

# Ct

Revista Ciencia & Tecnología

N° 41, Edición Trimestral  
ISSN impreso: 1390 - 6321 ISSN online: 2661 - 6734  
Enero - Marzo 2024



**UTEG**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL

# ct

Revista Ciencia & Tecnología

Edición Trimestral  
ISSN online: 2661 - 6734  
Enero - Marzo 2024



MIAR



DOAJ DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS



**UTEG**  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL

**L**a Revista Ciencia y Tecnología, es un órgano oficial para la difusión de estudios e investigaciones de las universidades y escuelas politécnicas, institutos o centros de investigación, debidamente reconocidos y acreditados, a nivel nacional e internacional.

Su objetivo es establecer un vínculo entre la Universidad con la colectividad para direccionar la solución al desarrollo que nuestro país y el mundo globalizado plantean como realidades por resolver.

Los artículos a publicar serán de corte científico tecnológico, conforme a la siguiente clasificación: Artículos de Investigación, Artículos Académicos y de Innovación Tecnológica, Artículos de revisiones bibliográficas, Artículos de reflexión, Tesis de impacto.

Los conceptos expresados en los artículos competen a sus autores. Se permite la reproducción de textos citando la fuente. Los artículos de la presente edición pueden consultarse en la página web de la revista.

**Rectora**

Ing. Mara Cabanilla Guerra, Ph.D.

**Vicerrectora Académica**

Ec. Mercedes Conforme Salazar, Ph.D.

**Vicerrectora de Innovación, Investigación y Desarrollo**

MSc. Karina Alvarado

**Decano de Posgrado e Investigación (e)**

Dr. Otto Suárez

**Decano de Grado**

Ing. Diego Aguirre, Met.



## Revista Ciencia & Tecnología

Número 41, Vol. 24, Edición Trimestral  
ISSN online: 2661 - 6734  
Enero - Marzo 2024 • Guayaquil, Ecuador



[www.creativecommons.org](http://www.creativecommons.org)

### Editor

Dr. Luis Carlos Mussó

### Coeditor

MSc. Carlos Luis Ortiz

### Diseño

Lcdo. Ricardo Espinosa, Mgtr.

### Consejo Editorial

Dra. Olga Bravo Acosta; Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil – Ecuador  
MSc. César Arturo del Pino Anchundia; Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Ecuador  
Dr. Igor Ivanov, Universidad Estatal Tecnológica de Belgorod – Rusia  
Dr. Ricardo Villamonte Blas; Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Perú  
Dr. Carlos Martínez Martínez; Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas – Cuba  
MSc. Delia Arrieta Díaz; Universidad Juárez del Estado de Durango – México  
Dr. Freddy Marín González; Universidad de la Costa – Colombia

### Comité Científico Internacional

Dr. Carlos Leonel Escudero Sánchez, Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
Dr. Igor Ivanov Vladimirovich, Universidad Agraria, Ecuador.  
Dr. Uriel Sánchez Zuluaga, Universidad de Medellín, Colombia  
Dr. Freddy Marín González, Universidad de La Costa, Colombia  
Dr. Alina Rodríguez Morales, Universidad de Guayaquil, Ecuador  
Dr. Luis Alan Acuña Gamboa, Universidad Autónoma de Chiapas, México  
Dr. Eduardo Julio López Bastidas, Universidad de Cienfuegos, Cuba  
Dr. Yosvani Miranda Batista, Universidad de Ciencias Pedagógicas José Martín, Cuba

**Los artículos que se publican en la revista son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente el pensamiento de Revista Ciencia & Tecnología**

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil  
Av. del Bombero Km 6.5, PBX.: +593 4 6052450  
Guayaquil - Ecuador

[www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

## 6 Liminar

### 8 Interacción social y la comunicación intercultural en la Comuna Chigüilpe, Cantón Santo Domingo

*Social interaction and intercultural communication in the Chigüilpe Community, Santo Domingo Canton*

*M. Tubay, F. Macas, L. Urquiza, W. Briones*

### 24 Estimación del valor económico de la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fincas de cacao en la UNOCACE

*Estimating the economic value of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) capture on cocoa farms at UNOCACE*

*Y. Arriaga, S. Pino*

### 38 Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico

*Disease detection in corn crops through images with artificial vision: a practical case*

*J. Ruiz, J. Trasviña, E. Rojas*

### 57 Evaluación de materiales oxidicos para la remoción de iones hierro y cobre en aguas naturales

*Evaluation of oxide materials for the removal of iron and copper ions in natural waters*

*J. Prato, L. Sagnay, F. Millán, C. Silva*

### 75 Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022

*Innovation and Entrepreneurship in Ecuador: Trends and Driving Factors for Business Development, period 2018-2022*

*X. Mosquera, C. Espinoza, J. Townsend*

### 95 Evaluación de los riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos de Machala, periodo 2022-2023

*Evaluation of psychosocial risks in the Machala Fire Department, period 2022-2023*

*B. Hidrovo, E. Patiño*

### 110 Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja

*Development of a program of promotion and prevention strategies in safety and health in the symphony orchestra of Loja*

*J. Loaiza, E. Moreira*

### 134 Optimizando la Teoría General de Sistemas: Un Enfoque Centrado en la Planificación

*Optimizing General Systems Theory: A Planning-Centered Approach*

*F. Andrade, D. Pérez*

### 151 Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales en trabajadores de la construcción

*Personal protective equipment and its relation to occupational injuries in construction workers*

*E. Lyli, E. Paredes*

### 169 Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional según ISO:45001 en laboratorio cosmético y natural

*Occupational health and safety management system according to ISO:45001 in cosmetic and natural laboratory*

*F. Duque, E. Pazán, W. Villamagua, A. López*

# Liminar

La Revista Científica CIENCIA Y TECNOLOGÍA inicia con las entregas de 2024 con esta, la edición número 41. Presentamos una variopinta propuesta, si bien es verdad que la investigación avanza siempre, lo mismo sucede con su proyección hacia la comunidad académica y hacia el lector interesado.

La Sección Investigación de la Revista 41 se incluyen 10 artículos. Con “Interacción social y la comunicación intercultural en la Comuna Chigüilpe, Cantón Santo Domingo”, Máximo Tubay, Freddy Macas, Liliana Urquiza y Wilson Briones proponen una mirada novedosa a la problemática que implica un eslabón de una serie de investigaciones en que los ejes son la interacción y comunicación social en territorio.

Por su parte, el artículo “Estimación del valor económico de la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fincas de cacao en la UNOCACE”, (Yordi Arriaga y Sergio Pino) nos enrostra a una propuesta que pretende obtener indicadores de contaminación en un producto de importancia enorme en el Ecuador.

A través de “Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico”, José Ruiz, Jazmín Trasviña y Erick Rojas proyectan a la comunidad académica el resultado de su lúcida investigación que promete en el sector agrícola. Por su lado, José Prato, Luis Sagnay, Fernando Milán y Carla Silva despiertan el interés del lector al tratar una problemática necesaria Enel sector minero por medio de “Evaluación de materiales oxidicos para la remoción de iones hierro y cobre en aguas naturales”.

Xavier Mosquera, Carla Espinoza y José Townsend, a través de “Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022”, plantean un interesante planteamiento, digno de leer si deseamos actualizarnos en cuanto a. A través de “Evaluación de los riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos de Machala, periodo 2022-2023”, Byron Idrovo y Elvia Patiño Vaca abren una importante senda de investigación la ruta de la salud ocupacional.

Con “Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja”, José Loaiza y Eugenia Moreira actualizan un ámbito de interés público vinculado a una institución concreta. “Optimizando la Teoría General de Sistemas: Un Enfoque Centrado en la Planificación”, de Francisco Andrade y Deborah Pérez profundizan en el mundo de las organizaciones sea cual fuere su origen.

“Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales en trabajadores de la construcción”, de Eugenia Moreira y Elsa Paredes nos invitan a un universo amplio en población y de injerencia reconocida, aunue poco estudiada. Y finalmente, “Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional según ISO:45001 en laboratorio cosmético y natural”, de Francisco Duque, Emma Pazán, William Villamagua y Armando López nos de la mano de una herramienta de actualidad innegable.

Nos satisface esta, la entrega número 41 de la Revista Científica CIENCIA Y TECNOLOGÍA, y colocamos a disposición de la comunidad académica las propuestas investigativas de sus autores. Continuamos en el propósito de socializar conocimientos y aportar en diferentes niveles a la educación superior.

*El editor.*

A background image showing a person's hands writing in a spiral notebook with a pencil. A magnifying glass is placed over the notebook, and a stack of papers is visible in the background. A vertical red bar is overlaid on the center of the image.

Ct

Sección  
Investigación

## Interacción social y la comunicación intercultural en la Comuna Chigüilpe, Cantón Santo Domingo

## Social interaction and intercultural communication in the Chigüilpe Community, Santo Domingo Canton



Máximo Fernando Tubay Moreira<sup>1</sup>  
mtubay@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2196-4506>

Freddy Geovanny Macas Pisco<sup>2</sup>

fmacas658@fcjse.utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7687-6680>

Liliana Ivett Urquiza Mendoza<sup>3</sup>

lurquiza@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6423-6640>

Wilson Roberto Briones Caicedo

wbriones@utb.edu.ec<sup>4</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-6389-7148>

Recibido: 11/10/2023; Aceptado: 3/12/2023

### RESUMEN

Las interacciones sociales facilitan el intercambio de información constante, dando como resultado nuevos paradigmas en las sociedades interculturales. La presente investigación se planteó como objetivo principal establecer las consecuencias de la interacción social en la comunicación intercultural de la comuna Chigüilpe, en el cantón Santo Domingo, analizando el impacto de la convivencia y las características de las personas que interactúan en la comuna. La búsqueda de la información se desarrolló con el nivel de asociación de variables, que permitió constituir predicciones a través de la intervención de las relaciones entre los contenidos, midiéndose el grado de relación y a partir de ello, determinar tendencias o modelos de comportamiento mayoritario, de modo que la obtención de resultado a través del cuestionario de investigación, contraste la información de la guía de observación y la entrevista semiestructurada. Los resultados de la investigación obtenidos de los nativos Tsáchilas, comprobaron que las interacciones sociales generan ingresos económicos favorables, sin embargo, en el proceso se pierden sus costumbres y

<sup>1</sup> Magíster en Administración y Gestión de Empresas. Universidad Técnica de Babahoyo Extensión Quevedo. Ecuador

<sup>2</sup> Estudiante de Administración y Gestión de Empresas. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador

<sup>3</sup> Magíster en Gerencia de Innovaciones educativas. Universidad Técnica de Babahoyo Extensión Quevedo. Ecuador

<sup>4</sup> Magíster en Administración de Empresas. Universidad Técnica de Babahoyo Extensión Quevedo. Ecuador



tradiciones, siendo la consecuencia más notable, en la población limitada que existen la actualidad, ya que tanto jóvenes como adultos, prefieren mejorar sus condiciones de vida abandonando el territorio originario de nacimiento y con ellos sus costumbres y tradiciones.

**Palabras clave:** Comunicación intercultural, interacción social, cultura Tsáchila, costumbres y tradiciones.

## ABSTRACT

Social interactions facilitate the constant exchange of information, resulting in new paradigms in intercultural societies. The main objective of this research was to establish the consequences of social interaction on intercultural communication in the Chigüilpe commune, in the Santo Domingo canton, analyzing the impact of coexistence and the characteristics of the people who interact in the commune. The search for information was carried out with the level of association of variables, which allowed making predictions through the intervention of the relationships between the contents, measuring the degree of relationship and from this, determining trends or models of majority behavior, of so that obtaining results through the research questionnaire, contrast the information from the observation guide and the semi-structured interview. The results of the investigation obtained from the Tsáchilas natives, verified that social interactions generate favorable economic income, however, in the process their customs and traditions are lost, being the most notable consequence, in the limited population that currently exists, since that both young people and adults prefer to improve their living conditions by abandoning the original territory of birth and with them their customs and traditions.

**Keywords:** Intercultural communication, social interaction, Tsáchila culture, customs and traditions.

---

## Introducción

Las interacciones sociales son necesarias para el desarrollo humano en todos sus ámbitos, para entrelazar diferentes ideas o posturas y obtener diferentes puntos de vista o paradigmas que se aborden desde otras áreas de estudio. La comunicación intercultural es un proceso necesario para el desarrollo de la sociedad, en la que se genera un constante intercambio de información entre personas de diferentes culturas, en la que las comunidades no pueden desprenderse de ambas variables, para formar cosmovisiones para todos los individuos que se relacionan comunicativamente con otros.

Los procesos comunicacionales son actividades libres de la comunidad que se pueden ejercer en cualquier momento, sin embargo, la hegemonía limita la interacción social real que

Tubay, Macas, Urquiza, Briones.

Interacción social y la comunicación intercultural en la Comuna Chigüilpe, Cantón Santo Domingo

debería existir permitiendo así que los medios de comunicación solo sean instrumentos para ocultar información valiosa que lo ciudadanos de una región y el mundo necesita saber; es por eso que la manipulación de la información en estos casos, es crucial para transmitir ideas y mensajes alterados, beneficiando a un actor social y perjudicar la imagen de una persona.

A través de la comunicación, especialmente oral, el ser humano expresa al hablar diversas opiniones y reflexiones, generándose acciones en común, concibiendo así la acepción de que la comunicación es un proceso que se realiza de manera muy simple hasta llegar a lo complejo porque se da una interacción social de un individuo a otro. Muchos problemas y conflictos se resolverían democráticamente si la comunicación entre los seres humanos partiera de escuchar con respeto y tolerancia, posibilitando la expresión honesta y clara de los mutuos intereses y sentimientos (Fedor, 2016, p. 5)

Picarella y Mangone (2020, p. 8) afirman que “educar significa recomponer la unidad de la persona corrompida por la sociedad. En América Latina la discusión respecto del contexto cultural como un factor clave tanto en la práctica profesional evidencia carencias en cuanto a contenidos especializados que traten interculturalidad y relaciones internacionales de manera específica, lo que no deja de llamar la atención, pensando en una región en la cual las principales actividades productivas y áreas en donde la traducción se desarrolla como servicio tienen que ver con el intercambio de bienes y servicios, así como la llegada y salida de migrantes, aspectos donde la comunicación intercultural y la coyuntura política, cultural y económica son la base de la estabilidad o crisis de esta actividad laboral (Basaure & Ahumada, 2021, p. 3)

Así mismo, Alavez (2014, pp. 44-45) asegura que la definición de “indígena” tiene sentido cuando se realizan procesos que se suscitan en el extenso continente americano, además en regiones como Rusia, el Ártico y muchas partes del Pacífico, por lo contrario que sucede en regiones de Asia y África donde tiene menor significado, en donde los poderes coloniales no desplazaron poblaciones enteras de pueblos, sino que fueron remplazados por asentamientos de descendientes europeos.

El concepto de interculturalidad apunta a describir la interacción entre dos o más culturas de un modo horizontal y sinérgico, suponiendo que ninguno de los conjuntos se encuentra por encima de otro, una condición que favorece la integración y la convivencia armónica de todos

los individuos, en donde se supone el respeto hacia la diversidad; aunque es inevitable el desarrollo de conflictos, éstos se resuelven a través del respeto, el diálogo y la concertación (Cerna, 2020, p. 251).

Gadea (2018, p. 44) destaca que la cultura pasa a ser entendida como inherente en las prácticas e instituciones de la vida cotidiana relacionadas con las cuestiones de la política y del poder, como implícita en las relaciones de poder que, de hecho, establecen ciertos límites a los procesos simbólicos emanados de los significados de la interacción social; como ejemplo, González (2022, p. 35) destaca que la incomprensión y la ignorancia existen enfrentamientos al nivel nacional entre las razas que conforman el estado ecuatoriano

Las culturas ancestrales que aún prevalecen en Ecuador son sinónimo de grandeza por todo lo acontecido en los procesos de colonización, urbanización y globalización que acontecieron en su momento. Un claro ejemplo es la nacionalidad Tsáchila que afronto diversos problemas, especialmente de salud en el período de la fiebre amarilla, encontrando en la medicina alternativa una medida de prevención para su extinción; en lo sociocultural actualmente se encuentran amenazados con la desaparición por las interacciones sociales que realizan con otras culturas en procesos de comercialización y acogida de turistas.

Los nativos tienen una actitud pasiva en cada encuentro con personas externas a la comuna, en esta interacción absorben más de la cultura mayoritaria, permitiendo de manera negativa que los aborígenes Tsáchilas desplacen sus costumbres y tradiciones autóctonas para adaptarse a los mestizos. De igual manera el desarrollo sociocultural de los nativos Tsáchilas en la comuna Chigüilpe se encuentra mermado por varios factores, que se forman desde el interior de la organización con dirigencias centradas a obtener beneficios individualistas o para personas cercanas a ellas. Por otro lado, las personas externas a la comuna consideran importante preservar costumbres y tradiciones solo por entretenimiento, sin considerar los proyectos individuales de cada nativo de la nacionalidad Tsáchila.

En esta investigación se establecen las consecuencias de las interacciones sociales en la comunicación intercultural de la comuna Chigüilpe, sin embargo, esos aspectos negativos están sujetos a la subjetividad, ya que los nativos receptan la información de la cultura externa, dependiendo exclusivamente de cada individuo si desplaza total o parcialmente sus

costumbres y tradiciones autóctonas, las rechaza o adapta, según le convenga a los paradigmas que tiene arraigados.

Montoya (2019, p. 35) reconoce a la comunicación intercultural como un proceso de vigencia infinita, una herramienta que con el paso de los días contribuye a la sociedad para generar ambientes más armónicos, donde exista el respeto mutuo entre individuos de diferentes culturas además hacia el entorno natural donde se habita. En esta investigación se pretendió comprender el impacto de las interacciones sociales en la comuna Tsáchila a través de la comunicación intercultural, y que se fortalezca los procesos comunicacionales internos para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la comuna Chigüilpe, ya que muchos consideran que preservar las costumbres y tradiciones no son necesarias para las futuras generaciones, todo a raíz de procesos carentes de igualdad social y económica desde las dirigencias.

---

### **Metodología**

En este trabajo, la investigación exploratoria permitió conocer aspectos relevantes de la situación actual en la que se encuentra el objeto de estudio, ya que esta indagación se asegura con documentos previos sobre la temática de interacciones sociales y comunicación intercultural. Similar a una revisión bibliográfica. La exploración fue esencial para establecer con certeza cuales son las consecuencias de las interacciones sociales en la comunicación intercultural, conociendo los antecedentes que han establecido otras investigaciones acordes a las diferentes áreas de estudio y con la finalidad de lograr beneficios para el desarrollo sostenible y armónico de los habitantes de la comuna Chigüilpe en el cantón Santo Domingo.

Considerando que la presente investigación tiene un enfoque cualitativo se propuso la técnica de la encuesta y la entrevista porque la intervención del entrevistado y el entrevistador se realiza de manera directa, además que se efectúa de manera oral y personalizada, además que permitieron recoger expresiones únicas de cada individuo y al mismo tiempo tener en consideración expresiones faciales que no se plasman en una encuesta, de modo que la información se contrastaría durante el análisis.

La población objeto de estudio de la presente investigación, serán los habitantes de la comuna Chigüilpe, en el Cantón Santo Domingo, la cual se determina con 180 habitantes, entre niños y niñas, adolescentes, adultos y personas de la tercera edad. Los instrumentos de investigación se aplicarán a 123 personas adultas de la comunidad, considerando relevante conocer aspectos esenciales sobre la comunicación intercultural que puedan brindar personas mayores de edad, contemplando que sus respuestas son favorables para el análisis respecto al entorno y la situación actual en la que se encuentra la comunidad

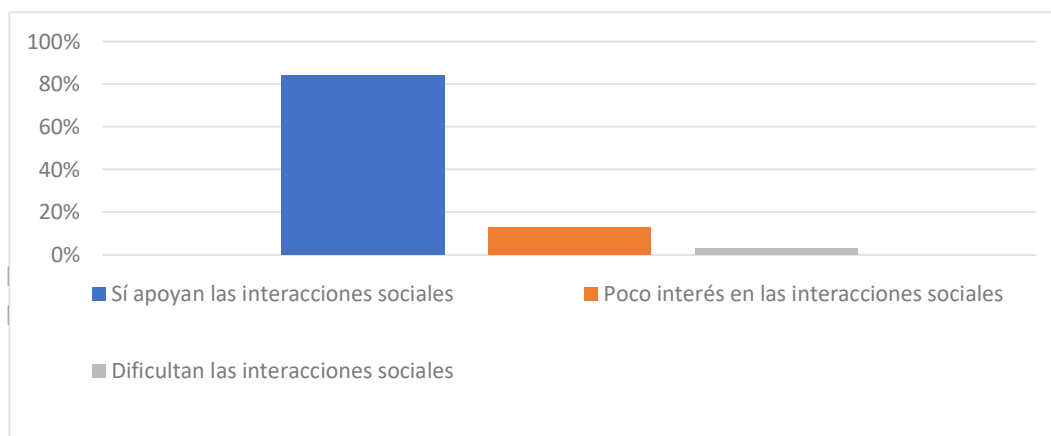
## Resultados y discusión

### Indicadores y porcentajes sobre la interacción social y la comunicación intercultural en la comuna Chigüilpe, cantón Santo Domingo

Tabla 1: Apoyo del GAD municipal para desarrollo de interacciones sociales

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Sí apoyan las interacciones sociales	103	84%
Poco interés en las interacciones sociales	16	13%
Dificultan las interacciones sociales	4	3%
TOTAL	123	100%

Fuente: elaboración propia



Con los resultados de la encuesta, el 84% refirieron que las autoridades del Gobierno local y central sí apoyan las interacciones dentro de la comuna, mientras que el 13% de los participantes expusieron que a las autoridades no les interesa las interacciones y para finalizar el 3% mostraron que las autoridades empeoran las interacciones. Pareja y otros (2020, p. 76) refieren que, en el ámbito social y cívico, la diferencia cultural es un aspecto

Tubay, Macas, Urquiza, Briones.

Interacción social y la comunicación intercultural en la Comuna Chigüilpe, Cantón Santo Domingo

fundamental en la implementación de políticas sociales y educativas para la promoción de la inclusión y la equidad; tan relevante es la enfatización positiva de la diversidad cultural como la búsqueda de espacios comunes para la interacción fructífera y enriquecedora en los espacios educativos.

**Tabla 2: Comunicación intercultural favorece preservación de costumbres**

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
A veces	72	59%
Siempre	44	36%
Nunca	7	6%
TOTAL	123	100%

Fuente: elaboración propia

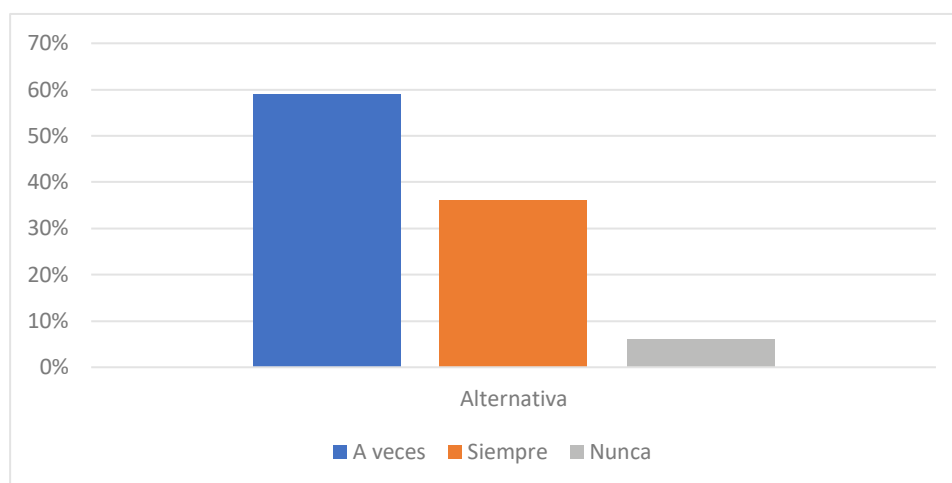


Figura 2: Comunicación intercultural favorece preservación de costumbres

Fuente: Elaboración propia

El 59% de los encuestados consideran que la comunicación intercultural si favorece a veces, a la preservación de costumbres y tradiciones, en cambio el 36% de expusieron que la comunicación entre culturas siempre favorece las costumbres que tiene la comunidad por último el 6% mostraron que nunca favorecerá la preservación de las costumbres. Para la conservación de los saberes ancestrales la memoria y la tradición oral han jugado y siguen jugando un importante papel, sobre todo en el traspaso de estos conocimientos entre generaciones dentro de las comunidades rurales; la memoria y la tradición oral se destacan

como mecanismos de inscripción cultural, puesto que estos han sido métodos de transferencia, socialización y conservación de conocimientos de los mayores a las nacientes generaciones (Tórrez & Ruiz, 2019, p. 156).

**Tabla 3: Importancia de preservar costumbres y tradiciones**

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Poco importante	8	7%
Neutral	14	11%
Muy importante	1	0%
Totalmente importante	100	82%
TOTAL	123	100%

Fuente: elaboración propia

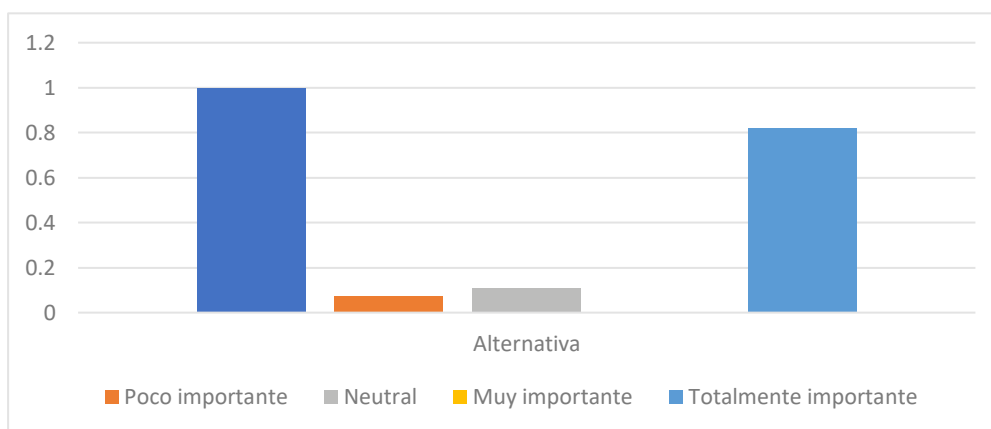


Figura 3: Importancia de preservar costumbres y tradiciones

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos el 7% considera poco importante que se preserven las costumbres y tradiciones, por el contrario, el 11% se mantuvieron de forma neutral y para finalizar el 82% consideran que es totalmente importante preservar las costumbres y tradiciones para futuras generaciones. Aunque la comunicación intercultural se consideró como el elemento que se podía establecer entre pueblos con diferentes sistemas socioculturales y entre miembros de diferentes subsistemas, como grupos étnicos dentro del mismo sistema sociocultural, se ha terminado por referir que aparte de ser un campo de estudio, tiene como

objetivo estudiar la forma en que la gente de diferentes orígenes culturales se comunica entre sí, especialmente cuando se manejan idiomas diferentes, como proceso comunicativo (Monroy, 2017, p. 82).

**Tabla 4: Participación en proyectos de interacción social de la comunidad**

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	9	7%
A veces	28	23%
Nunca	86	70%
TOTAL	123	100%

Fuente: elaboración propia

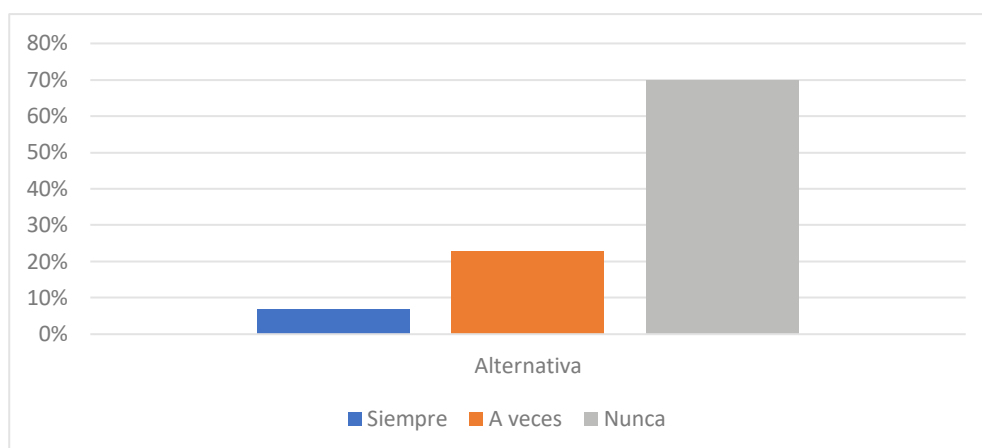


Figura 4: Participación en proyectos de interacción social de la comunidad  
 Fuente: Elaboración propia

El 7% de los habitantes de la comunidad, siempre participan en proyectos de interacción social, por el contrario, el 23% participan a veces de estos proyectos dentro de la comunidad y por último el 70% nunca participan de los diferentes proyectos de interacción social que presenta la comunidad. Morales (2018, p. 51) advierte que los protagonistas del proceso ya no se conciben como emisor y receptor sino como sujetos interactuantes con su entorno, al que se llamará “mundo de la vida”, el gran marco simbólico o aquella segunda naturaleza que el ser humano construye para interactuar efectivamente con la naturaleza, pero también para distanciarse de sus condicionamientos, que le pueden impedir la interacción social necesaria para el intercambio de conocimientos y saberes.

**Tabla 5: Interacción de las personas que visitan la comuna**



	Interesante	Sencillo	Indiferente	Cuidadoso
Mucho	2%	4%	48%	67%
Algo	93%	28%	46%	24%
Nada	5%	67%	7%	9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia

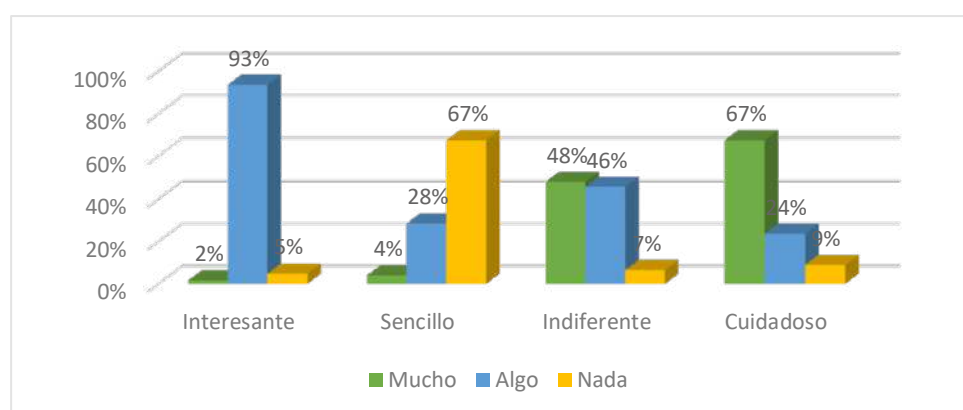


Figura 5: Interacción de las personas que visitan la comuna  
 Fuente: Elaboración propia

Mediante la encuesta el 93% de los habitantes de la comunidad expresaron que el comportamiento de las personas que los visitan es algo "interesante", mientras que, el 67% expresaron que el comportamiento de los visitantes no es "sencillo", en cambio el 48% de habitantes indican que las personas que llegan a la comuna son "indiferentes" con los nativos y para finalizar el 67% expresaron que los individuos que llegan son "cuidadosos" respecto a comentar algo sobre las costumbres y tradiciones de la nacionalidad Tsáchila en Santo Domingo.

