecnológica. En términos de estrategias metodológicas, el 78.3% de docentes con alto uso de IA se considera adecuadamente preparado para realizar planificaciones con estas tecnologías, el 81.8% las implementa habitualmente en sus sesiones de clase, y el 87.5% las utiliza regularmente en evaluaciones estudiantiles. Estos resultados sugieren que la integración efectiva de IA en las aulas no solo mejora la calidad educativa y contribuye al aprendizaje estudiantil, sino que también facilita el desarrollo de enfoques metodológicos más innovadores y efectivos.

5 DISCUSIÓN

Los hallazgos de la presente investigación revelan una relación sustancial y estadísticamente significativa entre el uso de inteligencia artificial y el desempeño docente, evidenciada por un coeficiente de correlación de Pearson de $r = 0.805$ ($p < 0.001$) y confirmada mediante Spearman ($\rho = 0.778$, $p < 0.001$). Estos resultados convergen con los reportados por Xiao et al. (2022), quienes desarrollaron un modelo de predicción del desempeño docente asistido por inteligencia artificial que alcanzó una precisión del 93.4% y un análisis de rendimiento del 96.7%, demostrando que las tecnologías de IA pueden efectivamente predecir y potenciar el desempeño educativo[5]. La capacidad explicativa del 64.8% de la varianza observada en el desempeño docente ($R^2 = 0.648$) encontrada en nuestro estudio sugiere que la adopción de herramientas de IA constituye un predictor robusto del rendimiento profesional, lo cual se alinea con la propuesta de Ba y Liu (2022), quienes implementaron un sistema de gestión educativa basado en IA que demostró efectividad en la evaluación objetiva del desempeño tanto estudiantil como docente[3].

La distribución observada en los niveles de adopción tecnológica, donde el 44.6% de los docentes presenta un uso alto de IA y solo el 4.9% mantiene un uso bajo, contrasta significativamente con los patrones reportados en contextos internacionales. Ali (2024) encontró en su estudio sobre profesores de jardín de infancia en Iraq que la implementación de técnicas de IA para predecir el desempeño docente alcanzó precisiones del 99.68% utilizando redes neuronales profundas, pero destacó la importancia de la capacitación previa y el acceso a recursos tecnológicos como factores determinantes[12]. Similarmente, Zaheer (2025) identificó que, aunque la conciencia sobre IA tiene un impacto positivo significativo en el intercambio de conocimientos[13], puede exhibir efectos negativos en el rendimiento docente cuando no se acompaña de liderazgo transformacional y capacitación adecuada. Estos hallazgos sugieren que el contexto específico de la Institución Educativa "José Antonio Encinas" podría presentar condiciones particularmente favorables para la adopción tecnológica, posiblemente relacionadas con políticas institucionales de apoyo y programas de capacitación específicos.

El análisis de tipos específicos de uso de IA reveló patrones diferenciados según el nivel de desempeño docente, donde los educadores de alto rendimiento mostraron mayor diversificación en la implementación de herramientas tecnológicas. Este hallazgo se corresponde con lo reportado por

Kraishan (2023) en el contexto del currículum de ciencias de octavo grado en Omán, donde se identificó que los docentes con mayor rendimiento académico y pedagógico fueron más propensos a integrar aplicaciones de IA en sus prácticas educativas[14]. La diferencia observada en el uso de IA para redacción de textos (81.8% en alto desempeño vs. 0% en bajo desempeño) y creación de presentaciones (91.7% vs. 0%) sugiere que la competencia técnica y la disposición hacia la innovación pedagógica constituyen factores mediadores en la relación entre adopción tecnológica y efectividad educativa. Wu et al. (2022) refuerzan esta perspectiva al proponer que el análisis del comportamiento docente apoyado por IA puede facilitar la identificación automática de patrones de enseñanza efectivos, lo que podría explicar por qué los docentes de alto desempeño aprovechan más sistemáticamente estas herramientas[4].