La convivencia positiva entre personas de diferentes culturas se remite a un "manejo de la diversidad" como el fundamento de una cohesión social exitosa en donde se busca el

intercambio de información, a diferencia de sociedades fragmentadas, basadas en un permanente conflicto, antagonismo y tendencias separatistas (Tipa, 2019, p. 56).

**Tabla 6: Abandono de costumbres y tradiciones por mejorar calidad de vida**

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	106	86%
No	4	3%
Tal vez	13	11%
TOTAL	123	100%

Fuente: elaboración propia

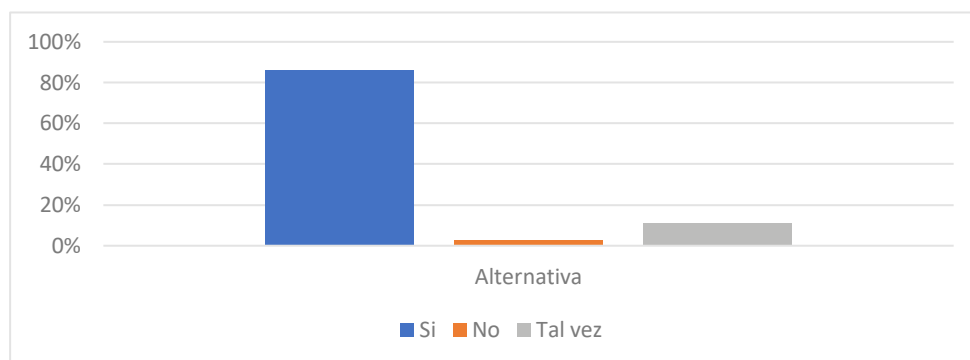


Figura 6: Abandono de costumbres y tradiciones por mejorar calidad de vida  
Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos el 86% de los habitantes de la comunidad expresaron que el comportamiento de las personas que los visitan es algo interesante, en cambio el 67% expresaron que el comportamiento de las personas son nada sencillos, en cambio el 48% mostraron muy indiferentes respecto a la comuna y para finalizar el 67% expresaron que tienen mucho cuidado respecto a todas las exhibiciones que tiene la comunidad.

Tórrez & Ruiz (2019, p. 156) señalan que, la comunicación dentro de la cultura ha sido necesaria para el intercambio y transmisión de conocimientos y saberes, principalmente de manera intergeneracional de padres a hijos, principalmente como una herencia que les servirá a lo largo de la vida para cuidar y ayudar a otros, siendo un proceso muy importante

a través del cual es posible heredar a las generaciones todo el legado cultural de costumbres, tradiciones, valores y consejos.

### **Discusión**

Para Morales (2018, p. 51) la comunicación intercultural es la comunicación interpersonal donde intervienen personas con unos referentes culturales lo suficientemente diferentes como para que se auto perciban distintos, teniendo que superar algunas barreras personales y contextuales para llegar a comunicarse de forma efectiva, para recalcar la interacción entre comunicación e interculturalidad, ya que como se ha dicho poseen una relación indisoluble.

La comunicación intercultural no es una modalidad comunicativa específica de corte lingüístico ni una característica singular únicamente atribuible a la profesionalización de la mediación intercultural, sino una cualidad compleja que se vincula con la predisposición, la receptividad y el talante propositivo en materia de interacción cultural. De hecho, sin perjuicio de que, en efecto, es una clave sumamente significativa y pertinente en el ejercicio práctico de la mediación intercultural, es un “ingrediente” educativo que se relaciona con la puesta en práctica de habilidades y competencias interculturales (Pareja y otros, 2020, p. 76).

Tipa (2019, p. 56) señala que actualmente la interculturalidad está abordada al menos desde cuatro campos del pensamiento social: la educación, la comunicación, la mediación intercultural y como proyecto sociopolítico e ideal societario, por lo que, entre estas las dimensiones de educación y comunicación podrían ser consideradas como las principales, de las cuales se nutren las demás. La revolución digital y la globalización tecnológica de las últimas décadas han situado a la humanidad en un contexto de sociedad de la información y el conocimiento, donde las TIC, constituyen un conjunto de aplicaciones que abren posibilidades para el desarrollo de la comunicación humana e intercultural.

Algunos factores a considerar son: el proceso convergente de los medios de comunicación en el contexto de la sociedad de la información y el conocimiento, la demanda de nuevos espacios de interacción comunicativa entre las audiencias y los medios, la capacidad creativa y de innovación del equipo de colaboradores que conforman la radio, la necesidad de una mejor infraestructura tecnológica (Velásquez & Montoya, 2019, p 49).

Las sociedades contemporáneas se caracterizan por su fuerte competitividad, sus mercados globales y cambiantes, lo que implica una enorme movilidad laboral, y por sus equipos multiprofesionales y multinacionales, todo ello exige a sus trabajadores, además del dominio de lenguas extranjeras, capacidades de negociación de la diversidad cultural y de reflexión crítica sobre sus complejos sistemas de organización y comunicación.

En este contexto, la competencia comunicativa intercultural –entendida como el conjunto de habilidades para interactuar apropiadamente entre lenguas y culturas– emerge como un factor fundamental para enfrentar los desafíos producidos por la internacionalización de la producción, del empleo y de las empresas (Gómez y otros, 2018, p. 104).

Sierra (2018, p. 14) asevera que la comunicación intercultural es aquella que se lleva a cabo entre personas con referentes culturales distintos. Estos referentes culturales son significativamente diferentes y provocan diversas interpretaciones y expectativas de una comunicación competente y eficaz. Es el proceso de interacción simbólica que incluye a individuos y grupos que poseen diferencias culturales reconocidas en las percepciones y formas de conducta, de tal forma que esas variaciones afectan significativamente la forma y el resultado de sus encuentros, lo que no excluye la comunicación mediada, es decir, apoyada en un soporte más mediático (Monroy, 2017, p. 82).

El estudio de las consecuencias de la interacción social en la comunicación intercultural de la comuna Chigüilpe, es un tema poco abordado en la que se debe resaltar la lengua de los Tsáchilas, que es el Tsafiqui, y como estos en muchas ocasiones se ven forzados a interactuar con una lengua adquirida por las diversas limitaciones en el ámbito económico, político, social y educacional. Un análisis de las consecuencias de la comunicación intercultural, permite a la sociedad hacer conciencia sobre el respeto de la cosmovisión cultural de otras personas, así como resaltar los aspectos positivos y negativos de procesos comunicacionales entre personas de diversas culturas.

El desarrollo cultural de las costumbres y tradiciones Tsáchilas se limita desde el interior de la organización con dirigencias centradas a captar beneficios individuales, pasando por ciudadanos dispuestos a mejorar sus condiciones de vida y abandonar sus prácticas autóctonas; por otro lado, los mestizos o personas de otras culturas desean preservar

costumbres y tradiciones solo por entretenimiento, sin comprender la importancia real de conversar costumbre y tradiciones.

Por lo anterior, es importante que se determinen los factores que ayuden a preservar las costumbres y tradiciones, sin la necesidad de estar forzado a cambios que alteren sus prácticas autóctonas, beneficiando directamente a pobladores de la Comuna Chigüilpe en Santo Domingo de los Tsáchilas, porque se han referido las consecuencias de las interacciones sociales en la comunicación, por diversas instituciones gubernamentales, como el GAD municipal y provincial de Sto. Dgo., ministerio de turismo y otros que podrían tomar la investigación para optimizar los procesos de conservación de la cultura local.

Tórrez & Ruiz (2019, p. 156) afirman que, a través de la comunicación intercultural, los conocimientos locales están presentes en la vida cotidiana de las personas, en la comunidad y en el barrio, por lo que en las formas de comunicación propia podemos encontrar las creencias, los sueños, la espiritualidad, desde la madre tierra a través del aire, el agua, el fuego, los animales, los astros como la luna, y la oralidad con sus espacios y momentos, en la que todos estos elementos desde la cosmovisión, tienen significados que comunican una manera de ver y entender el mundo que nos rodea

---

## **Conclusiones**

En la comuna Tsáchila Chigüilpe la comunicación intercultural y las interacciones sociales son habilidades necesarias para el desarrollo social y económico de estos habitantes, en la que el constante intercambio de información entre nativos Tsáchilas y culturas externas ha dado como resultado la adaptación cultural, en la que la consecuencia más notable de aquello es la población limitada de comuneros, ya que los jóvenes y adultos prefieren mejorar sus condiciones de vida en la ciudad abandonando sus costumbres y tradiciones

La convivencia intercultural dentro de la comuna Chigüilpe se desarrolla generalmente de manera armónica entre todos los participantes; sin embargo, existe un choque cultural significativo cuando interactúan, los nativos absorben rasgos culturales de visitantes, generando un impacto negativo si se trata exclusivamente de cultura, porque prefieren adaptarse culturalmente antes que mantener sus costumbres y tradiciones.

La interculturalidad se expresa en la forma de ver las cosas, como luce física y espiritualmente, aunque existan diferencias extremas entre los nativos y visitantes siempre prevalece el respeto entre ellos cuando interactúan, aunque sus diferencias sean muy notables desde la vestimenta, actitud, forma de actuar o expresarse en la comuna.

La comuna Tsáchila Chigüilpe ha generado varios proyectos para preservar costumbres y tradiciones frente a la comunicación intercultural cuando se realizan procesos de interacción social, sin embargo, la información del desarrollo de esas actividades solo la tienen un grupo selecto de habitantes, mientras que el resto no conoce de estas actividades, por ende, la mayoría de comuneros no participan de manera activa en esa planificación.

### Referencias Bibliográficas

- Alavez, A. (2014). Interculturalidad: conceptos, alcances y derecho. México D.F., México: Centro de Producción Editorial del GPPRD. Obtenido de <https://rm.coe.int/1680301bc3>
- Basaure, R., & Ahumada, M. (2021). Comunicación intercultural, contexto internacional y competencia traductora: una propuesta de mejora académica para los programas de traducción de Chile. *Hikma*, 20(1), 25-44. <https://doi.org/https://doi.org/10.21071/hikma.v20i1.12474>
- Cerna, N. (2020). Interculturalidad universitaria: necesidad de un diálogo renovador. *Revista Electrónica Entrevista Académica (REEA)*, 2(6), 248-263. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7796402>
- Gadea, C. (2018). El interaccionismo simbólico y sus vínculos con los estudios sobre cultura y poder en la contemporaneidad. *Sociológica*, 33(95), 39-64. <https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/pdf/soc/v33n95/2007-8358-soc-33-95-39.pdf>
- Gómez, L., Silveira, P., & Morgado, M. (2018). Las Competencias de Comunicación Intercultural en la Empresa Global y su Desarrollo en el Aula de Español para Fines Económicos y Comerciales. *EPIC Series in Language and Linguistics*, 3, 103–109. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10400.11/5886>

- González, L. (2022). La cultura ancestral en la biblioteca, para la interacción social-1. Carrera de Bibliotecología y Archivología (Semestral), Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. <https://doi.org/http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59619>
- José, F. (2016). La comunicación. *Salus. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud.*, 20(3), 5-6. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3759/375949531002.pdf>
- Monroy, J. (2017). La evaluación de los indicadores de interculturalidad en los programas de salud dirigidos a la población indígena y la importancia de la comunicación intercultural. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas*(8), 71-89. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/reppp.8.2017.15952>
- Montoya, Y. (2019). Gestión de la Comunicación Intercultural desde el Diálogo de Saberes y Haceres. *Revista electrónica de conocimientos, saberes y prácticas*, 2(1), 8-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/recsp.v2i1.8163>
- Morales, M. (2018). Comunicación intercultural: una apuesta por las competencias ciudadanas para la inclusión en ambientes de diversidad. Doctorado en Ciencias de la Educación, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/42f99ddb-e4e4-4e9d-a27d-ab4554dee103/content>
- Pareja, D., Leiva, J., & Matas, A. (2020). Percepciones sobre diversidad cultural y comunicación intercultural de futuros maestros. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(1), 75-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/reifop.403331>
- Picarella, L., & Mangone, E. (2020). Europa y América Latina educación a la democracia para una nueva ciudadanía. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 36(93), 153-178. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7621427>
- Sierra, M. (2018). *Derribando muros, construyendo puentes: la competencia intercultural, clave en tiempos convulsos*. España: Ediciones Universidad San Jorge. Obtenido de <http://repositorio.usj.es/bitstream/123456789/153/1/PL-8%20Derribando%20muros%20-%20Sierra.pdf>
- Tipa, J. (2019). Interculturalidad sustancial, comunicación intercultural y el contexto mediático en México. *Ra Ximhai*, 15(4), 55-69. Obtenido de [https://drive.google.com/file/d/1NFpvcYuiXaeqLnbJN0h\\_ZI\\_9kqdvBCD9/view](https://drive.google.com/file/d/1NFpvcYuiXaeqLnbJN0h_ZI_9kqdvBCD9/view)
- Tórrez, D., & Ruiz, A. (2019). Comunicación intercultural en la transmisión de conocimientos, saberes y prácticas culturales de la medicina tradicional en el pueblo mestizo costeño de Siuna. *Revista ciencia e interculturalidad*, 25(2), 146-158. Obtenido de <https://lamjol.info/index.php/RCI/article/view/8555/9443>
- Velásquez, J., & Montoya, Y. (2019). Gestión de la información a través de las TIC para el fortalecimiento de la comunicación intercultural en URACCAN. *Revista Ciencia e Interculturalidad*, 25(2), 47-57. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/rci.v25i2.8542>

## Estimación del valor económico de la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fincas de cacao en la UNOCACE

### Estimating the economic value of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) capture on cocoa farms at UNOCACE



Yordi Arriaga Bustamante<sup>1</sup>

yordi.arriagabus@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-0214-370X>

Sergio Pino Peralta<sup>2</sup>

sergio.pinop@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9254-1597>

Recibido: 15/09/2023; Aceptado: 7/12/2023

#### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo valorar económicamente las remociones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, realizadas por los árboles de cacao de la Asociación "El Deseo", de la Unión de Organizaciones Campesinas Cacaoteras (UNOCACE), en una superficie de 118 ha; aplicando una metodología de tipo descriptiva. Los datos fueron tomados mediante un muestreo aleatorio simple. Las variables obtenidas fueron: biomasa viva, biomasa muerta, carbono total y CO<sub>2</sub> capturado, siendo esta última la de mayor significancia para estimar la valoración económica. Para los datos biométricos, se utilizaron ecuaciones alométricas. Los resultados muestran que la cantidad de reservas de carbono son de 10.104,49 ton en la biomasa aérea, 2.112,2 ton en la biomasa muerta. El flujo de fijación de carbono es de 339,35 ton al año. Estos valores determinan un beneficio anual estimado de USD 12.444,28 en el mercado voluntario de carbono, y de USD 25.708,66 con el mejor comprador del mercado regulado.

**Palabras clave:** Valoración económica, Cacao, CO<sub>2</sub> capturado, Mercado de carbono.

#### ABSTRACT

The objective of this research was to economically value the CO<sub>2</sub> removals in the atmosphere, carried out by the cocoa trees of the Association "El Deseo", of the UNOCACE, which has an area of 118 ha; for which a descriptive methodology was applied. The data collection was based on a simple random sampling, selecting 5 specimens. The variables obtained were live biomass, dead biomass, total carbon, and CO<sub>2</sub> captured, the latter being the most significant for estimating the economic valuation. Allometric equations were used for the biometric

<sup>1</sup> Economista, Universidad de Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup> Ph.D. Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Tumbes, Perú. Economista, Universidad de Guayaquil, Ecuador.



data. The results show that the amount of carbon stocks are 10104.49 tons in aboveground biomass, 2112.2 tons in dead biomass. The carbon fixation flux is 339.35 tons per year. These values determine an estimated annual benefit of USD 12,444.28 in the voluntary carbon market, and USD 25708.66 with the best buyer in the regulated market.

**Keywords:** Economic valuation, Cocoa, CO<sub>2</sub> captured, Carbon market.

---

## Introducción

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el principal gas de efecto invernadero emitido por la actividad humana. En los últimos 150 años, esta forma de explotación de los recursos naturales ha contribuido de manera significativa al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre. En la actualidad, cerca del 20% de la difusión de dióxido de carbono se debe a la destrucción y degeneración del medio ambiente (Ramírez, Panduro, & Miranda, 2014).

A medida que se deteriora el medio ambiente, la opinión pública busca formas de revertir estos declives, teniendo en consideración los retos económicos y sociales también, de cada comunidad. Los programas de captura de carbono son instrumentos con un enorme potencial para contribuir a la transición hacia el desarrollo sustentable.

En los últimos años, el uso insostenible de los recursos naturales ha aumentado la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre, y aquí es donde entran las plantaciones de cacao, porque son los árboles quienes atrapan CO<sub>2</sub> y juegan un papel clave en el medio ambiente. En otras palabras, las plantaciones de cacao (de las que hay muchas en el país al ser Ecuador exportador exclusivo de esta materia prima) tienen un impacto importante en el flujo mundial de carbono y pueden utilizarse en los mercados de carbono, lo que no sólo reduciría la contaminación, sino que también contribuiría positivamente a los ingresos económicos del país.

Este trabajo se realizó con el objetivo de estimar, a través de ecuaciones alométricas, el contenido total de la biomasa y el carbono acumulado en las plantaciones de la Asociación 'El Deseo' de la Unión de Organizaciones Campesinas Cacaoteras (UNOCACE), a fin de evaluar ese dato en los mercados de carbono y determinar el aporte económico que generaría para el país.

Arriaga, Pino.

Estimación del valor económico de la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fincas de cacao en la UNOCACE

## **Método**

El presente estudio se llevó a cabo en la Asociación “El Deseo”, de la UNOCACE; la cual está ubicada en el Km. 30 de la autopista Durán-Bolicho-Milagro, de la provincia del Guayas. El diseño de esta investigación es no experimental, pues, no se manipularon variables para producir resultados, más bien, la recolección de datos sobre los árboles de cacao se llevó a cabo gracias a una investigación de campo. Básicamente, se midió parámetros biométricos y, a partir de ellos, se logró determinar la biomasa total y carbono almacenado en el territorio.

## **Población y muestra**

Para conocer el total aproximado de árboles de cacao sembrados por la Asociación ‘El Deseo’, se llevó a cabo una entrevista directamente en las oficinas de UNOCACE. Según (Cabello, 2023), ‘El Deseo’ consta de 48 miembros, que suman un total de 118 ha. de cacao sembrado.

Para el desarrollo de las ecuaciones siguientes, que son las que ayudarán a calcular la captura de CO<sub>2</sub> que estas plantaciones hacen, se determinó un total de cinco (5) ejemplares seleccionados mediante un muestreo aleatorio simple.

## **Parámetros estudiados**

- Fijación de carbono en el suelo
- Carbono presente en la biomasa aérea
- Carbono presente en la biomasa muerta
- Flujo anual de carbono

## **Carbono almacenado en la biomasa**

### **Biomasa aérea**

Para hallar la biomasa total aérea se utilizó el siguiente método: la medición del diámetro del tallo; para el caso de estudio de este proyecto, la especie *Theobroma cacao* L., el diámetro

se midió a 30 cm del suelo. Una vez realizado esto, se calculó la biomasa aérea total utilizando la fórmula propuesta en la investigación de (Ramírez, Panduro, & Miranda, 2014):

$$\text{Biomasa aérea total para el cacao: } B = 10^{-1,625+2.63 \times \log(d_{30})}$$

Donde:

B = biomasa aérea total (kg árbol<sup>-1</sup>)

D<sub>30</sub> = diámetro a 30 cm del suelo

### **Biomasa muerta**

En el caso de la biomasa muerta, se empleó la metodología de ICRAF (2009), donde se usó un marco cuadrado de 0,25 m<sup>2</sup> (50 cm x 50 cm); el mismo proceso empleado por (Ramírez, Panduro, & Miranda, 2014).

El proceso se llevó a cabo recolectando todo el material dentro del marco; se tomó una submuestra de 200 g que se guardó en una bolsa de papel, y luego el material se transportó a un horno, donde se secó a 60 °C hasta alcanzar un peso constante.

Para hallar el valor de la materia seca se empleó la fórmula siguiente:

$$MS(bm) = \left( \frac{PS \text{ submuestra}}{PF \text{ submuestra}} \right) * PFT$$

Donde:

MS (bm) = Materia seca de la biomasa muerta (kg)

PS submuestra = Peso seco de la submuestra

PF submuestra = Peso fresco de la submuestra

PFT = Peso fresco total

### **Biomasa total**

Se calculó la biomasa total mediante la siguiente fórmula:

$$BS \text{ total} = BS \text{ aérea total} + MS \text{ muerta total}$$

Arriaga, Pino.

Estimación del valor económico de la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fincas de cacao en la UNOCACE

### **Cantidad de carbono en la biomasa**

Para calcular la cantidad de carbono almacenada en un ejemplar de *Theobroma cacao*, se hizo uso de una fórmula previamente empleada en trabajos investigativos, como es el caso de la investigación de (Ramírez, Panduro, & Miranda, 2014). La fórmula es la siguiente:

$$CT = Bt * Fc$$

Donde:

CT: Carbono total (medido en toneladas, t)

Bt: Biomasa total aérea

Fc: Fracción de carbono en biomasa (0,5)

Según (Quiceno, Tangarife, & Álvarez), se multiplica la biomasa total con el factor 0,5, pues, esto es el 50% de la biomasa vegetal.

### **Fijación anual de carbono**

Para el cálculo de la fijación anual de carbono, se procedió a dividir el carbono almacenado en la biomasa versus la edad de la plantación del cultivo de *Theobroma cacao* L. de la Asociación 'El Deseo'. La fórmula fue la siguiente:

$$FAC = \frac{CAB}{E}$$

Donde:

FAC = Fijación anual de carbono (ton C/ha/año)

CAB = Carbono almacenado en la biomasa (ton C/año)

E = Edad de la plantación (años)

### **Cálculo del dióxido de carbono capturado**

Al momento de estimar cuánto dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) captura un árbol de cacao, se empleó la siguiente fórmula, que fue usada también por otros autores como (Morales & Vásquez), (Sosa) y (Cabudivo):

$$CO_2 = FAC * 3,6663$$

En donde:

CO<sub>2</sub>: Carbono capturado en (ton C/ha/año)

FAC: Fijación anual de carbono (ton C/ha/año)

3,6663: factor de conversión a dióxido de carbono. Este valor es resultado de la división entre los pesos moleculares del carbono y dióxido de carbono:

Peso del CO<sub>2</sub>: 43, 999915

Peso atómico del carbono: 12,001115

$$\frac{43,999915}{12,001115} = 3,6663$$

### **Cálculo del valor económico del dióxido de carbono capturado**

Para calcular el valor económico del dióxido de carbono capturado por los árboles de cacao de la Asociación 'El Deseo', de la UNOCACE, se realizó una sencilla multiplicación entre la cantidad de CO<sub>2</sub> capturado y el precio del mercado elegido. La misma fórmula fue empleada por (Sosa) y (Hernández & Vargas).

$$V_e = CO_2 * Precio\ del\ mercado$$

Donde:

V<sub>e</sub>: valoración económica del carbono (en dólares americanos)

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono capturado (en toneladas, t)

### **Escenarios en que se obtendrían beneficios por carbono**

#### **Escenario 1: mercado de carbono voluntario**

Arriaga, Pino.

Estimación del valor económico de la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fincas de cacao en la UNOCACE

Para estimar el valor económico de la captura de carbono por las especies muestreadas, se utilizó, en primer lugar, un escenario de mercado voluntario de carbono. Aquí se determinó el valor monetario de los pagos de estas organizaciones voluntarias, en particular Carbonfund, ya que esta organización gestiona proyectos de protección del clima, compensación de carbono, reducción de GEI y reforestación, a individuos, empresas y organizaciones, con normas y directrices muy estrictas en este sector (Morales & Vásquez).

En la **Error! Reference source not found.** se detalla el precio por tonelada métrica de carbono que paga Carbonfund.

Tabla 1. Escenario 1: Mercado voluntario.

Entidad	País de origen	Precio de 1t de CO <sub>2</sub>
Carbonfund	East Aurora, Nueva York, Estados Unidos	10,00 USD

Fuente: Tomado de (Morales & Vásquez).

### Escenario 2: mercado de carbono regulado

Para el cálculo monetario del secuestro de carbono por parte de las especies estudiadas, se optó también por el segundo escenario, es decir, el mercado regulado o mercado de cumplimiento. Este tipo de mercado es el utilizado por las empresas o incluso el gobierno, que están obligados por ley a rendir cuentas sobre sus emisiones de GEI y que están normados por programas de disminución de emisiones de carbono. La **Error! Reference source not found.** muestra el valor monetario por el pago de entidades que pertenecen al mercado de cumplimiento (Morales & Vásquez).

Tabla 2. Escenario 2: Mercado regulado

Entidad	País de origen	Precio de 1t de CO <sub>2</sub>
SENDECO2	España	17,06 USD
California Air Resources Board	Estados Unidos	14,61 USD
Tanjiaoyi News	China	07,50 USD

Service		
European Energy Exchange	UE	17,30 USD
Korea Exchange	Corea del Sur	20,66 USD
OMF CommTrade	Nueva Zelanda	15,58 USD
Ontario Ministry of the Environment and Climate Change	Canadá	14,60 USD
RGGI, Inc. Schweizer Emissionshandelsregister	Suiza	08,25 USD

Fuente: Tomado de: (Morales & Vásquez)

## Resultados y discusión

### Diámetro de circunferencia (a 30 cm del suelo)

Se muestran los resultados de las mediciones realizadas a los ejemplares, en la **Error! Reference source not found.**, la cual detalla los valores de la circunferencia a 30 cm del suelo que fueron medidos en los árboles de cacao en la Asociación 'El Deseo'. Se puede apreciar entonces, que el promedio de los diámetros a 30 cm del suelo es de 21,28 cm aproximadamente.

Tabla 3. Resultados del diámetro a 30 cm del suelo de los árboles muestreados.

Ejemplar	Diámetro a 30 cm del suelo
1	22,12
2	19,86
3	20,52
4	24,72
5	19,19
<b>Promedio</b>	<b>21,28</b>

Fuente: Elaboración propia

### Valoración cuantitativa de las especies muestreadas

### Evaluación de la biomasa aérea

En la **Error! Reference source not found.** se muestra el valor de la biomasa acumulada en la parte aérea de los árboles de cacao de la Asociación 'El Deseo' de la UNOCACE.

Los resultados se calcularon a partir de la medida del diámetro (a 30 cm del suelo), luego estos valores se insertaron en la fórmula alométrica planteada por (Ramírez, Panduro, & Miranda, 2014), descrita en el capítulo anterior, para obtener con ella la cantidad de biomasa en kg/árbol, posteriormente este resultado se multiplicó por el número de árboles que conforman una hectárea de cacao (para el caso 1140) para obtener la cantidad de biomasa total en ton/ha.

**Tabla 1.** Biomasa aérea total de los árboles de cacao muestreados

Ejemplar	Diámetro de circunferencia (cm)	Biomasa aérea total (kg)	Biomasa aérea total (ton/ha)
1	22.12	81,6178	93,0443
2	19.86	61,4731	70,0794
3	20.52	66,9925	76,3715
4	24.72	109,3245	124,6299
5	19.19	56,1678	64,0313
<b>Promedio</b>	<b>21.28</b>	<b>75,1151</b>	<b>85,6313</b>

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el total aproximado de la biomasa aérea total de toda la población de estudio, se hizo una multiplicación entre el promedio de la biomasa aérea total por hectárea y el total de hectáreas que suman todos los socios de 'El Deseo'. El cálculo fue de la siguiente manera:

$$BAT \text{ 'El Deseo'} = 85,6313 \text{ ton/ha} * 118 \text{ ha}$$

$$BAT \text{ 'El Deseo'} = 10104,4934 \text{ ton}$$

Es así como se determinó que las plantaciones de cacao en la Asociación 'El Deseo' poseen una biomasa aérea total de aproximadamente 10104,49 toneladas.

### Evaluación de la biomasa muerta

**Tabla 1.** Cantidad de biomasa acumulada en la hojarasca



Variables de estudio				
Peso fresco total/0,25 m <sup>2</sup> (gr)	Peso fresco submuestra (gr)	Peso seco de la submuestra (gr)	BM kg/0,25 m <sup>2</sup>	BMT (Ton/Ha)
363,7	200	123,8	0,45	17,9
*BM = Biomasa muerta		*BMT = Biomasa muerta total		

Fuente: Elaboración propia

La Asociación 'El Deseo' acumula 17,9 toneladas de biomasa muerta por hectárea, como se puede observar en la Tabla 1. Este valor, multiplicado por el área total de estudio, 118 hectáreas, da por resultado 2112,2 toneladas, que es entonces, la cantidad de biomasa muerta total.

#### Estimación de carbono total almacenado en la biomasa

**Tabla 2.** Carbono almacenado en la biomasa y el flujo anual de carbono.

Datos promedio de la evaluación de las variables estudiadas				
BAT (ton/ha)	BMT (ton/ha)	BT = BAT + BMT (ton/ha)	CAB = BT*FC (ton C/año)	FAC = CAB/E (ton C/ha/año)
85,6313	17,9	103,5313	51,76565	2,875869444

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 2, la biomasa aérea total de los ejemplares muestreadas es de 85,6313 ton/ha, la biomasa muerta total es de 17,9 ton/ha, sumado estos valores se obtiene el total (BT) de 103,5313 ton/ha.

Luego de determinar esa cantidad de biomasa acumulada en la muestra se halló la reserva de carbono almacenado en la biomasa multiplicando la biomasa total acumulado por el factor de carbono (de 0,5) cuyo resultado fue de 51,77 ton C/año.

El flujo anual de carbono se calculó dividiendo la biomasa acumulada entre la edad de las plantaciones (18 años), expresando así la dinámica de la acumulación de carbono. Es necesario destacar que los mercados internacionales consideran estos flujos reales de

carbono almacenado cada año (expresado como CO<sub>2</sub>/ha/año), para otorgar los créditos por este servicio.

En esta investigación entonces, se determinó que la Asociación 'El Deseo' tiene en promedio una fluctuación de 2,87 ton C/ha/año. Multiplicando este valor por las 118 hectáreas que pertenecen a la Asociación, se obtuvo entonces que, ésta captura 339,35 toneladas de carbono al año aproximadamente.

### Estimación de dióxido de carbono capturado

Se llevó a cabo la siguiente operación matemática para estimar la cantidad de dióxido de carbono capturado: multiplicar el flujo de carbono por el factor de conversión a dióxido de carbono (3,667).

$$CO_2 = 2,87 \text{ ton C/ha/año} * 3,667$$

$$CO_2 = 10,5458 \text{ ton C/ha/año}$$

### Estimación del valor económico de la captura de CO<sub>2</sub>

#### Valor monetario del CO<sub>2</sub> en el mercado voluntario

**Tabla 3.** Estimación de los créditos de carbono en el mercado voluntario

Carbono almacenado en la biomasa	Flujo de carbono	Flujo*3,667	ton CO <sub>2</sub> * USD 10	Total por 118 ha de la Asociación 'El Deseo'
ton C/ha	ton C/ha	ton CO <sub>2</sub> equivalente (ton/ha/año)	Monto a recibir por año/ton/ha	USD
51,7657	2,8759	10,5458	105,4581	12444,28

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la

Tabla 3, las plantaciones de cacao en 'El Deseo' proyectan un ingreso anual aproximado de USD 105,46, por ton CO<sub>2</sub>/ha/año. El resultado se obtuvo mediante la multiplicación del flujo anual de CO<sub>2</sub> capturado por el precio por tonelada de CO<sub>2</sub> fijado por el mercado de carbono

Carbonfund (USD 10). Al multiplicar el ingreso proyectado por ton CO<sub>2</sub>/ha/año y el total de hectáreas de la Asociación se obtuvo el valor de USD 12.444,28 dólares americanos, que puede interpretarse como un beneficio adicional aproximado anual por la captura de CO<sub>2</sub> en las fincas de la Asociación 'El Deseo'.

#### Valor monetario del CO<sub>2</sub> en el mercado regulado

**Tabla 4.** Estimación de los créditos de carbono en el mercado regulado

Entidad	Precio de CO <sub>2</sub> (en US\$ al 2018)	ton CO <sub>2</sub> /ha/año capturado	Valor total recibir por año/ton/ha	Total por 118 ha de la Asociación 'El Deseo' (en US\$)
SENDECO <sub>2</sub>	17,06	10,5458	179,918	21229,5391
California Air Resources Board	14,61	10,5458	154,0741	18180,7483
Tanjiaoyi News Service	7,5	10,5458	79,0935	9333,033
European Energy Exchange	17,3	10,5458	182,4423	21528,1961
Korea Exchange	20,66	10,5458	217,8762	25709,3949
OMF CommTrade	15,58	10,5458	164,3035	19387,8206
Ontario Ministry of the Environment and Climate Change RGGI, Inc.	14,6	10,5458	153,9686	18168,3042
Schweizer Emissionshandelsregister	8,25	10,5458	87,0028	10266,3363

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 detalla los valores totales que se pueden conseguir en los distintos mercados de carbono de cumplimiento gracias a la captura de CO<sub>2</sub>. Se puede apreciar que el mejor escenario sería Korea Exchange, en donde se percibirían beneficios adicionales anuales de USD 21.528,20 aproximadamente. Así mismo, la proyección menos alentadora es con Tanjiaoyi News Service, con quien se estaría ganando aproximadamente USD 9333,03.

---

## Conclusiones

La Asociación 'El Deseo' presentó una acumulación de biomasa aérea equivalente a 85,63 ton/ha aproximadamente. Por lo tanto, las 118 hectáreas que conforman el terreno poseen una biomasa aérea total de aproximadamente 10104,49 toneladas.

El área estudiada presentó una biomasa muerta de 17,9 ton/ha aproximadamente, lo que equivale a 2112,2 toneladas de biomasa muerta entre todo el terreno de estudio.

La biomasa total presentada en Asociación 'El Deseo' es 103,53 ton/ha, dando un total de 12.216,69 toneladas aproximadamente, por todo el terreno.

La reserva de carbono almacenado en la biomasa es de 51,77 ton C/año.

El flujo de carbono de Asociación 'El Deseo' fue 2,87 ton C/ha/año. Por lo tanto, las 118 hectáreas 339,35 toneladas de carbono al año.

La propuesta de negociación con el mercado voluntario de carbono (Carbonfund) cumple, a simple vista, con las perspectivas de viabilidad, generando un ingreso anual aproximado de USD 105,46 dólares americanos, por ton CO<sub>2</sub>/ha/año, valor que, multiplicado por el total de hectáreas, sería unos USD 12.444,28.

Dentro del mercado de cumplimiento, la mejor alternativa sería Korea Exchange, de la cual podría obtenerse ingresos de hasta USD 25.708,66. Por otra parte, el escenario menos favorable sería con Tanjiaoyi News Service, de donde se obtendrían ingresos algo así de USD 9.332,62.

---

## Referencias bibliográficas

- Cabudivo, K. (s.f.). Secuestro de CO<sub>2</sub> y producción de oxígeno en árboles urbanos de la Av. Abelardo Quiñones - distrito San Juan Bautista, Loreto - Perú, 2016. *Tesis*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos.
1. Hernández, D., & Vargas, A. M. (s.f.). Aproximación a la valoración económica de la absorción de CO<sub>2</sub> y producción de O<sub>2</sub> en la Reserva Forestal protectora de los Ríos Blanco y Negro. *Trabajo de grado*. Universidad de La Salle, Bogotá.
  2. Morales, M. P., & Vásquez, M. P. (s.f.). Valoración económica de la captura de carbono en las especies *Podocarpus sprucei* y *Oreocallis grandiflora* en el Bosque Protector Aguarongo. (*Trabajo de titulación*). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
  3. Quiceno, N., Tangarife, G., & Álvarez, R. (s.f.). ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE BIOMASA, FIJACIÓN DE CARBONO Y SERVICIOS AMBIENTALES, EN UN ÁREA DE BOSQUE

PRIMARIO EN EL RESGUARDO INDÍGENA PIAPOCO CHIGÜIRO-CHÁTARE DE BARRANCOMINAS, DEPARTAMENTO DEL GUAINÍA (COLOMBIA). *Revista Luna Azul*. Universidad de Caldas, Manizales.

4. Ramírez, C., Panduro, G., & Miranda, E. (2014). Captura de carbono en un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* en el campus de la Universidad Nacional de Ucayali -Pucallpa-Perú. *Rev. Tzhoecoen*, 165-180.
5. Sosa, J. (s.f.). Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay, Loreto-Perú-2014. *Tesis*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos.

## Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico

### Disease detection in corn crops through images with artificial vision: a practical case



José Ruiz Tamayo<sup>1</sup>  
jose.rt@purisima.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0000-0002-4837-3696>  
Jazmín Trasviña Osorio<sup>2</sup>  
rosa.to@purisima.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0000-0003-0895-2009>  
Erick Rojas Mancera<sup>3</sup>  
erick.rm@purisima.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0000-0002-5965-9120>

Recibido: 7/10/2023; Aceptado: 12/12/2023

#### RESUMEN

En México y el mundo, el maíz es una de las plantas más susceptible a padecimientos graves que afectan su desarrollo y el rendimiento de la semilla. Factores como el cambio climático y la llegada poco común de insectos vectores en la actualidad han propiciado que los patógenos que afectan este tipo de cultivos se vuelvan más resistentes. Tener la certeza del tipo de enfermedad que afecta a las plantas es importante en la agricultura ya que genera una mejor toma de decisiones sobre la actuación previa a afectaciones graves. En la actualidad se estima que el 65% del sector agrícola no cuenta con tecnología aplicada a la sanidad vegetal. Se ha trabajado constantemente en el desarrollo de herramientas de visión artificial, procesamiento digital de imágenes y aprendizaje automático para realizar diagnósticos de enfermedades en cultivos. El presente estudio brinda una perspectiva reciente de los avances tecnológicos en la detección de enfermedades en cultivos, su eficiencia y la relación con la búsqueda de la construcción de un sector agrícola productivo y sustentable. Se muestra además un caso de aplicación de detección de enfermedades comunes en cultivos del centro de México, donde se logró un error de identificación mínimo

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, México

<sup>2</sup> Maestría en Ciencias y Tecnología en Ingeniería Industrial y Manufactura, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, México

<sup>3</sup> Doctorado en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, México

**Palabras clave:** maíz, enfermedades, redes convolucionantes, visión artificial, redes neuronales artificiales.

## ABSTRACT

In Mexico and the world, corn is one of the plants most susceptible to serious diseases that affect its development and seed yield. Factors such as climate change and the unusual arrival of insect vectors today have caused the pathogens that affect this type of crops to become more resistant. Being certain of the type of disease that affects plants is important in agriculture since it generates better decision-making about action prior to serious damage. Currently, it is estimated that 65% of the agricultural sector does not have technology applied to plant health. Constant work has been carried out on the development of artificial vision, digital image processing and machine learning tools to diagnose diseases in crops. The present study provides a recent perspective of technological advances in the detection of diseases in crops, their efficiency, and the relationship with the search for the construction of a productive and sustainable agricultural sector. A case of application of detection of common diseases in crops in central Mexico is also shown, where a minimum identification error was achieved.

**Keywords:** Corn, diseases, convolutional networks, computer vision, artificial neural networks.

---

## Introducción

El maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*) es la segunda especie más cultivada en el mundo y, junto con el arroz y el trigo, es uno de los tres principales cultivos de cereales. Para un tercio de la población mundial, en el África subsahariana, el sudeste asiático y América Latina, el maíz es el cultivo básico (Tanumihardjo, et al., 2020).

La producción de este grano es importante culturalmente y por tradición en gran parte de Latinoamérica y su demanda tiene una tendencia creciente. Esta alta demanda trae consigo grandes retos para el sector productivo y su cadena suministro.

Dentro de estos sectores estratégicos México tiene un papel de importador y exportador de este tipo de grano. Considerando la última actualización de 2021 realizada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural, en México se produjeron 27 millones de toneladas de maíz, ocupando el séptimo puesto a nivel mundial. En el año 2022 generó exportaciones de US\$8.58 mil millones en ventas internacionales y compró un estimado de US\$437 mil

millones de compras a diversos países, siendo Estados Unidos el mayor proveedor de este grano seguido por Brasil (Gobierno de México, 2023).

Para la Organización de las Naciones Unidas en su reporte sobre el panorama regional de seguridad alimentaria y nutricional América Latina y en el Caribe 2022 resalta que la inseguridad alimentaria es incidente en el 40% de esta población, sugiriendo que esta directriz puede explicarse, en parte, por el hecho de que esta región es la que presenta un mayor índice de desigualdad en el mundo y la que recibió un mayor impacto en diversos sectores derivado de la pandemia de COVID-19.

La necesidad de un campo sustentable, con mejores prácticas productivas es latente en la en los territorios de América Latina donde la inseguridad alimentaria es mayor. Alrededor de un 40.6% de la población de la zona enfrentó en 2021 inseguridad alimentaria moderada o grave, comparado con el promedio mundial de 29.3% (FAO, FIDA, OPS, PMA, UNICEF, 2023).

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2019) el cual sigue los propósitos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible marcados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) promueve la autosuficiencia en maíz y frijol durante la gestión de la administración actual en México.

Nuevas tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA) aplicadas en los sectores agrícolas ofrecen posibilidad de ser una herramienta dinámica en el proceso de implementación de mejores prácticas agrícolas. Desde evitar no solo gran parte del trabajo físico de la producción agrícola, sino también el trabajo intelectual necesario para recopilar, analizar información por medio de datos y tomar decisiones. Por lo tanto, puede ayudar a poner en práctica la agricultura de precisión, ya que mejoran la puntualidad de las actividades y permiten aplicar los insumos de manera más precisa y eficiente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2022).

El propósito de generar nuevas aplicaciones tecnológicas como la IA se busca implementar sistemas automatizados que permitan la interacción con la fuente del problema y la generación de escenarios de diagnóstico. Estas herramientas aplicadas en el sector agrícola generan una toma de decisiones sobre el diagnóstico de manera rápida y con una tasa de error mínima. Si los sistemas de diagnóstico son eficientes podrán entonces producir beneficios que ayuden en la sustentabilidad ambiental.



Para generar entornos de diagnóstico con IA se ha generado investigación continuamente como lo expuesto por (Venkataraju, et al., 2023) quienes plantean el estudio de las investigaciones existentes con uso de modelos de aprendizaje automático para identificar tipos de maleza en los cultivos. Los autores buscaron aquellas aplicaciones que realizan una correcta clasificación e intervención de crecimientos de hierba invasora.

Los autores encontraron 35 artículos de investigación 8 de los cuales tratan sobre el uso de Support Vector Machine, 10 usan redes neuronales y 17 usan técnicas misceláneas. El autor explora los problemas de investigación, el tipo de datos, su preprocesamiento y la exactitud de identificación. Otros ejemplos de uso de tecnología de IA para la detección de maleza han sido reportados por Wang, Zhang, & Wei, (2019), Espejo-Garcia, et al., (2020) y Gothai, et al., (2020)

El enfoque de uso de herramientas de IA para la predicción de rendimiento ha sido usado por diversos autores. Kim, et al., (2020), describen un modelo optimizado de predicción de rendimiento de maíz en condiciones climáticas extremas. Su implementación considera imágenes satelitales, obteniendo que, de los seis modelos diferentes de IA usados, la red neuronal de aprendizaje profundo obtiene mejores resultados.

En su investigación sobre el rendimiento de maíz híbrido Sarijaloo, et al., (2021), prueban diferentes modelos de aprendizaje siendo el XGBoost el que reduce el error cuadrático medio identificando mejor el rendimiento del maíz. El estudio comparativo de modelos de IA para estimar el rendimiento también se ha presentado por Shahhosseini, et al., (2020), Shahhosseini (2021) y Freire de Oliveira, et al., (2022),

Bajo el enfoque de detección de plagas y enfermedades presentadas en las plantas del maíz se han presentado diversas estrategias usando las nuevas herramientas de aprendizaje automático de la IA. Waheed, et al., (2020), desarrollan la implementación de detección de enfermedades usando la arquitectura de Red Convolutiva DenseNet, EfficientNet, VGG19net, NASNet y XceptionNet, siendo DenseNet la que logra una precisión de 98.06% para la detección cultivo sano, manchas por *Cercospora*, roya común y tizón foliar.

La investigación propuesta por Yu, et al., (2021), proponen un método basado en k-medias y un modelo de aprendizaje profundo mejorado para tres de las principales enfermedades

Ruiz, Trasviña, Rojas.

Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico

(mancha gris, mancha foliar y roya) usando bases de datos logrando una eficiencia de 93% en el reconocimiento.

Fraiwan, Faouri, & Khasawneh, (2022) presentan el uso de Redes Neuronales Convolucionales para la detección de manchas ocasionadas por *Cercospora*, roya común y tizón foliar del norte logrando buenas logrando una precisión del 98% en la detección. Otras investigaciones que proponen el uso de redes convolucionales como herramienta para detección de padecimientos son los presentados por Mishra, Sachan, & Rajpal, (2020) aplicación en tiempo real de detección en cultivos en la India. Zeng, et al., (2022) realizan su trabajo clasificando enfermedades en maíz con la red SKPSNet-50 y (Yin, et al., 2022) creando la red DISE-Net con menor error que las otras redes convolucionales evaluadas.

Esta marcada tendencia de mejorar las decisiones y optimizar los rendimientos de diversos productos se repite de manera constante en todo el mundo. En este punto radica la necesidad de realizar un estudio focalizado en la región del centro de México con investigaciones que generen propuesta de implementación de técnicas de IA

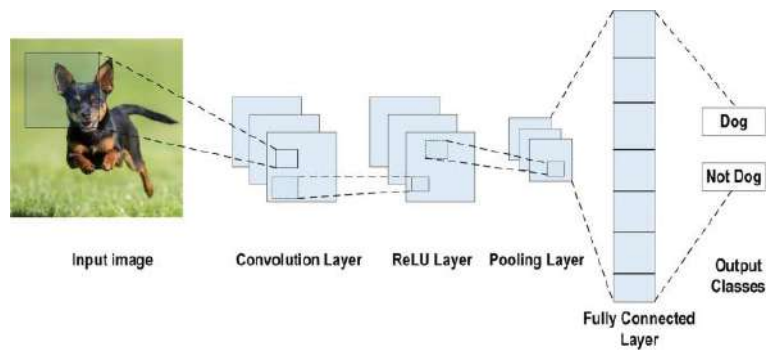
### **Redes Convolucionales: principios de funcionamiento**

La red neuronal convolucional es un tipo especial de red neuronal multicapa o arquitectura de aprendizaje profundo inspirada en el sistema visual de los seres vivos. La red es muy adecuada para diferentes campos de la visión por computadora y el procesamiento del lenguaje natural (Ghosh, Sultana, & Chakrabarti, 2020).

Una red neuronal convolucional generalmente consta de una o más capas convolucionales y capas completamente conectadas e incluye ReLU y capas de agrupación (Yamashita, Nishio, Do, & Togashi, 2018). Las neuronas de la capa convolucional están dispuestas en una matriz para formar un mapa de características multicanal. Una neurona en cada canal está conectada solo a una parte del mapa de características antes de esa capa (Liu & Wang, 2021).

La salida de la neurona se obtiene convolucionándola con un núcleo de convolución y luego usando una función de activación. Las neuronas ubicadas en el mismo mapa de características del canal de la misma capa convolucional se obtienen aplicando el mismo núcleo convolucional al mapa de características anterior de la capa. Guiada por características locales en mapas de características superiores, la capa convolucional busca

vínculos entre ellas, mientras que las capas de agrupación combinan datos con la misma semántica (Alzubaidi, et al., 2021). Un ejemplo de una red convolucionante se muestra en la figura 1 a continuación.

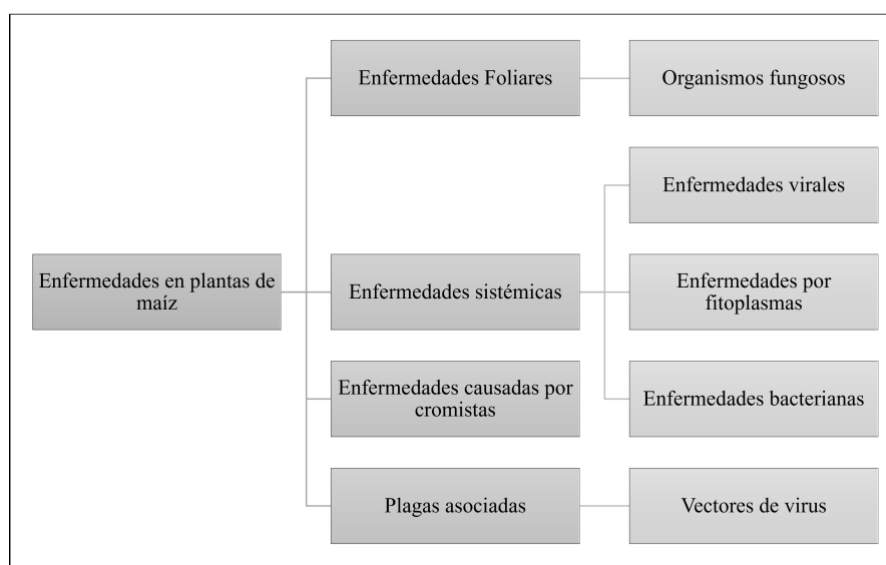


**Figura 1:** Ejemplo de arquitectura de Red Neuronal Convolucional para la clasificación de imágenes  
Fuente: Alzubaidi, et al., 2021

### Enfermedades presentantes en hojas de maíz

El maíz, al ser una fuente de alimentos primordial en los pueblos de América Latina, deber ser cuidado de enfermedades originadas por hongos, bacterias, virus y parásitos. Regularmente el diagnóstico visual es la forma común de identificar que la planta presenta un padecimiento. Esta detección suele basarse en cambios de color, existencia de manchas, zonas podridas o secas en las hojas (Kusumo, Heryana, Mahendra, & Pardede, 2018), (Manavalan, 2020).

Considerando investigaciones y reportes presentados por investigadores como son el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (2004), Varón de Agudelo & Sarria Villa ,en 2007, y Varón de Arguello, et al., en 2022, se ha generalizado una clasificación unificada de criterios para la categorización de enfermedades según el tipo de organismo que genera el daño cuyo resultado se muestra en la figura 2.



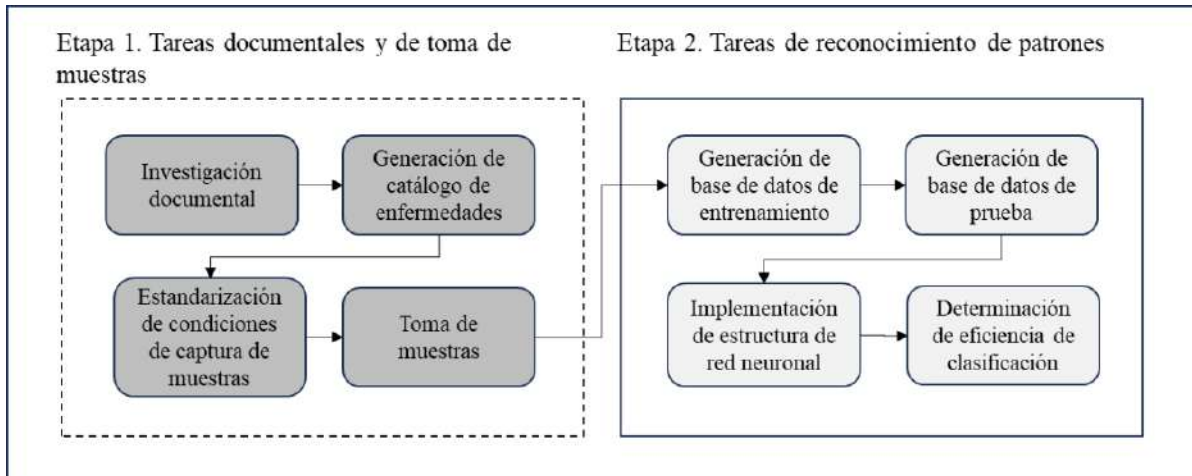
**Figura 2:** Clasificación de enfermedades de maíz y origen  
Fuente: Elaboración propia

La categorización presentada considera únicamente infecciones que se presentan o manifiestan de manera directa o indirecta en el follaje de las plantas de maíz. Para el presente estudio se consideran las enfermedades foliares para la identificación con el uso de una Red Neuronal Convolutiva. Se descarta el diagnóstico para tallos, mazorca y espiga para unificar el criterio de identificación con la red y no generarle ruido.

### **Metodología para reconocimiento de patrones con Red Convolutiva**

La investigación realizada parte de la aplicación de Redes Neuronales Convolutivas, en específico la arquitectura prediseñada GoogLeNet, modelo de red diseñada para la clasificación de imágenes. Para realizarla se consideró la siguiente estructura metodológica que permitió evaluar e identificar las enfermedades presentadas en el campo del centro de México.

La figura 3 muestra esquemáticamente el desarrollo de las etapas de la metodología seguida para el desarrollo de la investigación de enfermedades en las hojas de plantas de maíz. LA metodología se divide en dos etapas principales; la etapa de tareas documentales y toma de muestras y tareas de reconocimiento de patrones.



**Figura 3:** Etapas de la metodología para la identificación de enfermedades en maíz  
Fuente: Elaboración propia

### **Etapa 1. Tareas documentales y de toma de muestras**

- **Investigación documental**  
Se recuperan información sobre los tipos de enfermedades de plantas de maíz que se presentan en diversos estudios y reportes técnico.
- **Generación de catálogo de enfermedades**  
Derivado de la investigación es deseable generar un catálogo de enfermedades comunes en la zona de estudio.
- **Estandarización de condiciones de captura de muestra**  
Estandarizar las condiciones de toma de fotografías a los ejemplares para ser consideradas objeto de estudio con la técnica de Redes Neuronales Convolucionales
- **Toma de muestras**  
Proceder a la toma de muestras en campos de cultivo de maíz la inicial es la zona centro de México

### **Etapa 2. Tareas de reconocimiento de patrones**

- **Generar de base de datos de entrenamiento y generar de datos de prueba**

Conformación de la base de datos definiendo el tipo de formato de la imagen, normalización, cantidad.

- Implementar de red neuronal
- Generar el entrenamiento
  - Determinar los parámetros de operación de la red neuronal
- Determinar de eficiencia de la red
  - Verificar la correcta clasificación de enfermedades de maíz cuando la base de datos se somete a la prueba

## Resultados y discusión

### Resultados de Etapa 1. Tareas documentales y toma de muestras

#### Investigación y categorización de enfermedades foliares

El estudio se realizó en la zona centro de México, específicamente en la zona conocida como “Bajío” que durante siglos ha sido propicia para la producción agrícola. Este trabajo parte de la necesidad regional de diagnóstico de enfermedades por medio de IA en la región. Para esta primera etapa se logró definir el catálogo de enfermedades del maíz. En la Tabla 1 se muestran las enfermedades que se encuentran estacionadas en la región.

**Tabla 1.** Enfermedades con incidencia en zona Bajío y género científico

ENFERMEDADES CON INCIDENCIA EN MÉXICO Y ZONA BAJÍO	
<b>Causadas por hongos</b>	
Manchas foliares o tizón*	<i>Helmintosporium maydis</i> y <i>Cercospora</i>
Roya de maíz*	<i>Pukana sorghi</i> , <i>P polyspora</i> , <i>physopella zae</i>
Mancha Café (peca)	<i>Physoderma maydis</i>
Mildius velloso (cenicillas)	<i>Peronoclespora</i> , <i>Selerospora</i>
Borde Blanco, tizón	Variades de <i>Marasmiellus</i>
<b>Causadas por plaga</b>	
Gusano soldado*	<i>Spodoptera exigua</i> en follaje
Picudos*	<i>Geraeus senilis</i> , <i>Nicentrites testaceipes</i>
Araña roja*	<i>Olygonychus mexicanus</i> , <i>Tetranychus sp</i>
<b>Causadas por bacterias</b>	
Marchitez de Stewar	<i>Erwinia stewartii</i>

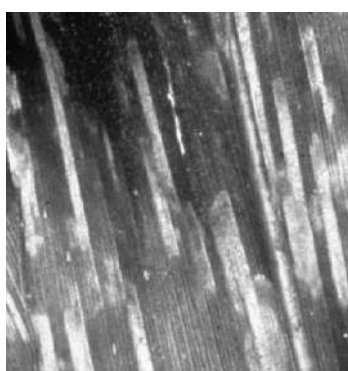
Rayado Foliar Bacteriano	Variedades de <i>Pseudomonas</i> y <i>Rubrilineans</i>
<b>Causadas por virus</b>	
Moteado Clorótico del maíz	<i>Maize chlorotic mottle virus (MCMV)</i>
Virus rayado fino del maíz	<i>Maize rayado fino virus (MRFV)</i>
Virus del rayado del maíz*	<i>Maize streak virus (MVS)</i>

Fuente: elaboración propia

Para el presente estudio se determinó la selección de cuatro tipos de enfermedades a examinar; Roya de maíz, Manchas foliares o tizón, plagas y Virus del rayado del maíz. La elección de estos padecimientos se basó considerando dos criterios fundamentales. El primero se fundamentó en el factor endémico de la enfermedad, en otras palabras, considerando que cada año se presentan estas enfermedades de las hojas de maíz. El siguiente criterio fue la disponibilidad para la recuperación de muestras debido a los ciclos de siembra y cosecha.

### **Mancha foliar (*Cercospora*)**

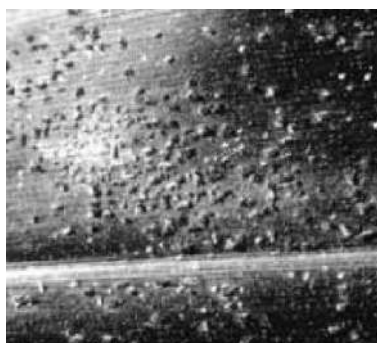
También se conoce como mancha gris de la hoja. Aparece en zonas con humedad y templadas. Las lesiones se manifiestan con afectaciones necróticas regulares y alargadas color café grisáceo. La afectación directa en la planta es la baja de rendimiento de grano (ver figura 4).



**Figura 4: Manchas foliares por *Cercospora***  
Fuente: CIMMYT (2004)

### Roya de maíz

Afectación que se presenta regularmente en climas templados o tropicales. Es frecuente que se presente antes de la floración. Se presenta como pústulas pequeñas y polvosas. Comienzan con una coloración café, pero conforme avanza la infección y la epidermis rompe, su coloración puede cambiar a negra (ver figura 5).



**Figura 5:** Afectación presentada por roya de maíz  
Fuente: CIMMYT (2004)

### Plagas

La presencia de plagas en la toma de muestra permitió identificar tres insectos que son considerados plaga en el cultivo de maíz y, en caso de no tomar medidas de saneamiento, tienen repercusiones en las hojas del maíz y en el rendimiento del grano (ver figura 6).

El gusano soldado: la larva pasa por cinco instares, pero en el cuarto instar se come hasta el 80% de todo el follaje que consumirá al terminar el ciclo de maduración. La hembra llega a colocar hasta 2,000 huevos, lo que sugiere una alta tasa de reproducción.

Picudos: tiene como característica que no rompe la hoja del maíz, solo come una milimétrica parte superficial dejando una marca “blanca” sobre la hoja. Cuando existen muchos insectos en el cultivo, las líneas son trazadas una y otra vez, por lo que el aspecto visual es el de una mancha blanca. Su incidencia aumenta en la época de temporal.

Araña roja: es una plaga que en los cultivos presenta una estacionalidad de siete generaciones. Su ciclo de reproducción es constante con hasta 19 huevos por día. El daño con mayor impacto es cuando en fase de ácaros dañan las hojas superiores y la mazorca, manifestación que tiene mucha similitud al que presenta la planta cuando se presenta estrés por sequía, incluso llegando a ser confundidas estas afectaciones.



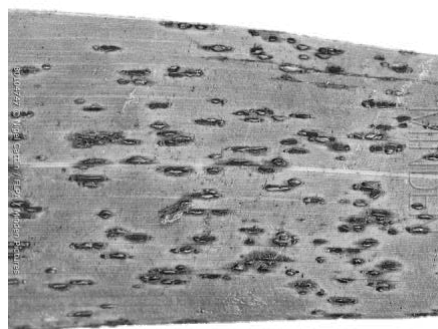


**Figura 6:** Plagas a) Gusano soldado b) picudos, c) araña roja  
Fuente: CASAVEG (2020), Pioneer (2022)

### El virus rayado del maíz

Es un virus que se transmite por medio de insectos vectores como las chicharritas del género *Cicadulina spp.* Entre ellas, *C. mbila (Naudé)* es la especie más importante, ya que, al alimentarse en una planta infectada, el insecto se convierte en portador y propaga la infección. Los primeros síntomas de la enfermedad, que consisten en manchas muy pequeñas, redondas y aisladas en las hojas más nuevas, se manifiestan siete días después del contagio.

El número de manchas aumenta a medida que la planta crece. Las hojas desarrolladas muestran una clorosis con rayas discontinuas amarillas a lo largo de las nervaduras, que contrastan con el color verde oscuro del follaje normal. Si la infección es demasiado grave la planta deja de crecer (ver figura 7).



**Figura 7:** Afectación por virus rayado del maíz  
Fuente: Licencia libre

### Estandarización de captura y muestreo

Ruiz, Trasviña, Rojas.

Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico

Para la toma de muestras solo se consideraron tres factores importantes:

- La resolución de la imagen no debe ser menor a 8 megapíxeles ni mayor a 16 megapíxeles.
- El formato de archivo de las imágenes debió ser en JPG
- La toma debió ser en exterior con luz natural solar, evitando el uso de luz adicional (evitando el uso de flash), y con posiciones de captura de imagen que evitaran el reflejo de la propia luz natural.

## **Resultados de Etapa 2. Tareas de identificación de patrones**

### Generación de bases de datos para entrenamiento, validación y prueba.

Esta investigación usó el software MatLab 2022b el módulo de diseño de redes “Deep Network Desing”.