La percepción positiva sobre la eficacia de la IA observada en los docentes de alto desempeño (85.1% considera que es una gran ayuda vs. actitudes escépticas en niveles bajos) encuentra resonancia en los estudios de Nithiyanandam et al. (2022), quienes desarrollaron un sistema de análisis del rendimiento estudiantil asistido por IA que demostró mejoras significativas en la evaluación del desempeño tanto de estudiantes como de instructores[15]. Sin embargo, es importante considerar la advertencia de Salas-Pilco et al. (2023) en su revisión sistemática sobre IA y analíticas de aprendizaje en formación docente, donde señalan que la efectividad de estas tecnologías depende críticamente de la calidad de la implementación y del contexto institucional específico[7]. La relación observada entre capacitación continua y adopción efectiva de IA (75.0% de docentes de alto uso recibe capacitación constante) sugiere que el desarrollo profesional específico en tecnologías emergentes constituye un factor mediador crucial en el éxito de la integración tecnológica educativa.

7 CONCLUSIONES

La evidencia recopilada en la Institución Educativa "José Antonio Encinas" de Juliaca demuestra de manera concluyente la existencia de una relación positiva, fuerte y estadísticamente significativa entre el uso de inteligencia artificial y el desempeño docente. El coeficiente de correlación obtenido ($r = 0.805$, $p < 0.001$) y la capacidad explicativa del modelo ($R^2 = 0.648$) establecen que la adopción de herramientas de IA constituye un predictor robusto del rendimiento profesional docente, sugiriendo que las tecnologías de inteligencia artificial no solo complementan, sino que potencian significativamente las prácticas educativas cuando son implementadas apropiadamente en contextos institucionales específicos.

Los patrones de adopción tecnológica identificados revelan una segmentación clara en la población docente, donde el 95.1% ha integrado la inteligencia artificial en algún grado (44.6% uso alto, 50.4% uso medio), mientras que solo una minoría (4.9%) mantiene un uso limitado de estas tecnologías. Esta distribución indica un nivel de penetración tecnológica considerablemente superior al reportado en estudios internacionales similares, lo que podría reflejar condiciones institu-

cionales particularmente favorables para la innovación educativa. La correlación directa observada entre el nivel de uso de IA y el desempeño docente sugiere que la capacitación tecnológica y el acceso a recursos constituyen factores críticos para maximizar el potencial educativo de estas herramientas.

El análisis específico de tipos de aplicación de IA evidencia que los docentes de alto desempeño no solo adoptan más frecuentemente estas tecnologías, sino que también las integran de manera más diversificada y estratégica en actividades como redacción de textos, creación de materiales audiovisuales, gestión de evaluaciones y diseño de estrategias metodológicas. Esta diversificación en el uso sugiere que la competencia técnica y la disposición hacia la innovación pedagógica actúan como mediadores en la relación entre adopción tecnológica y efectividad educativa, estableciendo un círculo virtuoso donde el mayor dominio de herramientas de IA facilita mejores resultados educativos[4].

La investigación confirma que la percepción docente sobre la eficacia de la inteligencia artificial se correlaciona directamente con los niveles de desempeño profesional y adopción tecnológica. Los educadores que integran sistemáticamente estas herramientas reportan beneficios significativos en términos de motivación personal, mejora de conocimientos, fortalecimiento de competencias profesionales y optimización de procesos de planificación y evaluación. Estos hallazgos sugieren que la implementación exitosa de IA en contextos educativos requiere no solo acceso a tecnología, sino también programas de capacitación continua y apoyo institucional sostenido.

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia empírica sólida para respaldar la inversión en tecnologías de inteligencia artificial como estrategia de mejora educativa en instituciones de educación secundaria. Sin embargo, la efectividad de estas tecnologías depende críticamente de factores contextuales como la calidad de la capacitación docente, el acceso equitativo a recursos tecnológicos y el desarrollo de políticas institucionales que fomenten la innovación pedagógica. La investigación establece una base sólida para futuras intervenciones educativas basadas en IA y sugiere la necesidad de estudios longitudinales que examinen los efectos a largo plazo de estas tecnologías en el rendimiento estudiantil y la satisfacción docente.