Para generar la identificación usando una Red Neuronal Convolutiva se contó con una base de datos inicial. Cada una de las enfermedades se convirtió en niveles de clase para la red. Para el proceso de entrenamiento la red neuronal no requirió tratamientos previos de la imagen ya que el trabajo de estandarización se programa al diseñar la red. Las de cuatro tipos de enfermedades examinadas fueron; Roya de maíz, Manchas foliares o tizón, plagas y Virus del rayado del maíz. Las bases de datos para cada proceso de la red se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de datos para el funcionamiento de la Red Convolutiva

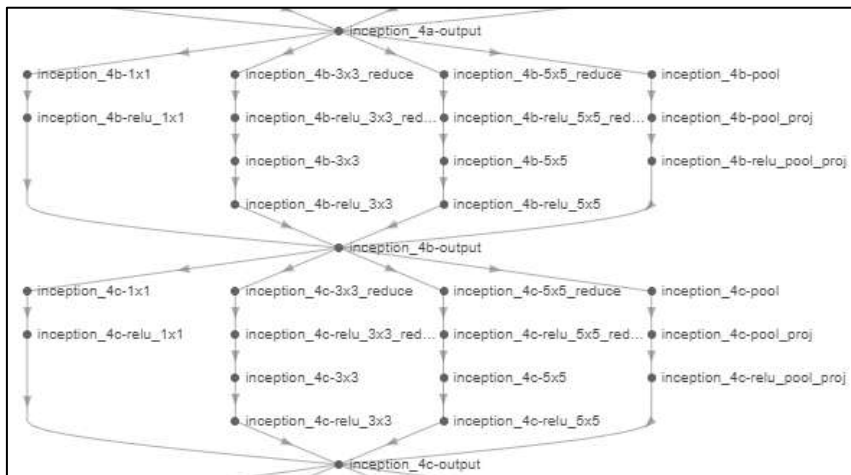
Cantidad de datos	Datos de entrenamiento	Porcentaje destinado a validación	Datos de prueba
400 imágenes iniciales	280 (70% de los datos iniciales)	120 datos (30% de los datos iniciales)	40 nuevos datos

Fuente: Elaboración propia

### Estructura de la red neuronal y parámetros de operación

La red queda definida para el procesamiento de imágenes con una tarea de clasificación. La red compleja queda definida con un total de 144 capas y 170 conexiones.

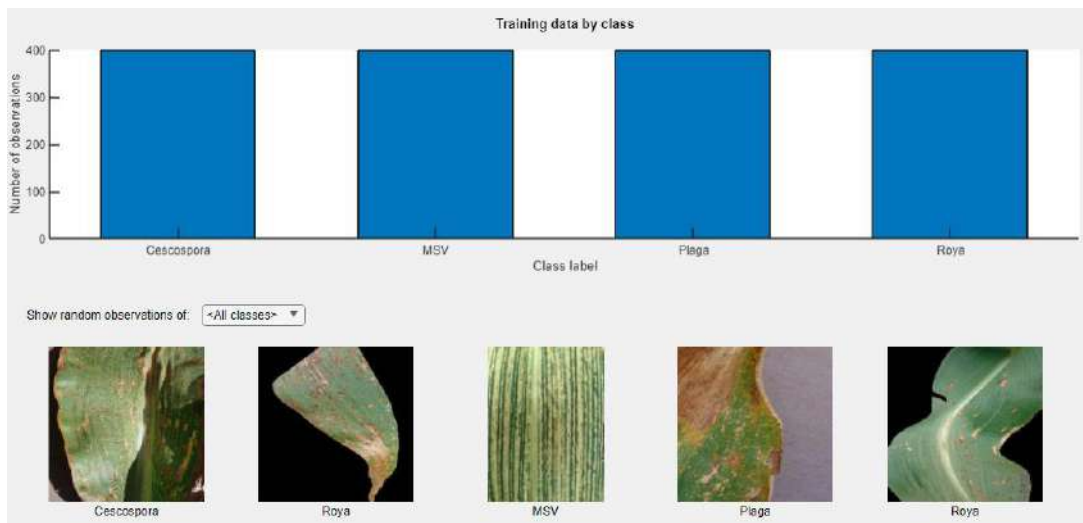
La red estuvo compuesta por 11 unidades de procesamiento de entrada. Las capas de convolución contaron además de elementos adicionales como son las funciones de activación. Cada capa de la red consideró con unidades de procesamiento lineal cuya entrada va a influir en la capa de salida. Un ejemplo de una sección capas de procesamiento de la Red Convolutiva se muestra en la figura 8.



**Figura 8:** Capas de la Red Neuronal Convolutiva  
Fuente: Elaboración propia

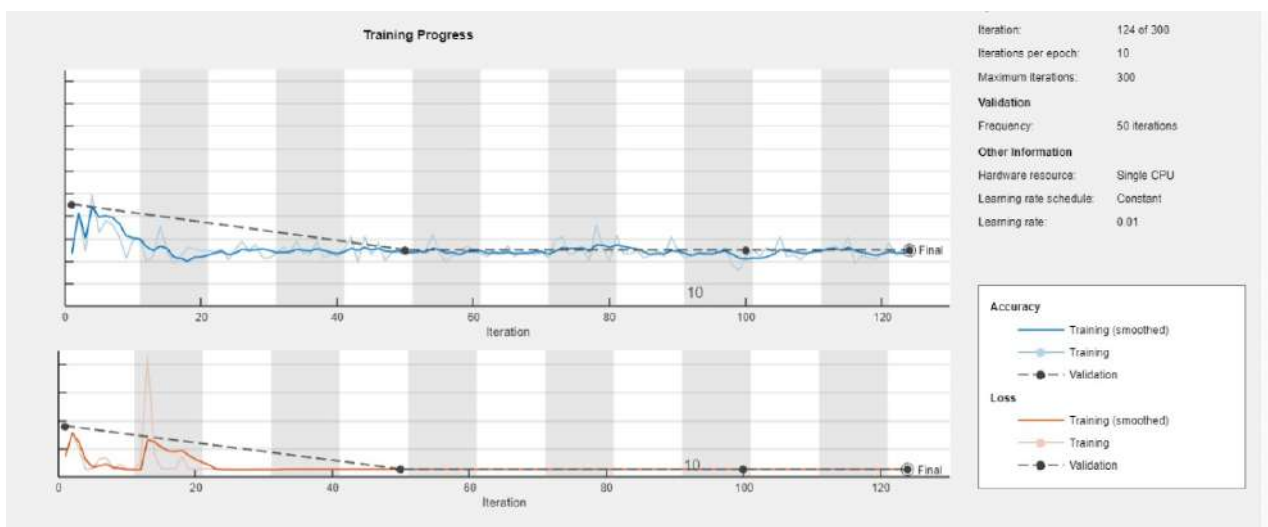
### Carga de bases de datos para alimentar a la red

Los datos se nombraron y almacenaron en carpetas identificables de acuerdo con la enfermedad que se trataba. Primero se creo la red y valido que no existieran errores o alertas en su estructura que comprometieran los procesos posteriores de procesamiento. La figura 9 muestra como la red logra leer los folders con cada clase de enfermedad.



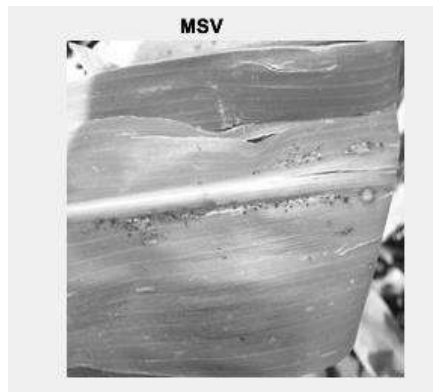
**Figura 9:** Identificación de categorías en la red neuronal  
Fuente: MaLlab 2022b

El entrenamiento y validación de los datos se realizó en un total de 50 iteraciones en aproximadamente 10 épocas (ver figura 10). Conforme la red avanza en su entrenamiento el error de identificación de patrones de imágenes se hace más fuerte. Al finaliza el desempeño de red para al lograr la validación fue de 85.32%, esto asegura que cuando nuevas imágenes de enfermedades en hojas de maíz tendrá dicho porcentaje de asertividad.



**Figura 10:** Identificación de categorías en la red neuronal  
Fuente: MatLab 2022b

En la figura 11 se muestra un ejemplo de una correcta identificación de enfermedad causada por el virus del rayado del maíz (*Maíz streak virus, MSV*).



**Figura 11:** Correcta identificación del virus de rayado del maíz  
Fuente: MatLab 2022b

---

## Conclusiones

El uso de nuevas tecnologías como la IA, son fundamentales para potencializar las decisiones que se toman en el sector agrícola. La implementación de Redes Neuronales Convolucionales resulta una estrategia viable para identificar enfermedades foliares en el maíz.

Esta red representa una opción factible que permite tomar decisiones sobre el tratamiento más adecuado a realizar en las siembras que se ven afectadas. Si bien las enfermedades que afectan las hojas de maíz parecieran no estar relacionadas con el fruto, cuando éstas se presentan merman la calidad, cantidad del grano y la integridad de la mazorca de maíz. Es por esto por lo que esta red, como herramienta de detección temprana, busca que las decisiones que se tomen impacten en la reducción de pérdidas y maximicen la eficiencia global de la zona de cultivo.

El uso de Redes Neuronales Convolucionales y de las tecnologías de IA disponibles en el sector agrícola pueden significar un avance en la mejora de las condiciones para que el campo brinde más alimentos a la población y sea sustentable en beneficio de la sociedad.

A partir del funcionamiento reportando en este trabajo se plantea como trabajo futuro mejorar las condiciones de operación de la red con la finalidad de que la efectividad de detección sea más robusta.

---

## Referencias bibliográficas

- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., . . . Farhan, L. (2021). Review of deep learning: Concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *J. Big Data*, 8(53). doi:<https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. Ciudad de México: CIMMYT.
- Espejo-García, B., Mylonas, N., Athanasakos, L., Spyros Fountas, S., & Vasilakoglou, I. (2020). Towards weeds identification assistance through transfer learning. *Comput. Electron.*, 171, 105306. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105306>
- FAO, FIDA, OPS, PMA, UNICEF. (2023). *Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional - América Latina y el Caribe 2022: hacia una mejor asequibilidad de las dietas saludables*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Fraïwan, M., Faouri, E., & Khasawneh, N. (2022). Classification of Corn Diseases from Leaf Images Using Deep Transfer Learning. *Plants*, 11(20), 2668. doi:<https://doi.org/10.3390/plants11202668>
- Freire de Oliveira, M., Valezka Ortiz, B., Trimer Morata, G., Jiménez, A. F., de Souza Rolim, G., & Pereira da Silva, R. (2022). Training Machine Learning Algorithms Using Remote Sensing and Topographic Indices for Corn Yield Prediction. *Remote Sensing*, 14(23), 1-24. doi:<https://doi.org/10.3390/rs14236171>
- Ghosh, A., Sultana, F., & Chakrabarti, A. (2020). Fundamental Concepts of Convolutional Neural Network. En V. Balas, R. Kumar, & R. Srivastava, *Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things. Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 172, págs. 519-567). Springer, Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_36)
- Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Gobierno de México.
- Gobierno de México. (15 de 08 de 2023). *Gobierno de México*. Obtenido de Data México: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/corn?internationalSalesStartYearSelector2=2021>
- Gothai, E., Natesan, P., Aishwariya, S., Aarthy, T. B., & Brijpal Singh, G. (2020). 2020 Fourth International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC). *Weed Identification using Convolutional Neural Network and Convolutional Neural Network Architectures* (pp. 958-965). Erode, India. doi:10.1109/ICCMC48092.2020.ICCMC-000178.
- Kim, N., Na, S.-I., Park, C.-W., Huh, M., Oh, J., Ha, K.-J., . . . Lee, Y.-W. (2020). An Artificial Intelligence Approach to Prediction of Corn Yields under Extreme Weather Conditions Using Satellite and Meteorological Data. *Applied Sciences*, 10((11)), 37585. doi:<https://doi.org/10.3390/app10113785>
- Kusumo, B. S., Heryana, A., Mahendra, O., & Pardede, H. F. (2018). Machine Learning-based for Automatic Detection of Corn-Plant Diseases Using Image Processing. *2018 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)*, 93-97. doi:10.1109/IC3INA.2018.8629507.
- Liu, J., & Wang, X. (2021). Plant diseases and pests detection based on deep learning: A review. *Plant Methods*, 17(22). doi: <https://doi.org/10.1186/s13007-021-00722-9>

- Manavalan, R. (2020). Automatic identification of diseases in grains crops through computational approaches: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105802. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105802>
- Mishra , S., Sachan, R., & Rajpal, D. (2020). Deep Convolutional Neural Network based Detection System for Real-time Corn Plant Disease Recognition. *Procedia Computer Science*, 167, 2003-2010. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.236>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2022. Aprovechar la automatización de la agricultura para*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Sarijaloo, F. B., Porta, M., Taslimi, B., & Pardalos, P. M. (2021). Yield performance estimation of corn hybrids using machine learning algorithms. , *Artificial Intelligence in Agriculture*, 5, 82-89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aiia.2021.05.001>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (10 de 03 de 2023). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Maíz, Cultivo de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico#:~:text=Cultivo%20de%20ma%C3%ADz%20en%20M%C3%A9xico,los%2032%20estados%20del%20pa%C3%ADs>.
- Shahhosseini, M., Hu, G., & Archontoulis, S. V. (2020). Forecasting Corn Yield With Machine Learning Ensembles. *Frontiers in Plant Science: Methods*, 11, 1-16. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01120>
- Tanumihardjo, S. A., McCulley, L., Roh, H., López-Ridaura, S., Palacios-Rojas, N., & Gunaratna, N. S. (2020). Maize agro-food systems to ensure food and nutrition security in reference to the Sustainable Development Goals. *Global Food Security*, 25.
- Varón de Agudelo, F., & Sarria Villa , G. A. (2007). *Enfermedades del maíz y su manejo*. Palmira: Instituto Colombiano Agropecuario.
- Varón de Arguello, F., Rodríguez Chalarca, J., Villalobos Saa, J. C., & Parody Restrepo , J. (2022). *Manual de enfermedades y plagas del maíz*. Ciudad de México: Advanta Seed.
- Venkataraju, A., Arumugam, D., Stepan, C., Kiran, R., & Peters, T. (2023). A review of machine learning techniques for identifying weeds in corn. *Smart Agricultural Technology*.
- Waheed, A., Goyal, M., Gupta, D., Khanna, A., Hassanien, A. E., & Pandey, H. M. (2020). An optimized dense convolutional neural network model for disease recognition and classification in corn leaf. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105456. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105456>.
- Wang, A., Zhang, W., & Wei, X. (2019). A review on weed detection using ground based machine vision and image processing techniques. *Comput. Electron. Agric*, 226-240. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.02.005>
- Yamashita, R., Nishio, M., Do, R., & Togashi, K. (2018). Convolutional neural networks: An overview and application in radiology. *Insights Imaging*, 9, 611-629. doi:<https://doi.org/10.1007/s11063-020-10244-5>
- Yin, C., Zeng, T., Zhang , H., Fu, W., Wang, L., & Yao, S. (2022). Maize Small Leaf Spot Classification Based on Improved Deep Convolutional Neural Networks with a Multi-Scale Attention Mechanism. *Agronomy*, 14(2). doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy12040906>

- Yu, H., Liu, J., Chen, C., Heidari, A. A., & Zhang, Q. (2021). Corn Leaf Diseases Diagnosis Based on K-Means Clustering and Deep Learning. *IEEE Access*, 9, 143824-143835. doi:10.1109/ACCESS.2021.3120379
- Zeng, W., Li, H., Hu, G., & Liang, D. (2022). Identification of maize leaf diseases by using the SKPSNet-50 convolutional neural network model. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 35, 100695. doi:https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100695



## Evaluación de materiales oxídicos para la remoción de iones hierro y cobre en aguas naturales

## Evaluation of oxide materials for the removal of iron and copper ions in natural waters



José G. Prato<sup>1</sup>

jose.prato@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8381-404X>

Luis Sagnay Yasaca<sup>2</sup>

sagnayyasaca@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5711-7870>

Fernando Millán<sup>3</sup>

millanacademico@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6829-6168>

Carla Silva Padilla<sup>4</sup>

carla.silva@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2105-7263>

Recibido: 11/10/2023; Aceptado: 13/12/2023

### RESUMEN

La presencia natural de hierro y cobre en el agua es esencial para procesos ambientales, pero su explotación minera excesiva causa concentraciones elevadas, amenazando los ecosistemas debido a su capacidad de bioacumulación. El presente estudio se enfocó en evaluar la eficacia de sustratos adsorbentes elaborados a partir de materiales oxídicos de carga variable (SA, SCR, RV), para la remoción de hierro y cobre de soluciones acuosas. Los lechos fueron evaluados de forma natural y desprotonados mediante la activación con NaOH. Además, se examinó el equilibrio del proceso de adsorción de estos metales. Los resultados revelaron que el material natural SCR exhibe una destacada capacidad para retener tanto hierro (2.65 mg/100g) como cobre (17.89 mg/100g). Tras el tratamiento alcalino, se observó un aumento significativo en la capacidad de adsorción de los materiales, atribuida a la presencia de sesquióxidos en su estructura, siendo los materiales SCR (46.88 mg/100g, para hierro) y SA (38.24 mg/100g, para cobre) los más eficaces. Este aumento evidencia la

<sup>1</sup> PhD Contaminación Ambiental, Universidad Nacional Chimborazo, Ecuador

<sup>2</sup> Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Chimborazo, Ecuador

<sup>3</sup> PhD Química Aplicada, Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Venezuela

<sup>4</sup> Master Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos, Universidad Nacional Chimborazo, Ecuador

versatilidad de estos sustratos de carga variable, en la remoción de iones metálicos. Los modelos de equilibrio sugieren que la adsorción es principalmente química y ocurre en una monocapa homogénea en la superficie del material. Esta investigación muestra que los materiales oxídicos naturales y activados son eficientes en la remoción de hierro y cobre, lo que es crucial para el tratamiento de aguas contaminadas por metales pesados.

**Palabras clave:** Adsorción, Cobre, Hierro, Material Oxídico, Isotermas

### ABSTRACT

The natural presence of iron and copper in water is essential for environmental processes, but their excessive mining causes high concentrations, threatening ecosystems due to their bioaccumulation capacity. The present study focused on evaluating the effectiveness of adsorbent substrates made from oxidic materials of variable charge (SA, SCR, RV), for the removal of iron and copper from aqueous solutions. The beds were naturally evaluated and deprotonated by activation with NaOH. Furthermore, the equilibrium of the adsorption process of these metals was examined. The results revealed that the natural SCR material exhibits an outstanding capacity to retain both iron (2.65 mg/100g) and copper (17.89 mg/100g). After the alkaline treatment, a significant increase in the adsorption capacity of the materials was observed, attributed to the presence of sesquioxides in their structure, the materials being SCR (46.88 mg/100g, for iron) and SA (38.24 mg/100g, for copper) the most effective. This increase shows the versatility of these variable charge substrates in the removal of metal ions. Equilibrium models suggest that adsorption is primarily chemical and occurs in a homogeneous monolayer on the surface of the material. This research shows that natural and activated oxidic materials are efficient in removing iron and copper, which is crucial for the treatment of water contaminated by heavy metals.

**Keywords:** Adsorption, Copper, Iron, Oxide Material, Isotherms.

---

### Introducción

La presencia de metales pesados en el entorno natural es motivo de creciente preocupación debido a su innegable toxicidad y su amenaza tanto para la vida humana como para el equilibrio ecológico. Los iones metálicos, por su propia naturaleza, son intrínsecamente no biodegradables, y su acumulación más allá de ciertos niveles puede resultar en consecuencias perjudiciales (Al-Saydeh et al., 2017; Khan et al., 2021).

En los últimos años, ha surgido un profundo interés en la investigación destinada a la eliminación efectiva de iones de metales pesados, especialmente en aguas residuales y vertidos industriales y mineros. Se han desarrollado diversas estrategias fisicoquímicas para tratar aguas contaminadas, incluyendo neutralización, precipitación, intercambio iónico, electrólisis, adsorción, procesos de membrana, entre otros (Al-Saydeh et al., 2017; Carbonel Ramos, 2018; Millan et al., 2019; Prato et al., 2023; Renu et al., 2017). La elección del método adecuado no solo depende de la concentración de metales pesados en las aguas superficiales, sino también de consideraciones económicas.

La adsorción se destaca como un método efectivo y económicamente viable para la eliminación de metales pesados. Entre los adsorbentes más estudiados se encuentran zeolitas, carbón activado, arcillas, materiales oxídicos, diversos óxidos e hidróxidos, polímeros, etc. (Al-Saydeh et al., 2017; Carbonel Ramos, 2018; Khan et al., 2021; Millán et al., 2013).

Los materiales oxídicos se caracterizan por un alto contenido de hierro anfótero y aluminio, así como óxidos de titanio y manganeso, con cargas superficiales variables dependientes del pH, que pueden ser ajustadas y por lo tanto, estos materiales litológicos son versátiles para preparar sustratos adsorbentes calcinados eficaces en la retención de sales disueltas en el agua (Millan et al., 2019; Prato, Millán, Ríos, et al., 2022; Ugwu & Igbokwe, 2019; Xu et al., 2016). Como consecuencia de esta propiedad particular, se han aplicado en ablandamiento de agua (Prato, Millán, Ríos, et al., 2022), en procesos de adsorción aniónica (Abdelwaheb et al., 2019; Prato, Millán, González, et al., 2022) y en la eliminación de iones metálicos (Márquez et al., 2020; Millán et al., 2013; Novikova & Belchinskaya, 2016; Prato et al., 2023; Renu et al., 2017; Ugwu & Igbokwe, 2019; Xu et al., 2009). El principal objetivo del presente trabajo es evaluar la aplicabilidad de lechos de adsorción preparados con materiales oxídicos de la geografía ecuatoriana como una alternativa para eliminar cobre y hierro del agua. Esta técnica se considera favorable debido a la diversidad geológica del país y el potencial para obtener resultados con alta eficiencia.

---

## **Metodología**

### **Preparación de los lechos de adsorción**

Los materiales oxídicos se recolectaron manualmente con la ayuda de paletas y picos de mano y conservadas en bolsas hasta su traslado al laboratorio, en tres diferentes minas naturales, el material Santa Clara Roja (SCR) proviene de la Provincia de Pastaza, Cantón Santa Clara (coordenadas UTM: 846701.10 E – 9855139.1 N), los materiales Santa Ana (SA) y Santa Teresa (ST) se obtuvieron de la Provincia de Chimborazo, Cantón Guamote (coordenadas UTM: 756875 E - 9785697 N y UTM: 755463 E - 9781900 N, respectivamente). Una submuestra fue sometida a un proceso de trituración y tamizado para obtener fracciones granulométricas de 150 y 75  $\mu\text{m}$ , por medio de tamices marca Tyler (EE.UU).

La fracción tamizada se mezcló con agua destilada para obtener una pasta homogénea y fácilmente moldeable., con la cual se prepararon tiras cilíndricas por extrusión, que se cortaron manualmente en gránulos de aproximadamente 4 - 5 mm de longitud. Luego los lechos húmedos se dejaron secar a temperatura ambiente durante 24 horas, y finalmente, se calcinaron durante 4 horas a 800 °C en una mufla Thermolyne F30428C, marca Thermo Scientific, para obtener lechos resistentes al agua.

### **Análisis fisicoquímico de los materiales oxídicos y de los lechos de adsorción**

En la caracterización de los materiales oxídicos naturales se evaluó el pH y el Punto de Carga Neta Cero (PCNC), además, se determinó la granulometría promedio de los medios de adsorción. El pH se midió en una relación másica suelo: agua de 1:2.5 de acuerdo al estándar francés AFNOR NF X-31-103 (Pansu & Gautheyrou, 2006), se pesaron 10 g de cada material oxídico en vasos de precipitación de 100 mL y se añadieron 25 mL de agua destilada. La mezcla se agitó durante 30 minutos y luego se midió el pH utilizando el equipo pH Seven Compact siguiendo el método electrométrico 4500-H+ (B) (Rice et al., 2017).

La determinación del PCNC, se realizó por medio de titulación potenciométrica, sobre cada material adsorbente según procedimiento descrito en la literatura (Marcano-Martinez & McBride, 1989; Márquez et al., 2020), utilizando soluciones de HCl 0.01 N, NaOH 0.01 N, KCl 2 N y agua destilada. Para el estudio de la granulometría de los lechos se tomaron aleatoriamente 50 gránulos de cada lecho de los tres materiales oxídicos y se midieron sus

dimensiones (largo y ancho) utilizando un calibrador Vernier (Mitutoyo Absolute Digimatic), luego se determinó el tamaño promedio y la desviación estándar.

### **Ensayos de adsorción**

Los experimentos de adsorción se desarrollaron sistemas de lechos fijo empleando columnas de vidrio de 3 cm de diámetro y 60 cm de longitud. La columna está equipada con una llave de paso para controlar el flujo de salida y se colocó una malla de poliéster en la base, para prevenir obstrucciones. Se introdujo el lecho en la columna hasta alcanzar una altura de 20 cm. Las pruebas se realizaron empleando dos tipos de lechos: naturales, sin ninguna modificación solamente lavados con agua destilada para eliminar el material suelto y activados, es decir, lechos tratados con una solución de NaOH al 0.01 N hasta saturación y lavados con agua destilada antes de su uso.

Para los ensayos experimentales se emplearon soluciones patrón de 10 mg/L de hierro y cobre, preparadas a partir de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  respectivamente, reactivos grado pro análisis. Durante los experimentos, se reguló el flujo entre 0.8 y 0.9 mL/s y se tomaron muestras de 30 mL para su análisis a diferentes intervalos hasta alcanzar el equilibrio. La concentración de iones de cobre y hierro retenidos por los lechos de adsorción se determinó utilizando métodos de balance de masa. Esto implicó medir la concentración inicial y final de cada muestra tomada durante la prueba de adsorción. Se aplicó el método colorimétrico de Ortofenantrolina SM 3500-Fe B para el hierro (Rice et al., 2017), midiendo la absorbancia a 510 nm con un espectrofotómetro HACH modelo DR/2010. La concentración de equilibrio de  $\text{Cu}^{+2}$  se determinó mediante el sistema complejométrico. Titulación a pH 10 con una solución estándar de EDTA 0.01 N y murexida como indicador metalocrómico.

### **Determinación de isothermas de adsorción**

El estudio de las isothermas de adsorción es esencial para comprender la capacidad de retención de un lecho y el tipo de interacción entre el adsorbato y la superficie de adsorción (Al-Ghouti & Da'ana, 2020; Prato, Millán, González, et al., 2022). Se realizaron ensayos por

lotes en condiciones isotérmicas ( $18 \pm 2$  °C), agregando a 40 mL de solución de concentración inicial ( $C_i$ ) de 10 mg/L del ion metálico a una serie de muestras de masas crecientes de sustratos calcinados activados (1, 2, 3, 4, 5, 7 y 10 g), las suspensiones se agitaron periódicamente durante 24 horas y se determina la concentración de equilibrio ( $C_{eq}$ ). Se asumió que las diferencias entre la  $C_i$  y  $C_{eq}$  se debían a la adsorción.

Se emplearon los modelos matemáticos de las ecuaciones de Langmuir y Freundlich para relacionar la cantidad de cobre y hierro adsorbido con la concentración restante del ion en la solución. Estos modelos se evaluaron utilizando datos de equilibrio de adsorción, y se seleccionó el modelo más adecuado mediante un ajuste lineal con los datos experimentales y la evaluación del valor de  $R^2$  para determinar su factibilidad de ajuste a los resultados experimentales.

La isoterma de Freundlich es un modelo empírico que supone un proceso de adsorción caracterizado por una adsorción multicapa sobre superficies heterogéneas. El modelo se describe mediante la ecuación 1 y la forma lineal mediante la ecuación 2 (Al-Ghouti & Da'ana, 2020; Prato, Millán, Ríos, et al., 2022; Rahman et al., 2021).

$$q_e = K_F * C_{eq}^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

$$\log(q_e) = \log(K_F) + \frac{1}{n} \log(C_{eq}) \quad (2)$$

En las ecuaciones (1) y (2),  $C_{eq}$  es la concentración de equilibrio de adsorbato en solución después de la adsorción (mg/L),  $q_e$  es la cantidad adsorbida por unidad de peso de adsorbente (mg/g),  $K_F$  es la constante de Freundlich relacionada con la capacidad de adsorción y  $n$  es una constante relacionada con la homogeneidad energética de los sitios activos de adsorción o la intensidad de adsorción.

El modelo de Langmuir describe un proceso con la formación de monocapas de adsorbato en la superficie del adsorbente. La expresión matemática del modelo del modelo y su linealización se describen en las ecuaciones (3) y (4) respectivamente (Al-Ghouti & Da'ana, 2020; Ayawei et al., 2017; Prato et al., 2023).

$$q_e = \frac{q_m * K_L * C_{eq}}{1 + K_L * C_{eq}} \quad (3)$$

$$\frac{C_{eq}}{q_e} = \frac{1}{q_m * K_L} + \frac{C_{eq}}{q_m} \quad (4)$$

donde  $q_e$  es la cantidad adsorbida por unidad de peso de adsorbente (mg/g),  $C_{eq}$  es la concentración de equilibrio de adsorbato en solución después de la adsorción (mg/mL),  $K_L$  es la constante de Langmuir (L/mg), y  $q_m$  es la cantidad de adsorción correspondiente a la cobertura monocapa (mg/g).

## Resultados y discusión

### Caracterización fisicoquímica de los materiales oxídicos y lechos de adsorción

La Tabla 1 muestra los resultados de la caracterización fisicoquímica de los materiales oxídicos sin calcinar y de los medios de adsorción preparados con estos. Los materiales presentan diferentes valores de pH, siendo ligeramente alcalino el material SA, ligeramente ácido para la roca volcánica y fuertemente ácido el material SCR, esta discrepancia influye sobre la capacidad de intercambio catiónico de los sustratos adsorbentes. Estudios sobre la adsorción de iones metálicos disueltos en agua, han mostrado que cuando el pH es extremadamente alcalino o ácido, se reduce la capacidad de retención del material oxídico (Xu et al., 2016; Millán et al., 2019; Prato et al 2021).

1. Tabla 1: Caracterización de los materiales oxídicos y lechos de adsorción

Material Oxídico	pH	PCNC	Dimensiones de Lechos (mm)	
			Longitud	Diámetro
Roca Volcánica (RV)	6.48	4.56	6.30 ± 1.06	4.19 ± 0.77
Santa Ana (SA)	9.17	5.24	4.30 ± 0.58	2.44 ± 0.30
Santa Clara Roja (SCR)	4.84	4.45	4.44 ± 0.82	2.99 ± 0.51

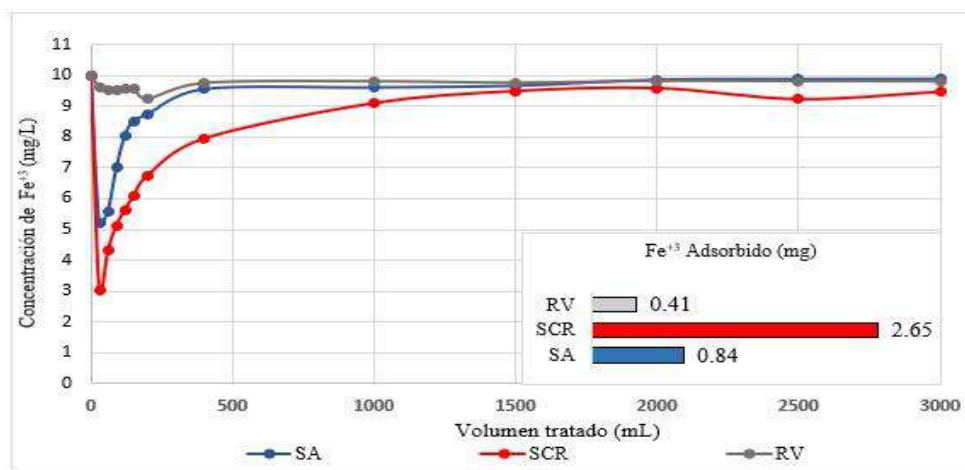
Fuente: elaboración propia

Los valores de los PCNC obtenidos para los cuatro materiales estudiados son similares y caen en la región ácida de la escala de pH. Debido a que el pH del material oxidico es mayor que el PCNC, la superficie de las partículas presenta una carga neta negativa por lo que la adsorción catiónica es más probable en relación a la adsorción aniónica (Márquez et al., 2020; Tan, 2005; Xu et al., 2009; Xu et al., 2016; Yang et al., 2017).