REFERENCIAS

- [1] Wang, F. Wang, Z. Zhu, J. Wang, T. Tran, y Z. Du, «Artificial intelligence in education: A systematic literature review», *Expert Systems with Applications*, vol. 252, p. 124167, oct. 2024, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- [2] Y. Gao, X. Suo, y F. Zheng, «The Teacher Evaluation and Management System Innovation Based on the Artificial Intelligence Algorithms», *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1017, pp. 1144-1149, 2020, https://doi.org/10.1007/978-3-030-25128-4_144
- [3] Y. Ba y Z. Liu, «Design and Research of Physical Education Platform Based on Artificial Intelligence», *Scientific Programming*, vol. 2022, 2022, <https://doi.org/10.1155/2022/9327131>
- [4] L. Wu, Y. Cao, Q. Du, y T. Han, «The analysis path of classroom teacher behavior supported by artificial intelligence», *Artificial Intelligence in Education and Teaching Assessment*, 2022, https://doi.org/10.1007/978-981-16-6502-8_20
- [5] S. Xiao, A. Shanthini, y D. Thilak, «Instructor Performance Prediction Model Using Artificial Intelligence for Higher Education Systems», *Journal of Interconnection Networks*, vol. 22, 2022, <https://doi.org/10.1142/S0219265921440035>
- [6] R. H. Ali, «Artificial intelligence techniques to predict the performance of teachers for kindergarten: Iraq as a case study», *Evolutionary Intelligence*, vol. 17, n.o 1, pp. 313-325, 2024, <https://doi.org/10.1007/s12065-022-00731-0>
- [7] S. Z. Salas-Pilco, K. Xiao, y X. Hu, «Correction to: Artificial Intelligence and Learning Analytics in Teacher Education: A Systematic Review (Education Sciences, (2022), 12, 8, (569), 10.3390/educsci12080569)», *Education Sciences*, vol. 13, n.o 9, 2023, <https://doi.org/10.3390/educsci13090897>
- [8] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, y P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill, 1991.
- [9] S. Zheng, «With the implementation of curriculum design of web network based on the teaching of Japanese intensive reading», presentado en ICMTel 2016 - 1st EAI International Conference on Multimedia Technology and Enhanced Learning, 2017, <https://doi.org/10.4108/eai.28-2-2017.152333>
- [10] R. Schmid y D. Petko, «Does the use of educational technology in personalized learning environments correlate with self-reported digital skills and beliefs of secondary-school students?», *Computers and Education*, vol. 136, pp. 75-86, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.03.006>
- [11] D. Thüs, S. Malone, y R. Brünken, «Exploring generative AI in higher education: a RAG system to enhance student engagement with scientific literature», *Frontiers in Psychology*, vol. 15, 2024, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1474892>
- [12] S. M. Ali, I. Ghani, y M. S. Abd Latiff, «Interaction-based collaborative recommendation: A personalized learning environment (PLE) perspective», *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, vol. 9, n.o 1, pp. 446-465, 2015, <https://doi.org/10.3837/tiis.2015.01.028>
- [13] M. A. Zaheer, «Developing an integrated model for remote teaching amelioration with artificial intelligence (AI) awareness», *Quality Assurance in Education*, vol. 33, n.o 2, pp. 283-304, 2025, <https://doi.org/10.1108/QAE-04-2024-0060>
- [14] O. M. Kraishan, «Features of Applying Artificial Intelligence in the Eighth Grade Science Curriculum in the Sultanate of Oman», *Journal of Higher Education Theory and Practice*, vol. 23, n.o 9, pp. 143-163, 2023, <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i9.6140>
- [15] N. Nithiyandam et al., «Artificial Intelligence Assisted Student Learning and Performance Analysis using Instructor Evaluation Model», 3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems, ICESC 2022 - Proceedings, pp. 1555-1561, 2022, <https://doi.org/10.1109/ICESC54411.2022.9885462>