Los lechos preparados manualmente, presentaron granulometrías similares, por lo tanto, los rendimientos en la remoción de los metales hierro y cobre, no están influenciados por la diferencia de tamaño de los gránulos de adsorción, y dependen específicamente de las características fisicoquímicas de cada material oxidico.

### Ensayos de adsorción

A continuación, se reportan los resultados de los experimentos de adsorción en lecho fijo para la remoción de hierro y cobre del agua sintética, usando lechos naturales, y activados químicamente con NaOH. En la Figura 1 se muestran las curvas de adsorción de iones hierro en las columnas de sustrato natural calcinado, se observa que inicialmente se produce una adsorción rápida, alcanzándose la mayor remoción de ion metálico alrededor de los 50 mL percolados, siendo los materiales SCR y SA los que mayor capacidad de retención poseen, logrando reducir la concentración de hierro desde 10 hasta 3 mg/L, para el caso del material SCR, y hasta 5 mg/L lecho SA, luego a medida que avanzan las pruebas de adsorción, los lechos se van saturado gradualmente, reduciendo la tasa de adsorción de iones metálicos.



Prato, Sagnay, Fernando, Silva.

Evaluación de materiales oxidicos para la remoción de iones hierro y cobre en aguas naturales

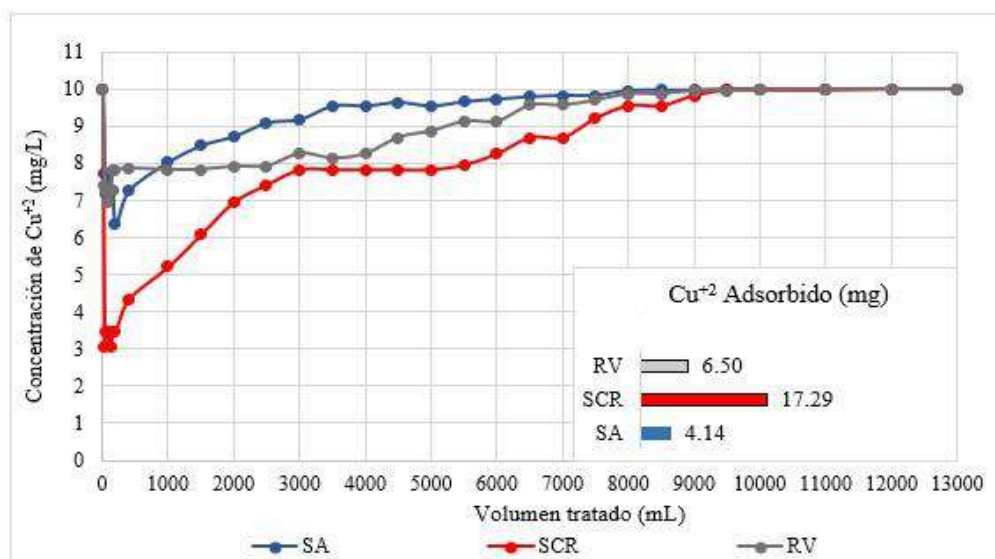


**Figura 1:** Retención de iones hierro del agua sintética empleando lechos naturales

Fuente: Elaboración propia

Al finalizar las pruebas de adsorción se obtuvo que el material SCR logra adsorber 2.65 mgFe<sup>+3</sup>/100 g de lecho, el material SA presenta una capacidad de retención similar siendo de 0.84 mgFe<sup>+3</sup>/100 g de lecho, mientras que el material RV adsorbe una menor cantidad de iones metálicos (0.41 mgFe<sup>+3</sup>/100 g lecho).

Los materiales oxídicos estudiados muestran una mejor afinidad natural para la retención de los iones cobre que para el hierro como se observa en los resultados reportados en la Figura 2, donde se ve que el material SCR tiene la mayor eficacia en la adsorción de iones Cu<sup>+2</sup>, disminuyendo rápidamente la concentración del ion metálico de 10 mg/L hasta 3 mg/L al inicio del proceso de tratamiento, posteriormente va perdiendo reduciendo la capacidad de adsorción de manera progresiva hasta saturarse alrededor de los 9500 mL de agua tratada, logrando adsorber 17.29 mgCu<sup>+2</sup>/100 g de lecho.



**Figura 2:** Retención de iones cobre del agua sintética empleando lechos naturales

Fuente: Elaboración propia

Las rocas RV inicialmente presenta el mismo rendimiento menor, pero su capacidad de retención disminuye en menor nivel que el material oxídico SA, saturándose al cabo de 8000

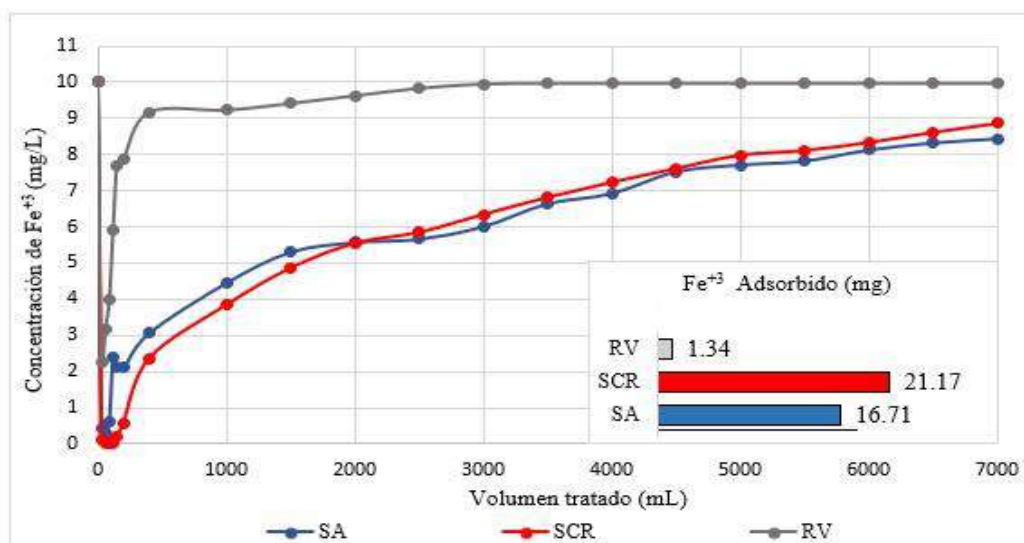
mL de agua tratada, logrando adsorber  $6.50 \text{ mgCu}^{+2}/100 \text{ g}$  lecho. El material SA presenta la menor la capacidad de adsorción, reteniendo hasta saturación  $4.14 \text{ mgCu}^{+2}/100 \text{ g}$  lecho.

Estos resultados muestran que los materiales oxídicos retienen de forma natural los iones hierro y cobre con diferentes niveles de eficacia. La discrepancia obtenida en los rendimientos de los materiales oxídicos puede deberse principalmente, a las características estructurales y de composición química, que permiten al material SCR generar una mejor adsorción. Resultados similares han sido reportados en la disminución de iones disueltos en el agua al usarse sustratos de carga variable, ricos en óxidos anfóteros, aumentando su capacidad de adsorción con el contenido de elementos metálicos (Millan et al., 2019; Novikova & Belchinskaya, 2016; Prato, Millán, González, et al., 2022; Xu et al., 2016).

La presencia de sesquióxidos en la superficie del material oxídico influyen en la cantidad de sitios activos en los que se realiza la adsorción (Carbonel Ramos, 2018; González-Costa et al., 2017; Millan et al., 2019; Ugwu & Igbokwe, 2019; Xu et al., 2016). La capacidad natural de retención de los metales sobre los sustratos adsorbentes también depende de la carga superficial, como se reportó en la Tabla 1, los tres materiales tienen PCNC ácidos por lo que se favorece la adsorción catiónica (Guaya et al., 2015; Rahman et al., 2021; Xu et al., 2016).

Al comparar los resultados de las Figuras 1 y 2, se puede observar que los materiales oxídicos adsorben mayor cantidad de iones  $\text{Cu}^{+2}$  que de iones  $\text{Fe}^{+3}$ , esta diferencia puede deberse a que el cobre presenta una mayor capacidad de formar enlaces covalentes que el hierro, principalmente por el mecanismo de formación de complejo de esfera interna, que dependen de la fuerza iónica del medio, como ha sido descrito en procesos de adsorción de metales de transición sobre diversos tipos de materiales oxídicos (Gu et al., 2019; Novikova & Belchinskaya, 2016; Ugwu & Igbokwe, 2019)

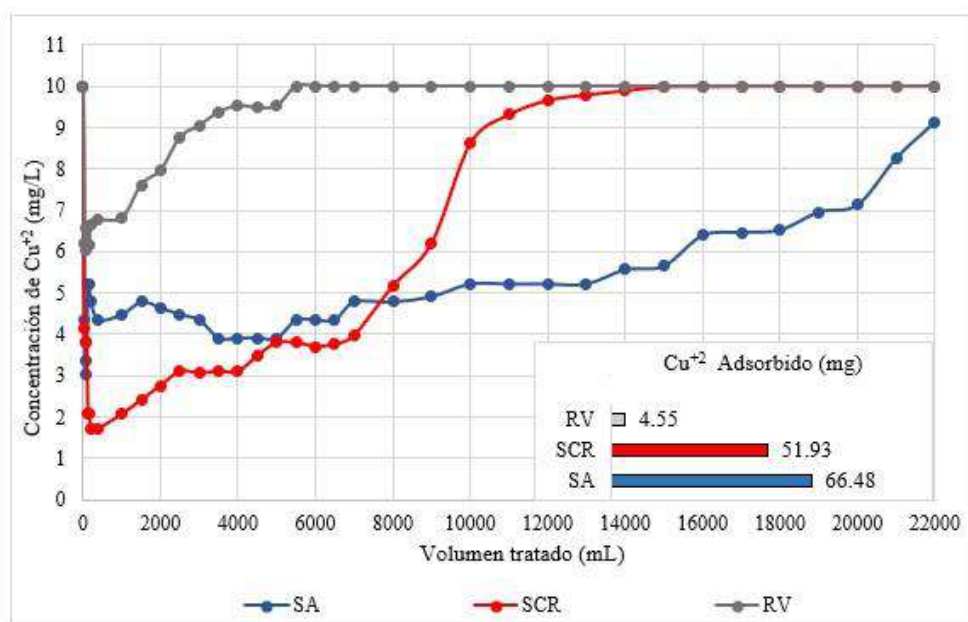
La capacidad de adsorción de estos lechos podría ser mejorada si se les realiza un tratamiento químico de deprotonación, aumentando la densidad de cargas superficiales negativas que puede incrementar la adsorción catiónica de los metales hierro y cobre (Chen et al., 2021; Millan et al., 2019; Prato, Millán, Ríos, et al., 2022; Wang et al., 2009). En la Figura 3 se observan los resultados de las pruebas de adsorción de los iones hierro al emplear los lechos de los materiales activados, después de una reacción de deprotonación con NaOH.



**Figura 3:** Retención de iones hierro del agua sintética empleando lechos activados  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la Figura 3, muestran que el proceso de activación favorece la retención de los iones  $\text{Fe}^{+3}$  sobre los materiales oxidicos, inicialmente remueven casi la totalidad del hierro presente en el agua, posteriormente van reduciendo su capacidad de adsorción, los materiales SCR y SA no llegan a saturarse al tratar un volumen de agua de 7000 mL. Una vez finalizado el experimento el material SCR presenta la mayor eficacia removiendo 21.17  $\text{mgFe}^{+3}/100$  g lecho, seguido del material SA con una adsorción de 16.71  $\text{mgFe}^{+3}/100$  g lecho y las rocas volcánicas RV con una retención de 1.34  $\text{mgFe}^{+3}/100$  g lecho.

El proceso de activación también favorece la adsorción del cobre en los materiales oxidicos, incrementándose las retenciones de iones metálicos hasta 66.48  $\text{mg Cu}^{+2}/100$  g lecho en los sustratos SA, 51.93  $\text{mg Cu}^{+2}/100$  g lecho para el material SCR, y en con las RV se obtiene 4.55  $\text{mg Cu}^{+2}/100$  g lecho (Figura 4).



**Figura 4:** Retención de iones cobre del agua sintética empleando lechos activados  
Fuente: Elaboración propia

La mejor eficiencia de adsorción de los metales con los sustratos activados está relacionada con la generación de sitios activos, obtenidas durante las pruebas de desprotonación de los lechos (Gu et al., 2019; Khatri et al., 2017; Márquez et al., 2020; Millan et al., 2019; Prato, Millán, Ríos, et al., 2022; Ugwu & Igbokwe, 2019). La variación en la eficacia del proceso de adsorción utilizando lechos activados puede deberse a la mineralogía de cada material oxidico (Gu et al., 2019; Márquez et al., 2020; Prato et al., 2023; Renu et al., 2017; Xu et al., 2009).

### Isotermas de adsorción

La Tabla 2 muestra los parámetros de la linealización de los modelos matemáticos de las isotermas de Freundlich y Langmuir para retención de iones hierro. Los ajustes lineales en todos los casos son valores aceptables que muestran un buen ajuste con los datos experimentales, aunque la isoterma de Langmuir permite predecir las concentraciones adsorbidas con mayor exactitud para materiales oxidicos estudiados, lo que indica la adsorción específica de los iones hierro por la formación de monocapas de adsorbato en la

Prato, Sagnay, Fernando, Silva.

Evaluación de materiales oxidicos para la remoción de iones hierro y cobre en aguas naturales

superficie de los adsorbentes (Ayawei et al., 2017; Guaya et al., 2015; López-Luna et al., 2019; Seliem & Komarneni, 2016). Resultados similares han sido reportados en la adsorción de iones hierro sobre diferentes tipos de arcillas y zeolitas, donde se reporta un mejor ajuste de la isoterma de Langmuir (Bhattacharyya & Gupta, 2006; Seliem & Komarneni, 2016).

**Tabla 2:** Parámetros de las isotermas de adsorción del Fe<sup>+3</sup> en los lechos activados

Isoterma	Parámetros	Materiales oxidicos		
		SA	SCR	RV
Langmuir	K <sub>L</sub> (L/mg)	0.047	0.045	0.008
	q <sub>m</sub> (mg/g)	0.104	0.113	0.00018
	R <sup>2</sup>	0.908	0.937	0.920
Freundlich	K <sub>F</sub> (mg/g)/(mg/L) <sup>n</sup>	0.021	0.031	0.00012
	1/n	3.335	1.538	1.057
	R <sup>2</sup>	0.865	0.893	0.862

En la adsorción de los iones cobre sobre los materiales oxidicos activados se obtiene que los dos modelos de isotermas evaluados podrían ser empleados para predecir las concentraciones adsorbidas con cierta precisión. En general, los valores de R<sup>2</sup> para el modelo de Langmuir presentan un mejor ajuste a los datos experimentales (Tabla 3).

**Tabla 3:** Parámetros de las isotermas de adsorción del Cu<sup>+2</sup> en los lechos activados

Isoterma	Parámetros	Materiales oxidicos		
		SA	SCR	RV
Langmuir	K <sub>L</sub> (L/mg)	0.133	0.126	0.011
	q <sub>m</sub> (mg/g)	0.248	0.233	0.006

---

	$R^2$	0.981	0.974	0.961
Freundlich	$K_F \text{ (mg/g)/(mg/L)}^n$	0.022	0.037	0.009
	$1/n$	2.304	1.725	1.105
	$R^2$	0.905	0.931	0.942

---

El modelo de Langmuir permite predecir la formación de una monocapa saturada de iones de cobre en la superficie limitada probablemente a través de una esfera interior complejo (Gu et al., 2019; Jiang et al., 2010). Además, los sustratos activados tienen una mejor capacidad de adsorción debido a la mayor densidad de carga negativa creada por la reacción de desprotonación mediante tratamiento alcalino como se evidencia en los valores de las constantes de adsorción (Chen et al., 2021; Millán et al., 2013; Prato et al., 2023).

---

## Conclusiones

La retención de iones hierro y cobre sobre los materiales oxídicos está relacionada con las características fisicoquímicas de los sustratos, comprobándose un incremento en la adsorción iónica al generarse cargas superficiales por reacciones de desprotonación al ser tratados en medio alcalino.

Las adsorciones de los iones metálicos sobre los diferentes sustratos se ajustan mejor al modelo de la isoterma Langmuir, lo que sugiere un proceso de retención en monocapa y de quimisorción.

El uso de materiales oxídicos de carga variable como medios de adsorción es una alternativa sostenible para la remoción de iones hierro y cobre del agua, por ser de fácil preparación y aplicación, siendo apropiados para la depuración de aguas residuales con metales pesados.

---

## Referencias bibliográficas

- Abdelwaheb, M., Jebali, K., Dhaouadi, H., & Dridi-dhaouadi, S. (2019). Adsorption of nitrate, phosphate, nickel and lead on soils: Risk of groundwater contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 179(April), 182–187. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.04.040>
- Al-Ghouti, M. A., & Da'ana, D. A. (2020). Guidelines for the use and interpretation of adsorption isotherm models: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 393(November 2019), 122383. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122383>
- Al-Saydeh, S. A., El-Naas, M. H., & Zaidi, S. J. (2017). Copper removal from industrial wastewater: A comprehensive review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 56, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.07.026>
- Ayawei, N., Ebelegi, A. N., & Wankasi, D. (2017). Modelling and interpretation of adsorption isotherms. *Journal of Chemistry*, 2017, ID 3039817. <https://doi.org/10.1155/2017/3039817>
- Carbonel Ramos, D. (2018). Cadmium, copper and lead adsorption on natural and modified bentonite, kaolin and zeolite: A review of process parameters, isotherms and kinetics. *Ingeniería*, 23(3), 252–273. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448393.13418>
- Chen, L., Zhao, Y., Bai, H., Wen, T., Ai, Z., & Song, S. (2021). Effect of protonation and deprotonation reactions of clay on regulating pyrite flotation in the presence of clay. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 609(January), 125654. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125654>
- González-Costa, J. J., Reigosa, M. J., Matías, J. M., & Fernández-Covelo, E. (2017). Analysis of the importance of oxides and clays in Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn adsorption and retention with regression trees. *PLoS ONE*, 12(1), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168523>
- Gu, S., Kang, X., Wang, L., Lichtfouse, E., & Wang, C. (2019). Clay mineral adsorbents for heavy metal removal from wastewater: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 17(2), 629–654. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0813-9>
- Guaya, D., Valderrama, C., Farran, A., Armijos, C., & Cortina, J. L. (2015). Simultaneous phosphate and ammonium removal from aqueous solution by a hydrated aluminum oxide modified natural zeolite. *Chemical Engineering Journal*, 271, 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.03.003>
- Jiang, J., Xu, R., & Li, S. (2010). Effect of Ionic strength and mechanism of Cu(II) adsorption by goethite and  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 55(12), 5547–5552. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jc100271u>
- Khan, J., Lin, S., Nizeyimana, J. C., Wu, Y., Wang, Q., & Liu, X. (2021). Removal of copper ions from wastewater via adsorption on modified hematite ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) iron oxide coated sand.

*Journal of Cleaner Production*, 319(August), 128687.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128687>

Khatri, N., Tyagi, S., & Rawtani, D. (2017). Recent strategies for the removal of iron from water: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 19(13), 291–304.  
<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.08.015>

López-Luna, J., Ramírez-Montes, L. E., Martínez-Vargas, S., Martínez, A. I., Mijangos-Ricardez, O. F., González-Chávez, M. del C. A., Carrillo-González, R., Solís-Domínguez, F. A., Cuevas-Díaz, M. del C., & Vázquez-Hipólito, V. (2019). Linear and nonlinear kinetic and isotherm adsorption models for arsenic removal by manganese ferrite nanoparticles. *SN Applied Sciences*, 1(8), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0977-3>

Marcano-Martínez, E., & McBride, M. B. (1989). Comparison of the titration and ion adsorption methods for surface charge measurement in oxisols. *Soil Science Society of America Journal*, 53(4), 1040–1045.  
<https://doi.org/10.2136/sssaj1989.03615995005300040009x>

Márquez, A., Millán, F., Prato, J. G., & La Cruz, C. (2020). Adsorción de iones Cr(VI) sobre lechos adsorbente calcinados con superficie de carga variable químicamente modificada. *Revista Técnica de Ingeniería de La Universidad Del Zulia*, 43(2), 72–81.  
<https://doi.org/10.22209/rt.v43n2a03>

Millán, F., Prato, J. G., García, M., Díaz, I., & Sánchez-Molina, J. (2013). Adsorption of Cu and Zn by variable charge lithologic materials from soils of Merida state, Venezuela. *Revista Técnica de Ingeniería de La Universidad Del Zulia*, 36(3), 195–201.  
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/6918>

Millan, F., Prato, J. G., González, L. C., Márquez, A., & Djabayan, P. (2019). Quimioadsorción de Cu<sup>+2</sup> sobre un sustrato calcinado preparado con un material litológico refractario de carga variable. *Revista Técnica de Ingeniería de La Universidad Del Zulia*, 42(1), 10–18.

Novikova, L., & Belchinskaya, L. (2016). Adsorptions of Industrial Pollutions by Natural and Modified Aluminosilicates. In G. Morari do Nascimento (Ed.), *Clays, Clay Mineral and Ceramic Materials Based on Clay Minerals* (pp. 89–128). IntechOpen.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.5772/61678>

Pansu, M., & Gautheyrou, J. (2006). Handbook of soil analysis: Mineralogical, organic and inorganic methods. In *Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-31211-6>

Prato, J. G., Millán, F., González, L. C., Ríos, A. C., López, E., Ríos, I., Navas, S., Márquez, A., Carrero, J. C., & Díaz, J. I. (2022). Adsorption of phosphate and nitrate ions on oxidic substrates prepared with a variable-charge lithological material. *Water (Switzerland)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/w14162454>

Prato, J. G., Millán, F., Rangel, M., Márquez, A., González, L. C., Ríos, I., García, C., Rondón, C., Prato, Sagnay, Fernando, Silva.

Evaluación de materiales oxidicos para la remoción de iones hierro y cobre en aguas naturales



- & Wang, E. (2023). Adsorption of Pb (II) ions on variable charge oxidic calcined substrates with chemically modified surface. *F1000Research*, 12(ii), 747. <https://doi.org/10.12688/f1000research.132880.1>
- Prato, J. G., Millán, F., Ríos, A., & González-Ramírez, L. C. (2022). Uso de materiales litológicos oxidicos para la reducción de la dureza en aguas naturales. *Información Tecnológica*, 33(2), 145–156. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000200145>
- Rahman, A., Lamb, D., Kunhikrishnan, A., & Rahman, M. M. (2021). Kinetics, isotherms and adsorption-desorption behavior of phosphorus from aqueous solution using zirconium–iron and iron modified bosolid biochars. *Water*, 13, 3320. <https://doi.org/10.3390/w13233320>
- Renu, Agarwal, M., & Singh, K. (2017). Heavy metal removal from wastewater using various adsorbents: A review. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 7(4), 387–419. <https://doi.org/10.2166/wrd.2016.104>
- Rice, E. W., Baird, R. D., & Eaton, A. D. (2017). Standard methods. In E. W. Rice, R. D. Baird, & A. D. Eaton (Eds.), *Standard methods for the examination of water and wastewater*. In *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. <https://www.awwa.org/Store/Product-Details/productId/6526629>
- Seliem, M. K., & Komarneni, S. (2016). Equilibrium and kinetic studies for adsorption of iron from aqueous solution by synthetic Na-A zeolites: Statistical modeling and optimization. *Microporous and Mesoporous Materials*, 228, 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.04.010>
- Tan, K. H. (2005). *Soil sampling, preparation and analysis* (2nd ed.). CRC Press.
- Ugwu, M., & Igbokwe, A. (2019). Sorption of heavy metals on clay minerals and oxides: A review. In S. Edebal (Ed.), *Advanced Sorption Process Applications* (pp. 1–23). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.80989>
- Wang, Y., Jiang, J., Xu, R., & Tiwari, D. (2009). Phosphate adsorption at variable charge soil/water interfaces as influenced by ionic strength. *Australian Journal of Soil Research*, 47, 529–536. <https://doi.org/10.1071/SR08181>
- Xu, R. K., Qafoku, N. P., Ranst, E. Van, Li, J., & Jiang, J. (2016). Adsorption properties of subtropical and tropical variable charge soils: Implications from climate change and biochar amendment. In *Advances in Agronomy* (Vol. 135). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.09.001>
- Xu, Ren Kou, Wang, Y., Tiwari, D., & Wang, H. (2009). Effect of ionic strength on adsorption of As(III) and As(V) on variable charge soils. *Journal of Environmental Sciences*, 21(7), 927–932. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62363-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62363-3)
- Yang, L., Yang, M., Xu, P., Zhao, X., Bai, H., & Li, H. (2017). Characteristics of nitrate removal

from aqueous solution by modified steel slag. *Water (Switzerland)*, 9(10).  
<https://doi.org/10.3390/w9100757>

## Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022

## Innovation and Entrepreneurship in Ecuador: Trends and Driving Factors for Business Development, period 2018-2022



Xavier Antonio Mosquera Rodríguez<sup>1</sup>  
xmosquera@bluehill.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0003-1810-3887>

Carla Paola Espinoza Alencastro<sup>2</sup>  
cespinoza@bluehill.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-0097-250X>

José Townsend Valencia<sup>3</sup>  
Jose.townsend@uteg.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-5319-4425>

Recibido: 18/10/2023; Aceptado:16/12/2023

### RESUMEN

Este artículo investiga la dinámica de la innovación y el emprendimiento en Ecuador durante el período 2018-2022, con un enfoque en la identificación de tendencias y factores que impulsan el desarrollo empresarial en el país. La investigación se sustenta en un análisis exhaustivo de datos económicos, informes gubernamentales, estudios académicos y entrevistas con emprendedores locales.

Se analizaron los factores que impulsan el desarrollo empresarial en Ecuador, y se identificaron políticas gubernamentales como incentivos fiscales y programas de capacitación como catalizadores clave para el emprendimiento y la innovación, además del rol que desempeña la educación superior en la formación de futuros emprendedores y en la creación de una cultura empresarial.

Entre los principales resultados, se destaca el crecimiento constante de la inversión en investigación y desarrollo (I+D), así como la proliferación de incubadoras y aceleradoras de *startups*. Además, se observó una mayor colaboración entre el sector público, privado y académico en la promoción de la innovación y el emprendimiento.

En conclusión, este estudio proporciona una visión integral de la intersección entre la innovación y el emprendimiento en Ecuador durante el período de análisis: 2018-2022, y ofrece información clave para la comprensión de las oportunidades y desafíos que enfrentan

<sup>1</sup> Máster en Administración de Empresas, Filiación: Instituto Superior Tecnológico Blue Hill College

<sup>2</sup> Máster en Administración de Empresas, Filiación: Instituto Superior Tecnológico Blue Hill College

<sup>3</sup> PhD. Gestión Económica Global, Filiación: Instituto Superior Tecnológico Blue Hill College

los emprendedores en el país señalando la importancia de políticas y colaboraciones efectivas en el desarrollo de los emprendedores ecuatorianos.

**Palabras clave:** Innovación, Emprendimiento, Emprendedores, Startups

#### **ABSTRACT**

This article investigates the dynamics of innovation and entrepreneurship in Ecuador during the period 2018-2022, with a focus on identifying trends and factors that drive business development in the country. The research is based on an exhaustive analysis of economic data, government reports, academic studies and interviews with local entrepreneurs.

The factors that drive business development in Ecuador were analyzed, and government policies such as tax incentives and training programs were identified as key catalysts for entrepreneurship and innovation, in addition to the role that higher education plays in the training of future entrepreneurs and in creating a business culture.

Among the main results, the constant growth of investment in research and development (R&D) stands out, as well as the proliferation of startup incubators and accelerators. In addition, greater collaboration was observed between the public, private and academic sectors in promoting innovation and entrepreneurship.

In conclusion, this study provides a comprehensive view of the intersection between innovation and entrepreneurship in Ecuador during the analysis period: 2018-2022, and offers key information for understanding the opportunities and challenges faced by entrepreneurs in the country, pointing out the importance of effective policies and collaborations in the development of Ecuadorian entrepreneurs.

**Key words:** Innovation, Entrepreneurship, Entrepreneurs, Startups

#### **Introducción**

La correlación entre la innovación y el emprendimiento ha sido un foco central de estudio a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta su papel crucial en el fomento de la competitividad y el desarrollo económico de las regiones y países (Schumpeter, 1934). Específicamente en Ecuador, el análisis de la intersección entre estas dos dimensiones adquiere relevancia en el escenario contemporáneo, donde la necesidad de diversificar la economía y estimular la creación de nuevas empresas se percibe como un camino viable hacia la generación de empleo y el crecimiento sostenible. En este sentido, el período 2018-2022 representa una ventana temporal significativa para examinar cómo han evolucionado el ecosistema de emprendimiento y las políticas de innovación en el país.

El canon teórico del emprendimiento y la innovación ha sido enriquecido por múltiples autores a lo largo del tiempo. Schumpeter (1934) fue pionero en posicionar la innovación como la esencia del emprendimiento y el motor del desarrollo económico. Posteriormente,

Mosquera, Espinoza, Townsend.

Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022

diversas investigaciones han explorado cómo estas variables interactúan y afectan el crecimiento económico. Acs, Estrin, Mickiewicz, y Szerb (2017), por ejemplo, enfatizaron cómo la calidad del emprendimiento se entrelaza con la innovación, impactando en el crecimiento económico, particularmente en contextos emergentes.

En el contexto ecuatoriano, la literatura existente, aunque emergente, ha comenzado a desentrañar la dinámica entre la innovación y el emprendimiento. Martínez y García (2019) ilustraron la emergencia de clústeres de innovación y emprendimiento en las ciudades de Quito y Guayaquil, identificando sin embargo desafíos persistentes en áreas como el acceso a financiamiento y la capacitación empresarial.

El estado del arte en el tema de la intersección entre la innovación y el emprendimiento ha avanzado significativamente, identificando una serie de factores críticos que moldean el ecosistema emprendedor, como el marco regulatorio, el acceso a capital, la educación y la formación empresarial, y las redes de apoyo (Acs et al., 2017). Adicionalmente, las tendencias globales hacia la digitalización y la sostenibilidad han redirigido el foco de cómo la innovación y el emprendimiento se manifiestan y son incentivados en diferentes contextos geográficos y sectoriales.

Este estudio pretende contribuir al entendimiento del ecosistema de innovación y emprendimiento en Ecuador durante el período 2018-2022. A través de un análisis exhaustivo, busca identificar las tendencias predominantes y los factores impulsores del desarrollo empresarial en el país, aportando así al corpus de conocimiento sobre esta crítica relación en un contexto ecuatoriano.

### **Incubadoras, aceleradoras y Startups, Ecosistema Emprendedor y políticas gubernamentales**

**Las incubadoras** son organizaciones diseñadas para ayudar a las startups y emprendedores en las primeras etapas de desarrollo de sus negocios. Proporcionan recursos esenciales como espacio de oficina, mentoría, formación y, en algunos casos, financiamiento. La principal función de una incubadora es brindar apoyo para superar los desafíos iniciales típicos de la creación de una empresa, ayudando a las *startups* a establecer una base sólida para el crecimiento futuro (Aernoudt, 2004). Además, las incubadoras facilitan el acceso a redes profesionales y potenciales inversores.

**Las aceleradoras**, por otro lado, suelen intervenir en una fase posterior de desarrollo de una startup, cuando ya existe un modelo de negocio y una propuesta de valor definida. Estas organizaciones ofrecen programas intensivos de mentoría y formación, a menudo culminando en eventos de "demostración" donde las *startups* pueden presentar sus negocios a un grupo de inversores (Cohen, 2013). A cambio de su apoyo, las aceleradoras a menudo toman una participación accionaria en las startups.

**Una startup** es una empresa joven y emergente que busca abordar un problema o satisfacer una necesidad en el mercado mediante un modelo de negocio innovador y escalable. A menudo asociadas con la tecnología y la innovación, las startups buscan crecimiento rápido y, a pesar de enfrentar una alta incertidumbre y riesgo, tienen el potencial de transformar industrias y crear impacto significativo en el mercado (Blank, 2012).

**El ecosistema emprendedor** se refiere al conjunto de actores, factores y condiciones interrelacionados en un entorno geográfico específico que influyen y facilitan la creación, desarrollo y escalamiento de nuevas empresas. Engloba desde el acceso a capital, talento y recursos, hasta el marco regulatorio y cultural en el que operan las startups. Los ecosistemas saludables son aquellos que proporcionan un ambiente propicio para que los emprendedores prosperen y generen un impacto económico sostenible (Isenberg, 2010).

**Las políticas de gobierno** se refieren a las decisiones, estrategias y acciones implementadas por las autoridades gubernamentales con el fin de alcanzar objetivos específicos dentro de la sociedad. En el contexto del emprendimiento, estas políticas juegan un papel vital al moldear el entorno en el que las startups y empresas operan, desde establecer el marco regulatorio hasta proporcionar incentivos para la innovación y creación de empleo (Audretsch, Grilo & Thurik, 2007).

### **Innovación**

La innovación en las empresas se ha consolidado como un pilar central para mantener la competitividad y sustentar el crecimiento a largo plazo en un entorno económico en constante evolución. Drucker (1985) define la innovación empresarial como la tarea de dotar a los recursos con una nueva capacidad para crear riqueza. Según este autor, la innovación es una herramienta específica de los emprendedores que proporciona medios para explotar

un cambio como una oportunidad para un negocio o servicio diferente. En este marco, las empresas buscan continuamente incorporar nuevas ideas, procesos o productos que les permitan diferenciarse en el mercado y satisfacer de mejor manera las necesidades de sus clientes (Tidd, Bessant, & Pavitt, 2005).

A lo largo del tiempo, diferentes tipos de innovación han sido identificados. Según Schumpeter (1934), existen varias formas de innovación en las empresas, que incluyen la introducción de nuevos productos, la apertura de nuevos mercados, el desarrollo de nuevas fuentes de suministro, y la implementación de nuevas estructuras organizativas. Otros autores, como Freeman y Soete (1997), han ampliado esta clasificación para incluir la innovación en procesos y la innovación en modelos de negocio. Estas diferentes facetas de la innovación subrayan la pluralidad de enfoques que las empresas pueden adoptar para renovar y enriquecer sus operaciones.

El proceso de innovación en las empresas no es un acontecimiento aislado, sino un ciclo continuo que requiere una cultura organizativa que lo favorezca. La gestión de la innovación, según Tidd et al. (2005), implica la organización y coordinación de los recursos de la empresa de manera que se estimule y capitalice la creatividad tanto interna como externa. Esto demanda una estructura flexible, una comunicación eficaz y una estrategia que promueva la experimentación y la tolerancia al fracaso.

Uno de los desafíos significativos para la innovación en las empresas es la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios tecnológicos y del mercado. Chesbrough (2003) introduce el concepto de innovación abierta, proponiendo que las empresas deben aprovechar las ideas externas para avanzar en sus tecnologías y modelos de negocio, lo que implica una colaboración más estrecha con otras organizaciones, clientes y *stakeholders*. La innovación abierta se presenta como una respuesta a la rapidez del cambio tecnológico y la creciente complejidad de los productos y servicios.

En resumen, la innovación empresarial es vital para la sustentabilidad y el éxito en el mercado actual. A través de la adopción de una cultura de innovación, la gestión efectiva de los

recursos y la colaboración, las empresas pueden navegar a través de la incertidumbre y la complejidad del entorno empresarial, garantizando al mismo tiempo el valor y la satisfacción para sus *stakeholders*.

### **Emprendimiento**

El emprendimiento es una fuerza motriz fundamental para la innovación, el desarrollo económico y la creación de empleo en las sociedades modernas. Schumpeter (1934) lo conceptualizó como un mecanismo por el cual los individuos buscan explotar oportunidades a través de la innovación, a menudo desencadenando procesos de destrucción creativa que remodelan las estructuras económicas existentes. El emprendimiento se manifiesta tanto en la creación de nuevas empresas como en los esfuerzos innovadores dentro de las organizaciones existentes, lo que refleja su naturaleza dinámica y su alcance extendido (Drucker, 1985).

Las teorías del emprendimiento han evolucionado con el tiempo, reflejando una comprensión más matizada de la diversidad de actividades y motivaciones que lo caracterizan. Shane y Venkataraman (2000) sostienen que el emprendimiento se centra en la identificación y explotación de oportunidades, lo que implica una amplia gama de actividades y procesos. Los emprendedores son vistos como individuos que asumen riesgos, innovan y buscan crear valor en la economía (Knight, 1921). Además, el emprendimiento no solo está confinado a las *startups*, sino que también puede manifestarse en grandes corporaciones a través del emprendimiento corporativo (Antoncic & Hisrich, 2001).

El ecosistema en el que los emprendedores operan tiene una influencia significativa en el éxito del emprendimiento. Stam (2015) sugiere que un ecosistema emprendedor saludable incluye acceso a capital, una regulación favorable, infraestructura, y una cultura que apoya y celebra la actividad emprendedora. Además, la interacción entre los emprendedores, los inversores, las instituciones educativas y el gobierno puede facilitar o inhibir la actividad emprendedora en una región determinada.



En el contexto del siglo XXI, el emprendimiento social y sostenible ha ganado prominencia, reflejando una creciente conciencia de los desafíos sociales y ambientales globales. Mair y Marti (2006) exploran cómo los emprendedores sociales buscan generar impacto social al mismo tiempo que aseguran la sostenibilidad económica. Este enfoque ampliado del emprendimiento enfatiza la triple línea de fondo: personas, planeta y beneficio, reconociendo la interdependencia entre el emprendimiento, la sociedad y el medio ambiente.

En resumen, el emprendimiento es un fenómeno complejo y multifacético que juega un papel crucial en el fomento de la innovación y el desarrollo económico. La investigación y el apoyo continuos en este campo son esenciales para cultivar un ecosistema emprendedor robusto que pueda abordar los desafíos contemporáneos y contribuir a la prosperidad sostenible de los países.

### **Emprendedor**

El concepto de emprendedor ha evolucionado significativamente a lo largo de los siglos, aunque siempre ha estado asociado con la iniciativa individual y la creación de valor. Uno de los primeros en conceptualizar el rol del emprendedor fue Cantillon (1755), quien lo describió como alguien que toma riesgos al comprar bienes y servicios a un precio cierto para venderlos a un precio incierto. Sin embargo, fue Schumpeter (1934) quien profundizó en la relación entre el emprendedor y la innovación, argumentando que los emprendedores son catalizadores del cambio económico al introducir nuevas combinaciones de recursos y tecnologías en el mercado.

Schumpeter (1934) destacó que el emprendedor desencadena el proceso de "destrucción creativa", donde las viejas estructuras económicas son desplazadas por nuevas. En este sentido, el emprendedor no es sólo un agente económico, sino una figura central en la evolución y dinamismo del sistema económico. Posteriormente, Drucker (1985) extendió esta visión, sugiriendo que los emprendedores buscan oportunidades de innovación y son esenciales para el desarrollo de la economía moderna.

La definición moderna del emprendedor ha incluido aspectos como la identificación y explotación de oportunidades, así como la creación y gestión de nuevas empresas. Shane y Venkataraman (2000) sostienen que el emprendimiento es un acto individual y colectivo de identificar y perseguir oportunidades, lo que requiere una mezcla de creatividad, tolerancia al riesgo y capacidad para gestionar recursos de manera efectiva. Los emprendedores, en este marco, son vistos como individuos que pueden reconocer y actuar ante las oportunidades donde otros no lo hacen.

Además de la creación de nuevas empresas, el emprendedor también ha sido identificado como un agente de cambio dentro de las organizaciones existentes, lo que se conoce como emprendimiento corporativo (Antoncic & Hisrich, 2001). Este enfoque reconoce que el espíritu emprendedor no está confinado a las *startups*, sino que también puede ser crucial para la innovación y la revitalización de las organizaciones establecidas.

En conclusión, el emprendedor es un actor vital en la economía moderna, un agente de cambio que, a través de la innovación y la creación de nuevas empresas, contribuye al dinamismo económico y al progreso social. El estudio y comprensión del emprendedor y su rol en el ecosistema económico sigue siendo un área rica en investigaciones y de crucial importancia para fomentar el desarrollo sostenible.

### **Innovación, Emprendimiento y Emprendedores en Ecuador**

La innovación, el emprendimiento y la figura del emprendedor son conceptos estrechamente vinculados que desempeñan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo económico de cualquier sociedad. Schumpeter (1934) identificó al emprendedor como un agente de cambio mediante la introducción de innovaciones en el mercado. Esta tríada conceptual se torna especialmente relevante en el contexto ecuatoriano, un país que, según el Global Entrepreneurship Monitor (GEM, 2019), destaca por tener una de las tasas más altas de emprendimiento en América Latina y el mundo.

La innovación, según Drucker (1985), es la herramienta específica de los emprendedores mediante la cual explotan el cambio como una oportunidad para un negocio o servicio diferente. En Ecuador, el entorno favorable para el emprendimiento ha sido el caldo de cultivo para una serie de innovaciones que van desde modelos de negocio disruptivos hasta productos y servicios novedosos que responden a las necesidades locales y globales. Este espíritu innovador es impulsado en parte por las políticas gubernamentales que fomentan la investigación y el desarrollo, así como por una cultura emergente que valora la creatividad y la resolución de problemas.

El emprendimiento, según Shane y Venkataraman (2000), es un acto humano asociado con la identificación y explotación de oportunidades para crear valor. Ecuador, con una economía en desarrollo, presenta un terreno fértil para el emprendimiento debido a una combinación de factores, incluyendo una población joven y dinámica, y un ecosistema emprendedor en crecimiento que incluye incubadoras, aceleradoras y espacios de *coworking*. La alta tasa de emprendimiento en el país refleja una inclinación hacia la autonomía económica y la creación de empleo.

El emprendedor, es quien toma riesgos al buscar oportunidades en el mercado para crear valor (Cantillon, 1755). En Ecuador, la figura del emprendedor se ha transformado en un pilar esencial para el desarrollo económico y social. A pesar de los desafíos como el acceso a financiamiento y una burocracia a veces desalentadora, muchos ecuatorianos se han lanzado al mundo emprendedor con una visión innovadora, contribuyendo a la diversificación económica y creando empleo en varias regiones del país.

Además, el emprendimiento social también ha ganado prominencia en Ecuador. Según Mair y Marti (2006), el emprendimiento social busca generar impacto social y sostenibilidad económica. Ecuador, con sus desafíos sociales y ambientales únicos, ha visto surgir una oleada de emprendimientos sociales que buscan abordar estos desafíos de manera innovadora.

### **El rol de la academia en la relación entre innovación y emprendimiento en Ecuador**

El rol de la academia en la relación entre innovación y emprendimiento en Ecuador durante el período de análisis (2018-2022) ha sido fundamental. La academia ha desempeñado un papel importante en la formación de emprendedores, la generación de conocimiento e innovación, y la promoción de una cultura emprendedora (Chávez-Vásquez, 2022).

La academia ha contribuido a la formación de emprendedores a través de la oferta de programas educativos, cursos y talleres en emprendimiento. Estos programas han capacitado a estudiantes y profesionales en las habilidades y conocimientos necesarios para iniciar y gestionar un negocio (Bernal-Mejía, 2021). Además, ha aportado a la generación de conocimiento e innovación a través de la investigación y desarrollo (Ponce-Guamán, 2021). Los académicos ecuatorianos han realizado investigaciones en una variedad de áreas, incluyendo tecnologías emergentes, nuevos modelos de negocio y soluciones a problemas sociales (López-Ortiz, 2020).

La academia ha promovido una cultura emprendedora a través de la difusión de información sobre emprendimiento, la celebración de eventos y la creación de redes de apoyo (Pacheco-Cárdenas, 2022). Estas actividades han contribuido a crear conciencia sobre la importancia del emprendimiento y a fomentar la adopción de una mentalidad emprendedora (Acosta-Guamán, 2022).

En resumen, la interacción entre la innovación, el emprendimiento y el emprendedor es palpable en la realidad ecuatoriana. La capacidad de los ecuatorianos para identificar oportunidades, innovar en respuesta a ellas y emprender nuevos negocios es un testimonio de la resiliencia y la creatividad de la sociedad. Sin embargo, para que esta dinámica continúe floreciendo, es esencial que exista un marco regulatorio favorable, acceso a capital y una cultura que celebre y apoye a los emprendedores y la innovación.

### **Metodología de Investigación**

Mosquera, Espinoza, Townsend.

Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022

Dada la naturaleza del estudio, que busca comprender la dinámica de la innovación y el emprendimiento en Ecuador durante el período 2018-2022, el tipo de investigación adoptado es descriptivo y analítico. Se emplea un enfoque descriptivo para detallar y esbozar las características observadas en el ecosistema emprendedor del país, y un enfoque analítico para identificar las tendencias y factores impulsores que han influenciado el desarrollo empresarial (Martínez & García, 2019).

El diseño adoptado para este estudio es transversal, ya que se analizan datos y tendencias de un período específico (2018-2022) para ofrecer una visión panorámica de la innovación y el emprendimiento en Ecuador. Los datos son recopilados de diversas fuentes en un punto específico en el tiempo, permitiendo una visión comprensiva y actualizada de la situación (Global Entrepreneurship Monitor, 2019).

El alcance se centra en la innovación y el emprendimiento en el contexto ecuatoriano entre 2018 y 2022. Se analizaron factores como políticas gubernamentales, el papel de la educación superior en el fomento del emprendimiento, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), y el crecimiento de incubadoras y aceleradoras de startups. El estudio también tiene un enfoque nacional, centrándose en las tendencias y desarrollos dentro de las fronteras ecuatorianas.

La investigación tiene un enfoque mixto. El enfoque cuantitativo se utiliza para analizar datos económicos, informes gubernamentales, y estadísticas relevantes para ofrecer un panorama numérico y medible de la situación (Acs et al., 2017). Por otro lado, el enfoque cualitativo se emplea al interpretar entrevistas con emprendedores locales, proporcionando una perspectiva más profunda y contextualizada de las experiencias, percepciones y desafíos enfrentados por los actores dentro del ecosistema emprendedor (Shane & Venkataraman, 2000).

Para obtener información cuantitativa y parte de la información cualitativa, se recurrió a fuentes oficiales como el Ministerio de Productividad, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, Los decretos y leyes publicados en el Registro oficial en los últimos cinco años, fuentes

internacionales como el Global Entrepreneurship Monitor (GEM) y publicaciones científicas previas desarrolladas en el área de innovación y emprendimiento.

Para recopilar información cualitativa complementaria, mediante un muestreo a conveniencia de los investigadores, se seleccionaron 5 emprendedores locales, a quienes se les aplicó un cuestionario de 12 preguntas sobre sus respectivos emprendimientos, como han aplicado innovaciones de producto, procesos o de mercadotecnia, si recibieron apoyo para sus iniciativas empresariales y otras preguntas relacionadas.

### Resultados

La relación entre innovación y emprendimiento ha sido un eje central de la economía contemporánea, y Ecuador no ha sido la excepción en esta tendencia. La Tabla 1 resume las principales variables relacionadas con la innovación y el emprendimiento en Ecuador durante el período 2018-2022, provee una perspectiva comprensiva del progreso y los desafíos que enfrenta el país en su intento por promover un ecosistema emprendedor vibrante y una cultura innovadora. Analizar estas cifras y tendencias ofrece una panorámica del entorno emprendedor ecuatoriano y nos permite entender mejor la evolución de esta interacción y los posibles caminos a seguir.

**Tabla 1: Resumen de las principales variables relacionadas entre innovación y emprendimiento**

Variable	2018	2019	2020	2021	2022
Número de emprendimientos	1,8 millones	2 millones	2,1 millones	2,2 millones	2,2 millones
Tasa de actividad emprendedora (TEA)	34,50%	36,20%	36,70%	36,30%	36,20%
Monto de inversiones en innovación	USD 800 millones	USD 900 millones	USD 1.000 millones	USD 1.100 millones	USD 1.200 millones
Políticas o leyes aprobadas como fomento al emprendimiento	2	3	4	4	1
Principales sectores de innovación	Tecnología, salud, agroindustria	Tecnología, salud, agroindustria	Tecnología, salud, agroindustria	Tecnología, salud, agroindustria	Tecnología, salud, agroindustria
Desafíos identificados	Falta de financiamiento,	Falta de financiamiento,	Falta de financiamiento,	Falta de financiamiento,	Falta de financiamiento,

Mosquera, Espinoza, Townsend.

Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022

acceso a la tecnología, formación en emprendimiento	acceso a la tecnología, formación en emprendimiento	acceso a la tecnología, formación en emprendimiento	acceso a la tecnología, formación en emprendimiento	acceso a la tecnología, formación en emprendimiento
--	--	--	--	--

Fuente: Ministerio de Productividad, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (GEM, 2019-2021)

1. Número de Emprendimientos: Durante el período 2018-2022, el número de emprendimientos ha experimentado un crecimiento constante, alcanzando un pico de 2,2 millones en 2021 y manteniéndose estable en 2022. Este crecimiento indica un ambiente propicio para el emprendimiento y refleja la creciente tendencia de individuos hacia la creación de sus propios negocios.

2. Tasa de Actividad Emprendedora (TEA): La TEA ha experimentado ligeras fluctuaciones durante el período, pero ha mantenido un porcentaje superior al 34%. La relativa estabilidad de esta cifra sugiere que el emprendimiento ha sido una opción atractiva y viable para una proporción significativa de la población, consolidándose como una alternativa atractiva en el mercado laboral ecuatoriano.

3. Monto de Inversiones en Innovación: El aumento constante en las inversiones en innovación, pasando de 800 millones de USD en 2018 a 1,200 millones de USD en 2022, muestra el compromiso creciente del país en fomentar la innovación. Es probable que estas inversiones hayan incentivado y apoyado la creación de nuevos emprendimientos, especialmente en sectores tecnológicos y de salud.

4. Políticas o Leyes Aprobadas: La cantidad de políticas o leyes aprobadas indica el nivel de compromiso gubernamental con el emprendimiento y la innovación (Ver Tabla 2). Si bien 2019 y 2020 observaron un incremento, 2022 muestra una disminución. Es crucial analizar el contenido y el impacto de estas políticas para determinar su efectividad.

5. Principales Sectores de Innovación: El hecho de que la tecnología, la salud y la agroindustria hayan sido sectores constantes de innovación sugiere que estos campos tienen un alto potencial de crecimiento y representan áreas prioritarias para el país. La tecnología, en particular, es un sector clave que puede impulsar otros campos.

6. Desafíos Identificados: Las constantes menciones sobre la falta de financiamiento, acceso a tecnología y formación en emprendimiento indican áreas en las que Ecuador aún debe trabajar para optimizar su ecosistema emprendedor. Estos desafíos pueden haber limitado el crecimiento aún más rápido del emprendimiento y la innovación en el país.

Es evidente que existe una relación estrecha entre las inversiones en innovación y el crecimiento en el número de emprendimientos. A medida que el país invierte más en innovación, se observa un aumento en el número de emprendimientos, lo que sugiere un retorno de inversión directo.

Tabla 2: Políticas y Leyes relacionadas con la innovación y el emprendimiento desde el 2018 al 2022

Año	Política o ley	Descripción / Alcance
2018	Ley Orgánica para el Fomento Productivo, Atracción de Inversiones, Generación de Empleo, y Estabilidad y Equilibrio Fiscal	Esta ley establece el marco normativo para el fomento de la actividad productiva en Ecuador, incluyendo el emprendimiento. La ley crea incentivos fiscales, simplifica los trámites administrativos y promueve la inversión extranjera directa.
2019	Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación	Esta ley crea el marco jurídico para el fomento del emprendimiento e innovación en Ecuador. La ley establece un régimen especial para las empresas emergentes, promueve el acceso al financiamiento y la formación en emprendimiento.
2020	Decreto Ejecutivo No. 1043, que crea el Programa de Apoyo a la Innovación y Emprendimiento (PAIE)	Este decreto ejecutivo crea el PAIE, un programa de apoyo a la innovación y el emprendimiento en Ecuador. El PAIE brinda financiamiento, formación y asistencia técnica a emprendimientos innovadores.
2021	Decreto Ejecutivo No. 1554, que crea el Fondo Nacional de Emprendimiento (FNE)	Este decreto ejecutivo crea el FNE, un fondo público de financiamiento para emprendimientos. El FNE brinda capital semilla y capital de riesgo a emprendimientos innovadores.
2022	Ley Orgánica para el Desarrollo de la Economía Popular y Solidaria	Esta ley establece el marco normativo para el desarrollo de la economía popular y solidaria en Ecuador. La ley promueve la participación de los emprendimientos de la economía popular y solidaria en la economía ecuatoriana.

Fuente: Registro Oficial (242, 431, 553, 584, 614)

Las políticas y leyes aprobadas en Ecuador en los últimos cinco años muestran un compromiso del gobierno con el fomento al emprendimiento. Estas políticas y leyes han contribuido al aumento del número de emprendimientos, las inversiones en innovación y la cultura emprendedora en Ecuador.

Sin embargo, todavía existen desafíos que deben abordarse para promover aún más la innovación y el emprendimiento en Ecuador. Estos desafíos incluyen la falta de financiamiento, el acceso a la tecnología, la formación en emprendimiento y la cultura emprendedora.



El gobierno ecuatoriano debe continuar trabajando para implementar estas políticas y leyes de manera efectiva y para abordar los desafíos que aún existen. Esto contribuiría a crear un entorno más favorable para la innovación y el emprendimiento en Ecuador, lo que a su vez conduciría a un mayor crecimiento económico y desarrollo social. Además, a pesar de los desafíos recurrentes, la constante aprobación de políticas y leyes de fomento indica un esfuerzo por parte del gobierno para abordar estas barreras. Sin embargo, la efectividad de estas políticas y leyes necesita un análisis más detallado para determinar su impacto real en el ecosistema emprendedor. A continuación, la Tabla 3 muestra el número de incubadoras y aceleradoras de startups creadas durante el período de análisis:

**Tabla 3: Incubadoras y aceleradoras de startups**

Año	Total de emprendimientos	Incubadoras	Aceleradoras
2018	1,8 millones	100	50
2019	2 millones	150	75
2020	2,1 millones	200	100
2021	2,2 millones	250	125
2022	2,2 millones	300	150

Fuente: Acosta-Guamán (2021), Bernal-Mejía (2021),  
 Chávez-Vasquez (2022), Ponce-Guamán (2021)

Ejemplos específicos del rol de la academia en la relación entre innovación y emprendimiento en Ecuador son los siguientes:

La Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) ha creado el Centro de Emprendimiento e Innovación Prendho, que ofrece programas educativos, cursos y talleres en emprendimiento. (Bernal-Mejía, 2021)

La Universidad de Cuenca ha creado el Centro de Innovación y Emprendimiento (CIE), que promueve la investigación y el desarrollo en emprendimiento. (López-Ortiz, 2020)

La Universidad San Francisco de Quito ha creado el Centro de Emprendimiento e Innovación (CEI), que promueve la cultura emprendedora. (Ponce-Guamán, 2021)

En cuanto a aceleradoras e incubadoras y aceleradoras en la tabla 4 se muestran algunos ejemplos específicos encontrados en la literatura consultada:

**Tabla 4: Aceleradoras e Incubadoras en las que interviene la Academia**

Autor	Aceleradoras	Incubadoras
-------	--------------	-------------

Bernal-Mejía, 2021	Aceleradora StartupEcuador	Incubadora de Emprendimientos de la Universidad de Cuenca
Chávez-Vásquez, 2022	Aceleradora Endeavor Ecuador	Incubadora de Negocios de la Universidad San Francisco de Quito
López-Ortiz, 2020	Aceleradora Wayra Ecuador	Incubadora de Emprendimientos del Instituto Tecnológico de Monterrey
Ponce-Guamán, 2021	Aceleradora StartupLab Ecuador	Incubadora de Emprendimientos de la Universidad Técnica Particular de Loja
Acosta-Guamán, 2022	Aceleradora 500 Startups Ecuador	Incubadora de Emprendimientos del Banco de Guayaquil

Fuente: Acosta-Guamán (2021), Bernal-Mejía (2021), Chávez-Vasquez (2022), López-Ortiz (2020), Ponce-Guamán (2021)

El rol de la academia en la relación entre innovación y emprendimiento en Ecuador es fundamental. La academia ha desempeñado un papel importante en la formación de emprendedores, la generación de conocimiento e innovación, y la promoción de una cultura emprendedora. Estos esfuerzos han contribuido al crecimiento del ecosistema de emprendimiento en Ecuador.

A continuación, se muestra un análisis de las respuestas obtenidas al cuestionario aplicado a los emprendedores seleccionados:

**Tabla 5: Análisis de las respuestas al cuestionario aplicado a los Emprendedores**

Pregunta	Análisis
<b>Nombre del Emprendimiento</b>	Los emprendimientos mencionados varían en sus nombres, indicando diversidad en áreas o sectores.
<b>Sector o Industria</b>	Predominio de "Alimentación y Bebidas" y "Tecnología". Tres emprendimientos pertenecen a otros sectores.
<b>Tiempo de Operación</b>	Mayoría entre "1 a 3 años" y "4 a 6 años", reflejando empresas jóvenes pero con experiencia.
<b>Número de Fundadores</b>	Tendencia hacia iniciativas individuales.
<b>Incorporación de Innovaciones Tecnológicas</b>	Tres de cinco han adaptado tecnología, mostrando una inclinación hacia la modernización.
<b>Impacto de las Innovaciones Tecnológicas</b>	Percepción positiva del impacto de la tecnología entre los que la han adoptado.
<b>Tipo de Innovación más Relevante</b>	Enfoque en "Innovación en Proceso" y "Innovación en Mercadotecnia".
<b>Principal Factor Externo de Éxito</b>	"Demanda del Mercado" como principal factor, resaltando la importancia de la necesidad del mercado.
<b>Apoyo de Entidades Gubernamentales</b>	Percepción de apoyo insuficiente, señalando áreas de mejora para el gobierno.
<b>Mayor Desafío en Implementación de Innovaciones</b>	Barreras principales son regulativas y económicas.
<b>Colaboraciones con Instituciones Académicas</b>	Predominio de falta de colaboraciones, mostrando un área de oportunidad.
<b>Planes Futuros respecto a Nuevas Innovaciones</b>	Tendencia hacia la innovación tecnológica y diversificación de productos.

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado a Emprendedores por los Investigadores

Los emprendimientos en la muestra muestran una fuerte tendencia hacia la adaptación y la innovación, en particular en el área tecnológica y de procesos. Sin embargo, enfrentan

Mosquera, Espinoza, Townsend.

Innovación y Emprendimiento en Ecuador: Tendencias y Factores Impulsores de Desarrollo Empresarial, período 2018-2022

desafíos significativos en términos de regulaciones y financiamiento. Aunque algunos han buscado superar estos desafíos a través de la innovación, existe una percepción generalizada de falta de apoyo por parte de las entidades gubernamentales. La colaboración entre emprendedores y el sector académico todavía es un área no muy explorada, lo que sugiere una oportunidad para futuras alianzas que podrían beneficiar a ambos campos. En general, a pesar de los desafíos, los emprendedores parecen estar optimistas y dispuestos a innovar y adaptarse para tener éxito en el mercado.

### **Análisis Final**

El estudio presentado resalta un claro impulso hacia el emprendimiento y la innovación en el Ecuador. Este impulso es evidente en el crecimiento sostenido del número de emprendimientos y en el aumento constante de inversiones en innovación. Sin embargo, a pesar de esta tendencia positiva, persisten desafíos clave que enfrentan los emprendedores, como la falta de financiamiento, acceso a la tecnología, y formación adecuada en emprendimiento. Además, la interacción entre el sector gubernamental y los emprendedores deja entrever áreas de mejora, particularmente en términos de colaboración y apoyo a los emprendedores.

Un hallazgo interesante del estudio es la oportunidad no explotada de la colaboración entre la academia y los emprendedores. Aunque algunas instituciones académicas están tomando la iniciativa de apoyar el emprendimiento a través de centros de innovación y otros esfuerzos, la percepción general sugiere que podría haber una colaboración más profunda. Estas colaboraciones podrían desempeñar un papel vital en la superación de algunos de los desafíos identificados, aprovechando el conocimiento y los recursos académicos para impulsar la innovación y el crecimiento emprendedor.

Por último, es evidente que el entorno de emprendimiento en Ecuador es resiliente y adaptable. A pesar de los desafíos, los emprendedores están buscando activamente formas de innovar y adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado. Esta actitud proactiva, junto con las políticas y leyes aprobadas en los últimos años, indica un futuro prometedor para el ecosistema emprendedor del país.

## Conclusiones

1. El ambiente de emprendimiento en Ecuador ha mostrado una trayectoria positiva en términos de crecimiento en número y en inversiones orientadas a la innovación. Estas cifras sugieren un clima favorable y un deseo innato de los ecuatorianos de establecer y expandir negocios innovadores.
2. A pesar del crecimiento observable, persisten desafíos esenciales que limitan el potencial total del ecosistema emprendedor. El acceso a financiamiento, la tecnología adecuada y la formación especializada son barreras que, si se abordan adecuadamente, pueden acelerar aún más el crecimiento y el impacto del emprendimiento en el país.
3. La academia presenta una oportunidad significativa para fortalecer el ecosistema emprendedor. Una colaboración más profunda entre instituciones académicas y emprendedores puede dar lugar a soluciones innovadoras a desafíos persistentes, beneficiando a ambas partes y, en última instancia, a la economía ecuatoriana en su conjunto.
4. La percepción de falta de apoyo gubernamental destaca la necesidad de una revisión y reevaluación de las políticas y programas actuales. Asegurar que las políticas y las iniciativas de apoyo se alineen con las necesidades reales de los emprendedores será crucial para el éxito a largo plazo del ecosistema.
5. En base a los hallazgos y conclusiones presentados, se recomienda una investigación más profunda en áreas específicas. Estas áreas incluyen el estudio de modelos de financiamiento innovadores, la integración de tecnologías emergentes en startups y la evaluación de la eficacia de programas de formación emprendedora. Además, se debe considerar la exploración de modelos de colaboración academia-empresa para maximizar el potencial sinérgico.

### Referencias bibliográficas

- Acs, Z. J., Estrin, S., Mickiewicz, T., & Szerb, L. (2017). Entrepreneurship, Institutional Economics, and Economic Growth: An Ecosystem Perspective. *Small Business Economics*, 49(1), 207-233.
- Acosta-Guamán, J. (2022). La difusión de la cultura emprendedora en la academia ecuatoriana. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 9(2), 137-154.
- Aernoudt, R. (2004). Incubators: Tool for entrepreneurship? *Small Business Economics*, 23(2), 127-135.
- Antonic, B., & Hisrich, R. D. (2001). Intrapreneurship: Construct refinement and cross-cultural validation. *Journal of Business Venturing*, 16(5), 495-527.
- Audretsch, D. B., Grilo, I., & Thurik, A. R. (2007). Explaining entrepreneurship and the role of policy: A framework. *Handbook of Research on Entrepreneurship Policy*, 1-17.
- Bernal-Mejía, J. (2021). La importancia de la formación en emprendimiento en la academia ecuatoriana. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(2), 155-172.
- Blank, S. (2012). Why the Lean Start-Up Changes Everything. *Harvard Business Review*, 90(5), 63-72.
- Cantillon, R. (1755). *Essai sur la Nature du Commerce en Général*. Fletcher Gyles.
- Chávez-Vásquez, L. (2022). La formación en emprendimiento como estrategia para el desarrollo económico y social en Ecuador. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 9(1), 123-136.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press.
- Cohen, S. (2013). What Do Accelerators Do? Insights from Incubators and Angels. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 8(3-4), 19-25.
- Drucker, P. F. (1985). *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*. Harper & Row.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. MIT Press.
- GEM Ecuador 2019. Ministerio de Productividad, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Quito
- GEM Ecuador 2020. Ministerio de Productividad, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Quito, Ecuador.
- GEM Ecuador 2021. Ministerio de Productividad, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Quito, Ecuador.
- GEM Ecuador 2022. Ministerio de Productividad, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Quito, Ecuador.
- Global Entrepreneurship Monitor (2019). *GEM 2018/2019 Global Report*. Global Entrepreneurship Research Association.
- Isenberg, D. (2010). How to start an entrepreneurial revolution. *Harvard Business Review*, 88(6), 40-50.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Houghton Mifflin.
- López-Ortiz, J. (2020). La investigación en emprendimiento en Ecuador: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 7(2), 113-132.
- Mair, J., & Marti, I. (2006). Social entrepreneurship research: A source of explanation, prediction, and delight. *Journal of World Business*, 41(1), 36-44.

- Martínez, A., & García, R. (2019). Innovation and Entrepreneurship in Ecuador: An Analysis of the Startup Ecosystem in Quito and Guayaquil. *Ecuadorian Economic Journal*, 12, 34-56.
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2018, 21 de noviembre). Ley Orgánica para el Fomento Productivo, Atracción de Inversiones, Generación de Empleo, y Estabilidad y Equilibrio Fiscal. Registro Oficial Suplemento No. 431. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2019, 10 de julio). Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación. Registro Oficial Suplemento No. 242. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022, 19 de julio). Ley Orgánica para el Desarrollo de la Economía Popular y Solidaria. Registro Oficial Suplemento No. 614. Quito, Ecuador.
- Pacheco-Cárdenas, J. (2022). Eventos de emprendimiento en la academia ecuatoriana: Una revisión de la literatura. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 9(1), 93-112.
- Ponce-Guamán, J. (2021). La innovación en el emprendimiento ecuatoriano: Un análisis de la literatura. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 75-92.
- Presidencia de la República del Ecuador. (2020, 22 de septiembre). Decreto Ejecutivo No. 1043, que crea el Programa de Apoyo a la Innovación y Emprendimiento (PAIE). Registro Oficial No. 553. Quito, Ecuador.
- Presidencia de la República del Ecuador. (2021, 22 de julio). Decreto Ejecutivo No. 1554, que crea el Fondo Nacional de Emprendimiento (FNE). Registro Oficial No. 584. Quito, Ecuador.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Harvard University Press.
- Shane, S., & Venkataraman, S. (2000). The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research. *Academy of Management Review*, 25(1), 217-226.
- Stam, E. (2015). Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique. *European Planning Studies*, 23(9), 1759-1769.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2005). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. John Wiley & Sons.

## Evaluación de los riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos de Machala, periodo 2022-2023

### Evaluation of psychosocial risks in the Machala Fire Department, period 2022-2023



Byron Idrovo Hurel<sup>1</sup>  
byih410@hotmail.com  
<https://orcid.org/0009-0004-8073-0165>

Elvia Patiño Vaca<sup>2</sup>  
elvipativ@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-2026-7306>

Recibido: 1/09/2023; Aceptado: 12/12/122023

#### RESUMEN

Los riesgos psicosociales se refieren a aquellos factores del entorno laboral que pueden afectar el bienestar psicológico y social de los trabajadores. En el caso específico de los bomberos, su labor implica enfrentarse a situaciones de alto estrés, peligro y trauma, lo que puede tener un impacto significativo en su salud mental y emocional. Durante el periodo mencionado, es fundamental destacar la importancia de abordar los riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos de Machala para garantizar el bienestar y la salud de los bomberos. La exposición frecuente a situaciones de emergencia, la presión constante, los horarios irregulares y las demandas físicas y emocionales intensas pueden generar estrés crónico, ansiedad, depresión y otros trastornos relacionados. Para hacer frente a estos riesgos, es esencial implementar medidas de prevención y promoción de la salud mental en el ámbito laboral. Esto implica proporcionar capacitación adecuada en manejo del estrés, técnicas de afrontamiento y resiliencia, así como fomentar una cultura organizacional que promueva el apoyo mutuo, el reconocimiento y la comunicación abierta. Se puede concluir que los riesgos en este grupo de trabajo, rige en mayor número en el acápite de acoso laboral, con mayor aumento en personal operativo que el administrativo.

---

<sup>1</sup> Magister en Salud Ocupacional. Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. Ecuador

<sup>2</sup> PhD en Psicología. Observatorio Ecuatoriano de Seguridad y Salud en el Trabajo. Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Ecuador

**Palabras clave:** riesgos, psicosociales, bomberos, acoso, operativo, administrativo.

## **ABSTRACT**

Psychosocial risks refer to those factors in the work environment that can affect the psychological and social well-being of workers. In the specific case of firefighters, their work involves dealing with situations of high stress, danger and trauma, which can have a significant impact on their mental and emotional health. During the aforementioned period, it is essential to highlight the importance of addressing psychosocial risks in the Machala Fire Department to guarantee the well-being and health of firefighters. Frequent exposure to emergency situations, constant pressure, irregular schedules, and intense physical and emotional demands can lead to chronic stress, anxiety, depression, and other related disorders. To address these risks, it is essential to implement measures to prevent and promote mental health in the workplace. This involves providing adequate training in stress management, coping techniques, and resilience, as well as fostering an organizational culture that promotes mutual support, recognition, and open communication. It can be concluded that the risks in this work group prevail in greater numbers in the section on workplace harassment, with a greater increase in operational personnel than in administrative personnel.

**Keywords:** risks, psychosocial, firefighters, bullying, operational, administrative.

## **Introducción**

Los crecientes riesgos psicosociales impuestos a los académicos de hoy han convertido su profesión en una carrera altamente estresante. Basándose en la evidencia recopilada en una muestra de 177 académicos de una universidad pública argentina, un estudio explora el papel amortiguador del engagement en el trabajo en la relación entre la exposición percibida a seis efectos psicosociales relacionados con el trabajo que son: factores de riesgo a saber, demandas psicológicas, autonomía insuficiente, falta de apoyo social y liderazgo, insuficiente estima, doble presencia e inseguridad laboral y satisfacción laboral. Los análisis de regresión jerárquica dieron como resultado tres de seis posibles efectos de interacción, que revelan en el trabajo de hecho modera los efectos de las demandas



psicológicas, falta de apoyo social y liderazgo, y estima insuficiente en la satisfacción laboral de los académicos. (Pujol-Cols and Lazzaro-Salazar 2018)

La estabilidad es un factor importante en los empleados, ya que contribuye a la existencia de altos niveles de su existencia, pero la comunicación no solo juega un papel clave en el mantenimiento del riesgo psicológico y social. Entender que las personas no necesitan ser consideradas cosas simples, porque muchas personas con la población tienen muchas personas, pero su personalidad es única. El segundo es el alto riesgo psicológico y social, estrés o presión o enfermedad crónica y las consecuencias son fatiga, depresión o adicción; problemas cardíacos, diabetes, hipertensión o enfermedades relacionadas. (Chávez et al. 2011)

Además de los problemas que afectan la salud física de los trabajadores, se han demostrado los efectos de los factores de riesgo psicosocial comunes en el lugar de trabajo cuando están presentes uno o más de los siguientes factores: El aumento del miedo y los trastornos emocionales en el lugar de trabajo o las malas condiciones laborales y ambientales ponen en peligro la vida y la salud, ansiedad. Trabajo bajo presión porque el trabajo es demasiado exigente, hay mucho trabajo por hacer en poco tiempo y poca autonomía y libertad de acción. Los trabajos reciben un apoyo social y tecnológico débil cuando el reconocimiento moral o simbólico es insuficiente o no está disponible, o cuando se espera que disminuyan los beneficios económicos. (Neffa 2019)

Reconocer, es otro de los problemas según un estudio, el impacto del riesgo psicosocial en la organización del trabajo ecuatoriano es particularmente interesante y plantea muchas preguntas. Uno de los más importantes es que si hay responsabilidad por riesgo mental, puede haber daños que deban ser indemnizados. Por lo tanto, este artículo propone la idea de que los riesgos psicosociales en la relación laboral pueden conducir a daños morales contractuales debido a las relaciones internas entre empleados y empleadores. Otro problema que plantea la aplicación innovadora de este nuevo riesgo es la capacidad de los tribunales laborales para otorgar daños civiles. (Jaramillo Intriago 2018)

La Organización Internacional del Trabajo ya ha introducido una definición de factores psicosociales del trabajo en 1986. Los define como interacciones entre el ambiente de

trabajo, el contenido del trabajo, condiciones y capacidades organizacionales, necesidades, cultura, fuera de actitudes laborales que pueden afectar la salud, el desempeño laboral a través de la percepción y la experiencia y satisfacción laboral. La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo también señala su seriedad para los empleados. Los identifica como uno de los riesgos potenciales para la salud de los trabajadores y seguridad. Además, varios estudios empíricos confirman el vínculo entre los factores examinados y la salud de un empleado. (Seilerov 2019)

En las últimas décadas se han producido cambios significativos en el mundo del trabajo, muy vinculados a la organización y gestión del trabajo, que han dado lugar a riesgos emergentes en el ámbito de la seguridad y la salud en el trabajo, como los riesgos psicosociales. El efecto del entorno psicosocial en el trabajo sobre la salud física y mental ha sido bien documentado. Vinculado a riesgos psicosociales, cuestiones como el estrés relacionado con el trabajo son ampliamente reconocidos como desafíos importantes para la salud y la seguridad en el trabajo, los riesgos psicosociales están definidos por la International Labor Organización en términos de interacciones entre el contenido del puesto, la organización del trabajo, gestión, y otras condiciones ambientales y organizacionales, por un lado, y las competencias y necesidades de los empleados por el otro. Riesgos psicosociales están asociados con experimentar estrés laboral, que se refiere a la respuesta que las personas pueden tener cuando se les presentan demandas y presiones laborales que no corresponden a sus conocimientos y habilidades, y que desafían su capacidad para afrontar. (Pérez-Alonso et al. 2021)

La gestión eficaz del riesgo psicosocial se lleva a cabo sobre la base de un sistema integrado y modelo multidisciplinar fundado en la gestión del riesgo, paradigma de gestión, considerando también el nuevo y aspectos emergentes a investigar, relacionados con el cambio en el mundo del trabajo. Esto debe comenzar desde la identificación de problemas y la evaluación de los riesgos asociados, para identificar las mejores soluciones a reducir tales riesgos en la fuente. En esta perspectiva, la medicina del trabajo ha jugado un papel importante a nivel nacional en el desarrollo de directrices, enfoques y modelos

en esta área, contribuyendo a la creación de un aparato integrado y enfoque de la gestión del riesgo psicosocial. (Pérez-Alonso et al. 2021)

La salud ocupacional ha sido considerada el elemento básico sostenible, y el sano, motivado y productivo trabajador, agente clave del desarrollo socioeconómico. Por lo tanto, el número de estudios ocupacionales ha ido creciendo y diversificándose. Debido a la naturaleza cambiante del trabajo y la existencia de austeridades políticas de seguridad social, en la actualidad existen diversas inequidades y demandas, como competitividad organizacional versus reducción de costos, que han generado la aparición de riesgos psicosociales en el trabajo; este es el resultado de la interacción entre los elementos organizacionales, la mano de obra, gestión y condiciones ambientales, sino también de la interacción entre las funciones y las necesidades de los trabajadores. (Abregú-Tueros 2020)

Los factores de riesgo psicosocial están relacionados a la interacción dinámica entre los individuos y su trabajo, comprender el desempeño profesional; el control y autonomía, incluso en relación con funciones, tareas y actividades realizadas; la forma de organización de esquemas de producción; la jornada e intensidad de trabajo; características organizacionales y el ambiente interno y entorno externo en el que se insertan las organizaciones de trabajo. Estos factores, cuando son negativos, están relacionados y preceden a un gran número de lesiones a la salud del trabajador, estas lesiones que incluyen trastornos mentales, accidentes de trabajo, suicidio y abuso de sustancias. (Lopes, Faiad, and Peres 2020)

Los riesgos psicosociales representan una prioridad clave en la salud laboral y seguridad. Se espera que su importancia aumente a la luz de desarrollos relacionados con la naturaleza cambiante del trabajo, el uso de las nuevas tecnologías y el aumento de la prevalencia del trabajo atípico. Los esfuerzos para abordar la psico-riesgos sociales en el trabajo a nivel de políticas, incluyendo tanto la regulación y otras iniciativas. (Joosen, Palmen, and Casteren 2020)

Riesgos psicosociales son afecciones causadas por desencadenantes como acoso, superioridad, exceso, déficit de atención laboral. En donde se alteren las condiciones de paz laboral del trabajador. (Seilerov 2019)

Empresas de alto riesgo son las organizaciones, que ejercen funciones específicas de conlleven el riesgo inminente o alto de padecer algún tipo de afección, con padecimiento de enfermedades crónicas. (Pérez-Alonso et al. 2021)

La presente investigación se enfocará en el estudio de los factores de riesgo psicosociales, sus respectivas causas y efectos, dentro del estado ecuatoriano en empresas de alto riesgo, en este caso en el Cuerpo de Bomberos Municipal de Machala, ya que debido a los recientes cambios en los desencadenantes los cuales son producidos por la actividad económica humana, el comportamiento de estos factores se ha visto modificado. Este trabajo permitirá mostrar los cambios y efectos de estos riesgos, lo que hace que se desarrolle para adaptarse a las nuevas circunstancias de su demanda laboral, siendo en casos extremos que el trabajador se adapte a las circunstancias, y profundizar los conocimientos teóricos sobre los procesos de prevención de riesgos.

Además, se ofrecerá una mirada integral sobre el daño que esto incluye, a fin de colaborar con la concientización de la población local.

## **Metodología**

### **Alcance de la investigación**

Mientras que los estudios en Ecuador, no han precisado datos establecidos sobre los factores de riesgos psicosociales en empresas que realizan actividades de alto riesgos, es que trabajaremos en el Cuerpo de Bomberos Municipal de Machala, valorado durante el periodo 2022.

El alcance de la investigación es un estudio descriptivo observacional.

### **Diseño de la investigación**

El diseño de estudio es mixto cuali-cuantitativo observacional, de estudio descriptivo retrospectivo con corte transversal o estudio de prevalencia.

### **Técnica e Instrumento de recolección de los datos**

Dentro del método cuantitativo se trabajará con el test de Riesgos Psicosociales emitido y aprobado por el Ministerio de Trabajo, el cual avala dicha evaluación.

Sin embargo, en el estudio cualitativo, se analizará estudios de investigación científica colgadas en revistas indexadas en la página web durante los últimos cinco años. Procesadas por el aplicativo Mendeley para su referencia.

### **Diseño muestral**

Muestreo probabilístico aleatorio simple.

Universo

Personal Operativo y Administrativo del Cuerpo de Bomberos Municipal de Machala. En nómina se cuantifican 150 personas, es decir 97 operativos y 53 en la gestión administrativa.

Muestra

Muestreo probabilístico aleatorio simple, se tomará todo el universo al ser dirigidos con 150 personas, siendo un valor aceptable dentro del proceso de nuestra investigación.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Personal trabajando en nóminas del Cuerpo de Bomberos Municipal de Machala.
- Personal mayor de 18 años de edad.
- Personal que permita bajo el consentimiento su evaluación, indicándoles que no amerita de colocar nombres y apellidos.

Criterios de exclusión

- Personal del Cuerpo de Bomberos Municipal de Machala que no haya consensuado su evaluación.
- Personal voluntario, que no se encuentra en nómina.

Definición de variables

Objetivo General: Identificar factores de riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos de Machala, mediante la evaluación aprobada por el Ministerio de Trabajo, y revisión sistemática de la literatura, en el estado ecuatoriano.

## Resultados

Se presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos tras la interpretación de los datos arrojados por el instrumento.

**Tabla 1.**  
 Resultado por dimensión de la evaluación de riesgo psicosocial (personal administrativo)

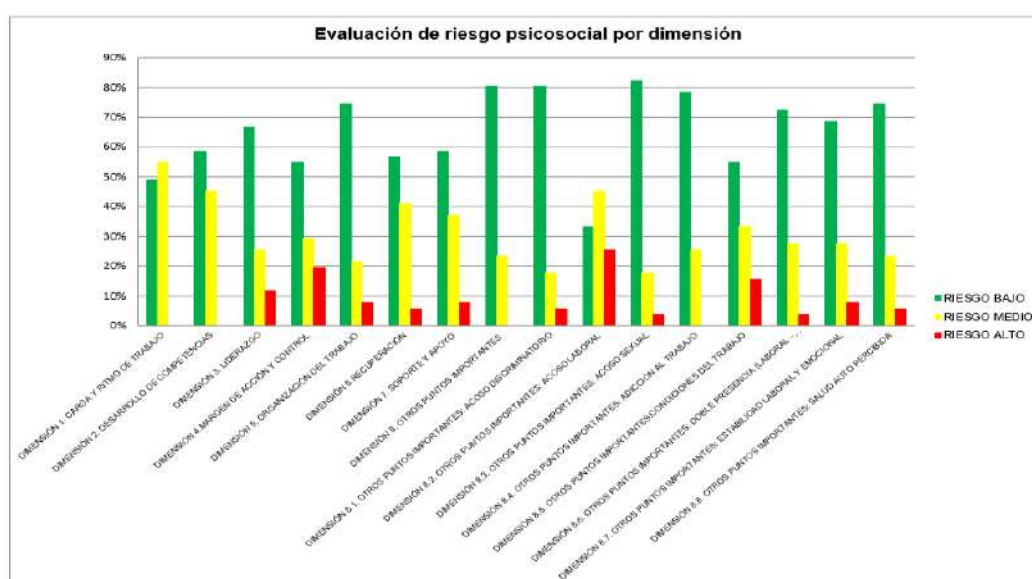
DIMENSIONES DEL CUESTIONARIO	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
<i>DIMENSIÓN 1. CARGA Y RITMO DE TRABAJO</i>	49%	55%	0%
<i>DIMENSIÓN 2. DESARROLLO DE COMPETENCIAS</i>	59%	45%	0%
<i>DIMENSIÓN 3. LIDERAZGO</i>	67%	25%	12%
<i>DIMENSIÓN 4. MARGEN DE ACCIÓN Y CONTROL</i>	55%	29%	20%
<i>DIMENSIÓN 5. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO</i>	75%	22%	8%
<i>DIMENSIÓN 6. RECUPERACIÓN</i>	57%	41%	6%
<i>DIMENSIÓN 7. SOPORTE Y APOYO</i>	59%	37%	8%
<i>DIMENSIÓN 8. OTROS PUNTOS IMPORTANTES</i>	80%	24%	0%
<i>DIMENSIÓN 8.1. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ACOSO DISCRIMINATORIO</i>	80%	18%	6%
<i>DIMENSIÓN 8.2. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ACOSO LABORAL</i>	33%	45%	25%

Idrovo, Patiño.

Evaluación de los riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos de Machala, periodo 2022-2023

<i>DIMENSIÓN 8.3. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ACOSO SEXUAL</i>	82%	18%	4%
<i>DIMENSIÓN 8.4. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ADICCIÓN AL TRABAJO</i>	78%	25%	0%
<i>DIMENSIÓN 8.5. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: CONDICIONES DEL TRABAJO</i>	55%	33%	16%
<i>DIMENSIÓN 8.6. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: DOBLE PRESENCIA (LABORAL – FAMILIAR)</i>	73%	27%	4%
<i>DIMENSIÓN 8.7. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ESTABILIDAD LABORAL Y EMOCIONAL</i>	69%	27%	8%
<i>DIMENSIÓN 8.8. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: SALUD AUTO PERCIBIDA</i>	75%	24%	6%

Fuente: elaboración propia (2022)



**Figura 1.** Evaluación por dimensión de la evaluación de riesgo psicosocial en personal administrativo.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Las dimensiones analizadas a través del instrumento, denota una gran importancia en otros puntos importantes de acoso laboral, ya que se evidencia en grafico que aumenta el riesgo medio, seguido del bajo y por último riesgo alto, el cual esta dibujado con mayor énfasis en dicha dimensión.

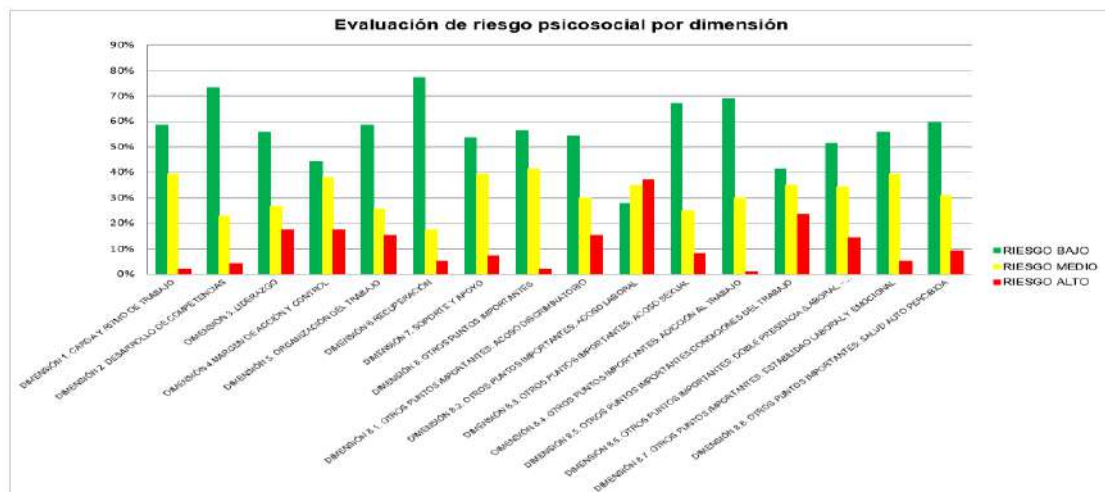
**Tabla 2.**  
 Resultado por dimensión de la evaluación de riesgo psicosocial en personal operativo

DIMENSIONES DEL CUESTIONARIO	RIESGO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
DIMENSIÓN 1. CARGA Y RITMO DE TRABAJO	59%	39%	2%
DIMENSIÓN 2. DESARROLLO DE COMPETENCIAS	73%	23%	4%
DIMENSIÓN 3. LIDERAZGO	56%	27%	18%
DIMENSIÓN 4. MARGEN DE ACCIÓN Y CONTROL	44%	38%	18%
DIMENSIÓN 5. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	59%	26%	15%
DIMENSIÓN 6. RECUPERACIÓN	77%	18%	5%
DIMENSIÓN 7. SOPORTE Y APOYO	54%	39%	7%
DIMENSIÓN 8. OTROS PUNTOS IMPORTANTES	57%	41%	2%
DIMENSIÓN 8.1. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ACOSO DISCRIMINATORIO	55%	30%	15%
DIMENSIÓN 8.2. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ACOSO LABORAL	28%	35%	37%
DIMENSIÓN 8.3. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ACOSO SEXUAL	67%	25%	8%



<b>DIMENSIÓN 8.4. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ADICCIÓN AL TRABAJO</b>	69%	30%	1%
<b>DIMENSIÓN 8.5. OTROS PUNTOS IMPORTANTES:CONDICIONES DEL TRABAJO</b>	41%	35%	24%
<b>DIMENSIÓN 8.6. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: DOBLE PRESENCIA (LABORAL – FAMILIAR)</b>	52%	34%	14%
<b>DIMENSIÓN 8.7. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: ESTABILIDAD LABORAL Y EMOCIONAL</b>	56%	39%	5%
<b>DIMENSIÓN 8.8. OTROS PUNTOS IMPORTANTES: SALUD AUTO PERCIBIDA</b>	60%	31%	9%

Fuente: Elaboración Propia (2022)



**Figura 2: Evaluación por dimensión de la evaluación de riesgo psicosocial en personal operativo.**

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Las dimensiones en el personal operativo, nos evidencia que, en la dimensión de otros puntos de acoso laboral, el riesgo alto ocupa el primero lugar seguido de un riesgo medio y por último del riesgo bajo.

### **Discusión**

En un estudio transversal, que determino la percepción de los riesgos psicosociales y estrés relacionado con el trabajo en relación con la precariedad laboral y diferencias de género, en donde los autores concluyen que la percepción puede verse influida por la precariedad laboral, en forma de contratos temporales, y aumenta la vulnerabilidad del trabajador a los riesgos relacionados con el estrés del trabajo y difiere entre géneros. (De Sio et al. 2019)

En otro estudio, recomiendan medidas más que específicas, pero generales y organizativas, ya que los resultados suelen ser más positivos si los riesgos se identifican a tiempo y se toman medidas para reducirlos o eliminarlos; las acciones individuales de prevención deben seguir o complementar las acciones globales de prevención. Considerando esto no solo para lograr una mayor sostenibilidad en el tiempo, sino también para brindar un entorno ideal para su adopción. Esto asegura que la inversión de tiempo y recursos cumpla con su objetivo principal, que es reducir el impacto de los riesgos psicosociales en los empleados. (Muñoz, Orellano, and Hernández 2018)

Otra investigación define, como las condiciones en el ambiente de trabajo relevantes para la organización, el contenido y desempeño de la participación y las condiciones que pueden afectar el bienestar y la salud física, psicológica o social de los empleados y su desarrollo. El ejercicio puede causar estrés e incluso agotamiento. Esta idea ha evolucionado para ser apoyada por la legislación nacional e internacional, pero los factores psicológicos y sociales están en el trabajo, entorno, satisfacción laboral y condiciones y competencias organizacionales, además de sus necesidades, cultura y relaciones personales fuera del trabajo, teniendo en cuenta su experiencia. (Luna-Chávez, Anaya-Velasco, and Ramírez-Lira 2019)

Según un estudio los riesgos psicosociales deben incluirse en las estrategias y políticas nacionales de salud y seguridad en el trabajo. Al mismo tiempo, se deben estudiar estos riesgos relacionados con el trabajo, se deben desarrollar y difundir guías y protocolos para la prevención y gestión de riesgos psicosociales, y se deben desarrollar herramientas especiales de evaluación, gestión e intervención de riesgos. Finalmente, se debe implementar un enfoque integrado para la prevención y el reconocimiento de los riesgos psicosociales con respecto al impacto en el entorno laboral, y este problema debe abordarse de manera oportuna en el lugar de trabajo. Así evitaremos que personas asuman estos riesgos profesionales y no les perdonemos la vida. (Feria Galbán 2018)

En otra investigación, concluyen que altos niveles de riesgos psicosociales en grupo de trabajadores de la salud desencadenan en bajos niveles de salud mental y vitalidad, síntomas severos de estrés y un desequilibrio entre el esfuerzo y la recompensa. (Castro 2018)

En Chile, las regulaciones exigen que todas las empresas y organizaciones evalúen y gestionen los riesgos psicosociales en sus lugares de trabajo. Uno de los sectores más comunes para los problemas de salud mental relacionados con el trabajo es el sector de la salud. Motivado por esta posición, el estudio actual examinó datos de dos agencias de salud pública y desarrolló un tratamiento estadístico capaz de identificar factores de riesgo importantes en la población de estudio. (Villarroel et al. 2018)

### **Conclusiones**

Dentro del personal operativo, se encuentra como riesgo alto el acoso laboral, que ellos pueden presentar, sin embargo, dentro del personal administrativo este riesgo está catalogado como medio. Las pautas a seguir dentro de este personal van encaminadas en el abordaje del acoso laboral, tratando de definir si este ocurre a nivel jerárquico o entre compañeros.

### **Referencias bibliográficas**

Abregú-Tueros, Luis Fidel. 2020. "A Systematic Review of the Preventive Practices for

- Psychosocial Risks in Ibero-American Health Centers." *Medwave* 20(7):e8000. doi: 10.5867/medwave.2020.07.8000.
- Castro, Nelson P. 2018. "Riesgos Psicosociales y Salud Laboral En Centros de Salud." *Ciencia & Trabajo* 20(63):155–59. doi: 10.4067/s0718-24492018000300155.
- Chávez, Judith P. Breña, Roger Hernández Díaz, Arturo Hernández Peña, Rolando Castañeda Isaías, Espinoza Blanco, William Roldán Gonzalez, Claudia Ramirez Bustamante, and Ciro Maguiña Vargas. 2011. "Compromiso Organizacional y Riesgos Psicosociales." *San Gregorio* 28(4):228–36. doi: 10.36097/rsan.v1i35.1107.
- Feria Galbán, Karel. 2018. "Los Riesgos Psicosociales En El Trabajo: Un Reto Colectivo En El Desarrollo Laboral Cubano." *Lex Social: Revista de Los Derechos Sociales* 8(1):174–205.
- Jaramillo Intriago, Fabián Esteban. 2018. "Los Riesgos Psicosociales En El Derecho Del Trabajo." *USFQ Law Review* 5(1):100–117. doi: 10.18272/lr.v5i1.1219.
- Joosen, Margot, Marianne Palmen, and Patricia Van Casteren. 2020. "Workplaces Special Session 41 Policy Approaches to Psychosocial Risks at Work." *Safety and Health at Work* 13:S63. doi: 10.1016/j.shaw.2021.12.928.
- Lopes, Carlos Manoel, Cristiane Faiad, and Emílio Peres. 2020. "Fatores de Risco e Riscos Psicossociais No Trabalho: Definição e Implicações." *Psicologia: Teoria e Pesquisa* 36(spe):1–9. doi: 10.1590/0102.3772e36nspe19.
- Luna-Chávez, Estibalis Anaís, Ana Anaya-Velasco, and Ezequiel Ramírez-Lira. 2019. "Diagnóstico de Las Percepciones de Los Factores de Riesgo Psicosociales En El Trabajo Del Personal de Una Industria Manufacturera." *Estudos de Psicologia (Campinas)* 36:1–10. doi: 10.1590/1982-0275201936e180148.
- Muñoz, Delvis, Nataly Orellano, and Hugo Hernández. 2018. "Riesgo Psicosocial: Tendencias y Nuevas Orientaciones Laborales." *Psicogente* 21:532–44. doi: doi.org/10.17081/psico.21.40.3090.
- Neffa, Julio César. 2019. "Un Nuevo Campo de Estudio Para La Sociología Del Trabajo: Los Riesgos Psicosociales En El Trabajo." *Revista Del Centro de Estudios de Sociología Del Trabajo* 11(abril):66–104.
- Pérez-Alonso, José, Marta Gómez-Galán, Marta Agüera-Puntas, Julián Sánchez-Hermosilla, and Ángel Jesús Callejón-Ferre. 2021. "Approach for Assessing the Prevalence of Psychosocial Risks of Workers in the Greenhouse Construction Industry in South-Eastern Spain." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(9):1–29. doi: 10.3390/ijerph18094753.
- Pujol-Cols, Lucas, and Mariana Lazzaro-Salazar. 2018. "Psychosocial Risks and Job Satisfaction in Argentinian Scholars: Exploring the Moderating Role of Work Engagement." *Journal of Work and Organizational Psychology* 34(3):145–56. doi: https://doi.org/10.5093/jwop2018a17 Available.
- Seilerov, Monika. 2019. "The Consequences of Psychosocial Risks in the Workplace in Legal Context." *Central European Journal of Labour Law and Personnel Management* 2(1):47–60. doi: 10.33382/cejllpm.2019.02.04.
- De Sio, Simone, Fabrizio Cedrone, Edoardo Trovato, Giuseppe Buomprisco, Roberto Perri, and Emilio Greco. 2019. "Corrigendum to: The Perception of Psychosocial Risks and Work-Related Stress in Relation to Job Insecurity and Gender Differences: A Cross-Sectional Study (BioMed Research International (2018) 2018 (7649085) DOI:

Idrovo, Patiño.

Evaluación de los riesgos psicosociales en el Cuerpo de Bomberos  
de Machala, periodo 2022-2023

10.1155/2018/7649085).” *BioMed Research International* 2019:1–7. doi:  
10.1155/2019/3209787.

Villarroel, Cristian, Carolina Busco R., Belén Neira L., André Ensignia E., and Pablo Durán V. 2018. “Modelo de Intervención de Riesgos Psicosociales En La Red Asistencial de Salud.” *Ciencia & Trabajo* 20(62):76–79. doi: 10.4067/s0718-24492018000200076.

## Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja

## Development of a program of promotion and prevention strategies in safety and health in the symphony orchestra of Loja



José Fernando Loaiza Montaña<sup>1</sup>

jfloaizam@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-9165-9017>

Eugenia Lyli Moreira Macías<sup>2</sup>

elmoreira@uess.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3527-5015>

Recibido: 11/08/2023; Aceptado: 23/11/2023

### RESUMEN

Se abordó un estudio con el objetivo de analizar los riesgos laborales en el personal musical de la Orquesta Sinfónica de Loja, mediante la aplicación de una encuesta y revisión de matriz de riesgos, que permita la elaboración de un programa de “Estrategias de promoción y prevención en seguridad y salud” con la finalidad de ser implementado y disminuya el daño en los músicos. Se aplicó un enfoque mixto, de alcance descriptivo y correlacional, de corte transversal, y diseño no experimental. Se aplicó una encuesta a una población de 55 músicos y mediante de criterios de selección se obtuvo una muestra de 43 participantes. Se analizó, además, la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos lo que permitió contrastar lo encontrado en la encuesta. Se encontró que los hombres están mayormente expuestos a los riesgos mecánicos, que toda la población no está obligada a usar equipo de protección individual, que más de la mitad de la población está expuesta a ruido en su jornada laboral, que mantienen posturas forzadas, que realizan movimientos repetitivos inherentes a sus actividades, existiendo relación estadísticamente significativa entre el puesto de trabajo y la posición que mantiene el músico. Los músicos infirieron tener un buen estado de salud autopercibido, sin embargo, revelan haber presentado molestias y dolores músculo esqueléticos. Con relación a los hallazgos se determinaron estrategias de promoción y prevención con la finalidad de minimizar los riesgos y peligros como la evaluación de riesgos y de salud, capacitación en seguridad y salud a los músicos, dotarlos de equipo de protección

<sup>1</sup> Magister en Gerencia Hospitalaria, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.

<sup>2</sup> Magister en Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Espíritu Santo, Ecuador.

individual, pausas pasivas para reducir fatiga y estrés muscular, y resaltando la importancia en el fomento una cultura de prevención y cuidado de la salud en la organización.

**Palabras clave:** orquesta sinfónica, prevención, promoción, riesgos laborales, seguridad y salud

#### **ABSTRACT**

A study was undertaken with the objective of analyzing occupational risks in the musical personnel of the Loja Symphony Orchestra, through the application of a survey and review of the risk matrix, which allows the elaboration of a program of "Promotion and prevention strategies in safety and health" in order to be implemented and reduce the damage to musicians. A mixed approach was applied, descriptive and correlational in scope, cross-sectional, and non-experimental design. A survey was applied to a population of 55 musicians and through selection criteria a sample of 43 participants was obtained. In addition, the hazard identification and risk assessment matrix was analyzed, which made it possible to compare what was found in the survey. It was found that men are more exposed to mechanical risks, that the entire population is not obliged to use personal protective equipment, that more than half of the population is exposed to noise during their workday, that they maintain forced postures, that they perform repetitive movements inherent to their activities, there being a statistically significant relationship between the job position and the position held by the musician. The musicians inferred that they had a good self-perceived state of health, however, they revealed that they had presented musculoskeletal aches and pains. In relation to the findings, promotion and prevention strategies were determined in order to minimize risks and dangers such as risk and health assessment, training in safety and health for musicians, providing them with personal protective equipment, passive breaks to reduce fatigue and muscular stress, and highlighting the importance of fostering a culture of prevention and health care in the organization.

**Keywords:** symphony orchestra, prevention, promotion, occupational risks, health and safety

---

#### **Introducción**

Las labores de los instrumentistas de las orquestas sinfónicas, cumplen con actividades que se basan en la combinación de destrezas de los músculos, huesos y nervios, encontrándose en una exposición de riesgos laborales, al tocar un instrumento que requiere movimientos repetitivos y precisos, con posturas forzadas de largos períodos de tiempo; las condiciones de trabajo, tales como la exposición de niveles de ruido, las actuaciones sin descanso y las

preparaciones insuficientes para repertorios, afectan la salud del instrumentista de cualquier nivel profesional y edad (Aguilar del Castillo, 2022; Cárdenas et al., 2022).

Por lo general, los trabajadores músicos cuando presentan estos trastornos mencionados no suelen ser tomados en cuenta, aún menos, cuando se trata de la salud mental, como la ansiedad, depresión y miedos escénicos, derivadas de un riesgo psicosocial de sus actividades musicales (Medina, 2021). Estas enfermedades físicas y psicológicas durante el tiempo pasan a ser crónicas, debido a la falta de seguimiento periódico a la salud del músico de acuerdo a la actividad musical que ejecutan (Martín, 2023).

Las orquestas sinfónicas del Ecuador, carecen de un equipo multidisciplinarios de profesionales (prevencionistas, médicos, ergónomos, kinesiólogos, etc.) que trabajen como equipo para estar pendientes de la salud del instrumentista (Jiménez Rey et al., 2020); es así, que la carencia de un equipo especializados no permite tener un programa de estrategias de promoción y prevención en seguridad y salud en las orquestas sinfónicas, que permitan contribuir con el bienestar de sus trabajadores para prevenir la ocurrencia de enfermedades laborales. Se analizará la Orquesta Sinfónica de Loja, actualmente conformado por 63 músicos, la cual carece de un programa de “Estrategias de Promoción y Prevención en Seguridad y Salud”, generando así altas situaciones negativas laborales como días de ausentismo, disminución de capacidad laboral, falta de atención en la salud de los trabajadores, y bajo compromiso laboral con la organización.

La justificación de este proyecto, permitirá reconocer el efecto de los factores personales, ambientales, organizacionales, comunitarios, sociales y tecnológicos, sobre el bienestar de los músicos de la orquesta, de la misma manera, la intervención de estos factores se asocian a las siguientes especificaciones como: contribuir al desarrollo de políticas de trabajo saludable, la creación de ambientes favorables en el sitio de trabajo, fortalecer de la organización y participación de la comunidad trabajadora, desarrollo de habilidades y responsabilidades personales y colectivas. De la situación enunciada, la Orquesta Sinfónica de Loja, actualmente incurre en el incumplimiento de los estándares del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con el Decreto Ejecutivo 2393 (1986), en cuanto al diseño, implementación y seguimiento de un programa de promoción y prevención en seguridad y salud.



El incumplimiento en el desarrollo de estrategias dentro de la organización permite evidenciar riesgos laborales en todos los niveles de trabajo (Jiménez et al., 2020), desde el área administrativa hasta el área operativa (músicos), además ha demostrado como resultado, que no se pueda reconocer avances y aspectos de mejora en sistema de gestión de seguridad y la inexistencia de información cuantitativa no ha permitido tener datos que ayude a la toma de decisiones importantes para la organización.

Por otro lado, uno de los documentos fundamentales que marca el inicio referencial en materia de promoción de la salud es la Carta de Ottawa (OMS, 1986), este escrito hace énfasis, en la promoción de la salud es un proceso donde la capacitación de la persona permitirá incrementar el control sobre su salud y por tanto su mejoría, entendiendo la salud como un recurso para la vida cotidiana. La salud se concibe como un concepto positivo que hace énfasis en los recursos sociales y personales; por lo tanto, la responsabilidad de proveer entornos, espacios y vida saludable va más allá del sector salud y también de la concepción de estilos de vida saludables, cuando éstos no van acompañados de las condiciones para construirlos y ponerlos en práctica (García, 2023).

Por lo tanto, este estudio aborda la importancia del desarrollo de un programa de “Estrategias de Promoción y Prevención en Seguridad y Salud, en una organización representativa del país, como es la Orquesta Sinfónica de Loja, siendo necesario que el personal musical, tengan buenos sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, para mejorar su bienestar individual y colectivo, aportando a la mejorara de las decisiones institucionales para con los músicos de la orquesta, a través de prevención de factores de riesgo de manera constante.

Según los estudios de la OMS, para crear con éxito un entorno laboral saludable, una institución o empresa, debe elaborar un programa de estrategia de promoción y prevención en seguridad y salud, que incluya la mejora continua, de manera cíclica que continuamente planea, actúa, revisa y mejora las actividades del programa implantado, como partes permanentes en cada etapa del programa, están la implicación del liderazgo basado en los principales valores y principios éticos y el compromiso de los instrumentistas (Jiménez et al., 2020)

Loaiza, Moreira..

Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención  
en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja

Por lo expuesto, el objetivo del estudio es analizar los riesgos laborales en el personal musical de la Orquesta Sinfónica de Loja, mediante la aplicación de una encuesta y revisión de matriz de riesgos, que permita la elaboración de un programa de “Estrategias de promoción y prevención en seguridad y salud” con la finalidad de ser implementado y disminuya el daño en los músicos.

### **Revisión de Literatura**

Ackermann et al. (2014) describe una investigación realizada en Australia para comprender los riesgos de salud ocupacional que enfrentan los músicos de orquesta profesionales y cómo pueden abordarse estos riesgos para mejorar la seguridad en el trabajo. Se realizó un estudio transversal en el que participaron 377 músicos de 8 orquestas sinfónicas profesionales. Se analizaron las lesiones musculoesqueléticas, la salud auditiva y los desafíos mentales y emocionales que enfrentan los músicos de orquesta durante su carrera. Encontrando que el 84% de los músicos reportaron episodios previos de trastornos musculoesqueléticos relacionados con la interpretación (PRMD). Del 63% que devolvió las encuestas de audición, el 43% creía que tenía pérdida auditiva y el 64% usaba tapones para los oídos al menos de manera intermitente. En relación a la evaluación psicosocial, las mujeres músicas informaron significativamente más rasgos de ansiedad, ansiedad por la interpretación musical, ansiedad social y otras formas de ansiedad y depresión que los hombres músicos.

Además, se exploraron las prácticas actuales de salud y seguridad en el lugar de trabajo y se identificaron varias oportunidades para mejorar la salud y la seguridad laboral de los músicos de orquesta. Entre las conclusiones se destaca la importancia de la educación y la concientización sobre los riesgos y la prevención de lesiones, así como el acceso a servicios de salud y bienestar emocional para los músicos de orquesta en Australia (Ackermann et al., 2014)

Por su parte, Rodrigues et al. (2014) con el objetivo de analizar la exposición al ruido de los músicos de una orquesta sinfónica para comprender su riesgo de pérdida auditiva, aplicando la metodología propuesta por la norma ISO 9612:2009, los sujetos de prueba fueron seleccionados de acuerdo a su instrumento y posición en la orquesta, donde se utilizó un dosímetro para analizar la exposición de ruido durante los ensayos. encontró que la mayoría

de los músicos están expuestos a niveles de ruido superiores a los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y que los músicos de instrumentos de viento y percusión tienen la mayor exposición al ruido. Los autores sugieren que se deben tomar medidas para reducir la exposición al ruido de los músicos en las orquestas sinfónicas, como el uso de protectores auditivos personalizados y la limitación del tiempo de práctica y actuación (Rodrigues et al., 2014).

Kaufman-Cohen y Ratzon (2011) en su estudio examinan los factores de riesgo asociados con lesiones y trastornos musculoesqueléticos en músicos clásicos. El estudio se llevó a cabo en una orquesta profesional de 60 miembros que tocan instrumentos de cuerda, viento y percusión. Se recolectaron datos sobre la edad, el sexo, el tipo de instrumento, la frecuencia y duración de la práctica, así como la presencia y gravedad de lesiones musculoesqueléticas. Los resultados mostraron que los músicos de cuerda tenían una mayor prevalencia de lesiones que los músicos de viento y percusión. Además, la duración de la práctica y la cantidad de horas de ensayo por día se relacionó con un mayor riesgo de lesiones. También se encontró que la postura inadecuada mientras se tocaba el instrumento y el estrés emocional eran factores de riesgo significativos. En conclusión, el estudio sugiere que los músicos clásicos deben ser conscientes de estos factores de riesgo y tomar medidas preventivas para reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

O'Brien et al. (2015), describen y evalúan un programa de conservación auditiva utilizado en una orquesta sinfónica profesional. El estudio se llevó a cabo durante un período de 10 años y se evaluó la efectividad del programa en la detección temprana de pérdida auditiva, así como en la educación y concientización sobre los riesgos de la exposición al ruido en el entorno de trabajo. Se encontró que el programa llevó a una mayor conciencia sobre los riesgos de la exposición al ruido y a la adopción de medidas preventivas por parte de los músicos. Además, se detectó una disminución en la incidencia de pérdida auditiva entre los músicos participantes en el programa en comparación con aquellos que no lo hicieron. En conclusión, se afirma que un programa de conservación auditiva efectivo puede ayudar a prevenir la pérdida auditiva en el entorno laboral de la música en vivo.

Chan et al. (2014), investigan la efectividad del uso de un disco de video digital (DVD) de ejercicios de yoga y pilates en la prevención y tratamiento de trastornos musculoesqueléticos en músicos de orquesta profesionales. La investigación se llevó a cabo a través de encuestas y evaluaciones de los participantes que utilizaron el DVD de ejercicios durante un período de 16 semanas. Los resultados del estudio demostraron que los músicos que utilizaron el DVD de ejercicios experimentaron una disminución significativa en los trastornos musculoesqueléticos, lo que sugiere que el uso de la actividad física terapéutica puede ser una herramienta valiosa para prevenir y tratar lesiones relacionadas con la música.

En otro estudio se explora la experiencia de los músicos que trabajan en una orquesta sinfónica en Ecuador utilizando un enfoque fenomenológico. La investigación se desarrolló a través de entrevistas y observaciones de los participantes y los resultados mostraron la complejidad de la vida de los músicos de orquesta, incluyendo aspectos como las largas horas de ensayos y la presión de las actuaciones en vivo. También se destacó la importancia de la colaboración y el apoyo mutuo entre los músicos. El estudio sugiere que las orquestas sinfónicas pueden mejorar las condiciones de trabajo de los músicos a través de una mayor comunicación y cooperación entre los miembros de la orquesta y la dirección de la misma (Rey et al., 2021).

Leaver et al. (2011), analizan la prevalencia del dolor musculoesquelético en músicos profesionales de élite que trabajan en orquestas sinfónicas británicas. Los resultados de la investigación se obtuvieron a través de encuestas y evaluaciones de los participantes, y mostraron que el dolor musculoesquelético es un problema común entre los músicos de orquesta, afectando a áreas específicas como la región cervical, la espalda y la cadera. Además, se encontró que el dolor se relaciona con la repetición de movimientos y patrones de tensión que son habituales en la práctica musical. El estudio destaca la importancia de mejorar la educación y la comprensión de los músicos sobre la prevención y el tratamiento del dolor musculoesquelético para reducir el impacto negativo en la salud y la calidad de vida de los músicos de orquesta.

Stanhope y Weinstein (2020), abordan la importancia de examinar a los músicos no clásicos, como los que tocan música pop o rock, para reducir la carga de los síntomas musculoesqueléticos en el mundo de la música. El artículo señala que actualmente la mayoría de las investigaciones en este campo se han centrado en los músicos de orquesta, y que, como resultado, hay una falta de información sobre la prevalencia y la naturaleza de los trastornos musculoesqueléticos en otros tipos de músicos. Plantean que es fundamental ampliar el ámbito de las investigaciones para incluir a los músicos no clásicos, ya que estos también experimentan problemas de salud relacionados con la práctica musical. Esto permitiría una mejor comprensión de los factores que contribuyen a los trastornos musculoesqueléticos en la música y llevaría a una mejora en las prácticas preventivas y terapéuticas para reducir la carga de los síntomas musculoesqueléticos en músicos de todo tipo.

Medina (2021) por su parte, examina la relación entre factores psicosociales y el clima laboral en los miembros de una orquesta sinfónica del Perú. Los resultados mostraron que los factores psicosociales, como el apoyo social, la satisfacción laboral y el estrés percibido, están estrechamente relacionados con el clima laboral de los músicos de orquesta en el Perú. Además, se encontró que la calidad del liderazgo puede desempeñar un papel importante en la creación de un ambiente laboral favorable. El estudio subraya la importancia de mejorar la calidad de vida de los músicos de orquesta a través de la implementación de políticas y prácticas de gestión laboral que fomenten el apoyo social, la satisfacción laboral y la prevención del estrés. En general, los resultados sugieren que la gestión efectiva de los factores psicosociales puede mejorar significativamente el bienestar laboral de los músicos de orquesta.

González y Tomasina (2020), describe los resultados de un proyecto que investigó la salud auditiva de músicos académicos en España. La investigación involucró a músicos de diferentes disciplinas, incluyendo orquesta, coro y solistas, y exploró la relación entre sus prácticas musicales y la exposición al ruido y sus efectos en la audición. Los resultados mostraron que la mayoría de los músicos estudiados experimentaron algún tipo de pérdida

Loaiza, Moreira..

Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención  
en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja

auditiva relacionada con su profesión. Además, se encontró que la mayoría de los músicos no estaban conscientes del riesgo que corren, ni tomaban medidas para proteger su audición. El artículo enfatiza la importancia de la educación sobre los peligros del ruido en los sitios de trabajo de música, así como la promoción de los dispositivos de protección auditiva para reducir la incidencia de pérdida de audición entre los músicos. En general, los resultados del proyecto indican la necesidad de una mayor conciencia y medidas preventivas para proteger la salud auditiva de los músicos académicos.

Gembris et al. (2018), examinan los problemas de salud experimentados por los músicos de orquesta a lo largo de su vida, y cómo estos afectan su carrera en la música. El estudio fue realizado en Alemania y se basó en la aplicación de encuestas y evaluaciones de más de 3.000 músicos de orquesta. Los resultados mostraron que los músicos de orquesta experimentan una amplia variedad de problemas de salud, incluyendo trastornos musculoesqueléticos, problemas respiratorios, fatiga y problemas de salud mental. Además, se encontró que estos problemas de salud pueden afectar negativamente la carrera de un músico, ya que pueden resultar en ausencias laborales y un rendimiento reducido. El estudio subraya la importancia de la prevención y el tratamiento oportuno de los problemas de salud en los músicos de orquesta para garantizar una carrera saludable y sostenible en la música. También sugiere la necesidad de una mayor conciencia y apoyo para gestionar estos problemas de salud relacionados con la música.

Topoğlu y Karagülle (2018), investigan la salud general, la ansiedad por el rendimiento musical y las estrategias de afrontamiento de los músicos que trabajan en orquestas sinfónicas estatales turcas. Los resultados del estudio sugieren que los músicos que trabajan en orquestas sinfónicas turcas experimentan altos niveles de estrés y ansiedad relacionados con su práctica musical, lo que puede tener un impacto negativo en su salud mental y física. Además, se encontró que los músicos utilizan una variedad de estrategias de afrontamiento para enfrentar el estrés, incluyendo el apoyo social y la reevaluación cognitiva. El estudio destaca la importancia de fomentar estilos de vida saludables y la adopción de prácticas de cuidado personal entre los músicos para prevenir y manejar el estrés y la ansiedad relacionados con la práctica musical. Los autores sugieren que los músicos necesitan más

atención en términos de salud mental y que se requiere una mayor investigación para comprender mejor los factores de riesgo y las estrategias de apoyo necesarias para mejorar la salud y el bienestar de los músicos de orquesta.

Schmidt et al. (2011), exploran la exposición al sonido de los músicos de orquesta durante los ensayos y las actuaciones. Los resultados mostraron que muchos músicos están expuestos a niveles de presión sonora que son peligrosos para su salud y pueden provocar pérdida auditiva. Además, se encontró que los músicos que tocan instrumentos más cercanos a los demás músicos, como los de cuerda, experimentan mayores niveles de exposición al sonido que los músicos de instrumentos de viento. Se sugiere el implementar medidas de protección auditiva, como el uso de tapones para los oídos, y de mejorar el diseño acústico de las salas de conciertos para reducir la exposición al ruido. El estudio subraya la necesidad de una mayor conciencia sobre los riesgos asociados a la exposición al sonido y la importancia de la prevención de la pérdida auditiva en los músicos de orquesta.

Kenny et al. (2014), analizan el bienestar psicológico de los músicos de orquesta profesionales que residen en Australia. El estudio se basó en encuestas y entrevistas con más de 200 músicos de orquesta. Los resultados mostraron que el estrés y la ansiedad son problemas comunes entre los músicos de orquesta, y que muchos no reciben apoyo adecuado para manejar estos problemas. Además, se encontró que la mayoría de los músicos de orquesta experimentan altos niveles de satisfacción en su trabajo y valores máximos la creatividad. Se establece la importancia de una mayor conciencia sobre los riesgos emocionales y mentales asociados con la práctica musical, así como la necesidad de una mayor atención y recursos para apoyar el bienestar psicológico de los músicos de orquesta. En general, el estudio sugiere que los músicos de orquesta experimentan una amplia gama de desafíos de salud mental, pero que pueden encontrar satisfacción y realización en su carrera en la música.

Stanhope et al. (2022), examinan las estrategias efectivas para prevenir y tratar los síntomas musculoesqueléticos en los músicos. El estudio se basó en una revisión sistemática de la

Loaiza, Moreira..

Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención  
en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja

literatura existente sobre este tema. Los resultados mostraron que las estrategias más efectivas para prevenir y tratar los síntomas musculoesqueléticos incluyen ejercicios específicos de fuerza y estiramientos, descansos adecuados entre sesiones de práctica y la adopción de posturas ergonómicas durante la práctica y la actuación. Además, se encontró que las estrategias de intervención temprana son importantes para prevenir la progresión de los síntomas musculoesqueléticos en los músicos y asegurar una carrera musical sostenible. El estudio acentúa la importancia de una mayor conciencia sobre los riesgos asociados a la práctica musical y la necesidad de adoptar medidas de prevención y tratamiento adecuadas. En general, los músicos pueden tomar medidas efectivas para prevenir y tratar los síntomas musculoesqueléticos y garantizar una carrera saludable y sostenible en la música.

### **Metodología**

- *Enfoque, nivel, diseño, orientación de la investigación*

Se utilizó un enfoque mixto, tanto métodos cuantitativos como cualitativos para recopilar y analizar datos. Esto significa que se combinaron técnicas de recolección de datos numéricos y no numéricos, como encuestas, observaciones y análisis de documentos, y se utilizaron diversas estrategias de análisis para integrar los datos de ambas metodologías. El enfoque mixto permitió una comprensión más profunda y completa del fenómeno investigado, lo que logró mejorar la validez y la fiabilidad de los hallazgos.

La investigación tuvo un alcance descriptivo y correlacional, puesto que se abordó la descripción del fenómeno de análisis en su ambiente natural, y se buscó establecer relación entre las variables de estudio. Así también, se aplicó un diseño de investigación no experimental y su temporalidad fue transversal.

- *Población y muestra*

La población fueron los músicos de una Orquesta Sinfónica (N= 55) y de acuerdo a los criterios de selección se excluyeron todos aquellos que tuvieran menos de un año en la Orquesta, por lo que, este criterio deja a 2 músicos fuera del estudio, y que los participantes no completaran la encuesta (n=10), quedando una muestra final de n=43.



- *Técnicas/instrumentos para la recolección de datos*

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron la I Encuesta sobre Seguridad y Salud en el Trabajo para Ecuador: I-ESST (Gómez-García, 2017) y la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER) de la orquesta (solo los puestos de trabajo de los músicos).

- *Análisis y procesamiento de datos*

El análisis y procesamiento de datos se lo realizó mediante el uso de Microsoft Excel para las frecuencias absolutas y relativas, y el software estadístico SPSS para la aplicación de prueba estadística con la finalidad de determinar si existe relación estadísticamente significativa o no. Los datos se presentaron en texto y tablas.

## Resultados

En la Tabla 1 se muestra la descripción sociodemográfica y laboral de la población encuestada (n=43), Según el sexo, la mayor cantidad son músicos hombres, con una formación de tercer nivel, en el puesto de trabajo de violinista, con una antigüedad laboral de más de 10 años y que labora en una jornada completa de 8 horas diarias.

**Tabla 1**  
Descripción sociodemográfica y laboral

Variables	Total (n = 43)	
	n	%
<b>Sexo</b>		
Masculino	29	67,4

Variables	Total (n = 43)	
	n	%
Femenino	14	32,6
<b>Nivel de formación</b>		
Educación Bachillerato	1	2,3
Tercer nivel de grado	26	60,5
Cuarto nivel de grado	16	37,2
<b>Puesto de trabajo</b>		
Instrumentista de Violín	13	30,2
Instrumentista de Viola	4	9,3
Instrumentista de Chelo	6	14,0
Instrumentista de Contrabajo	4	9,3
Instrumentista de Flauta	3	7,0
Instrumentista de Oboe	3	7,0
Instrumentista de Fagot	2	4,7
Instrumentista de Clarinete	2	4,7
Instrumentista de Trompeta	1	2,3
Instrumentista de Trombón	1	2,3
Instrumentista de Corno	2	4,7
Instrumentista de percusión	1	2,3
Otros	1	2,3
<b>Antigüedad laboral</b>		
Menor a 1 año	2	31,6
1 año - 10 años	7	21,1
Mayor a 10 años	34	28,9
<b>Jornada laboral</b>		
Jornada completa (8 horas)	40	93
Jornada parcial (6 horas)	3	7

Nota: Datos recolectados de la I-ESST con la población de la Orquesta Sinfónica de Loja

### *Riesgo mecánico*

Los hombres infieren estar mayormente expuestos a los diversos riesgos mecánicos, siendo el riesgo a caída al mismo nivel el mayor puntuado, seguido con igual puntuación la caída de objetos, cortes y pinchazos, y golpes (Tabla 2).

**Tabla 2.**  
 Riesgo mecánico según sexo de la población de la orquesta sinfónica

Riesgo mecánico	Hombres n=29		Mujeres n=14	
	Sí n	No n	Sí n	No n
Riesgo de caída al mismo nivel	20	9	6	8
Riesgo de caída a distinto nivel	18	10	5	9
Riesgo de caída de objetos, materiales...	19	10	5	9
Riesgo de desplomes-derrumbamientos	15	14	5	9
Riesgo de cortes, pinchazos...	19	10	6	8
Riesgo de golpes	19	10	6	8
Riesgo de atropellos por vehículos	16	13	6	8
Riesgo de atrapamiento con equipos...	17	12	5	9
Riesgo de proyección de partículas...	17	12	5	9
Riesgo a quemaduras	15	14	5	9
Daños exposición al sol	17	12	6	8
Riesgo de incendios-explosiones	18	11	5	9
Daños por animales	15	14	5	9
Riesgo a contactos eléctricos	17	12	4	10
Riesgo de accidentes de tránsito	18	11	6	8

Nota: Datos recolectados de la I-ESST con la población de la Orquesta Sinfónica de Loja

#### *Equipos de protección personal*

El 100% de los trabajadores indica que durante su trabajo no están obligados a utilizar equipos de protección individual.

#### *Riesgos físicos*

Los resultados expuestos muestran que siempre y casi siempre el 70% de los trabajadores de la orquesta sinfónica están expuestos a ruido en su jornada laboral, exposición que influye negativamente en el desarrollo de tener una buena comunicación y que no permite escuchar a otra persona que esté a 3 metros de distancia, aunque este levante la voz.

No se observan exposiciones a otras condiciones y características del entorno en el que los músicos realizan sus labores.

#### *Riesgos químicos y biológicos*

No se encontró exposición frente a los agentes contaminantes químicos y biológicos.

#### *Riesgos ergonómicos*

Loaiza, Moreira..

Desarrollo de un programa de estrategias de promoción y prevención  
 en seguridad y salud en la orquesta sinfónica de Loja

Los músicos indican que más del 70% mantienen una posición sentada, sin levantarse casi nunca, seguido de la posición sentado, levantándose con frecuencia con un 26%.

Así también, el 70% de los músicos revelan que en la jornada laboral mantienen posturas forzadas, que no levantan o trasladan cargas pesadas con más del 50%, que realizan movimientos repetitivos en cortos periodos de tiempo con un 90%.

Se encontró relación estadísticamente significativa (p-valor 0,000) entre el puesto de trabajo y la posición habitual que mantiene el músico, entre el puesto de trabajo y posturas forzadas (p-valor 0,008).

#### *Riesgo psicosocial*

Con relación a los riesgos psicosociales el 100% de los músicos indican que poseen los conocimientos y habilidades para realizar su trabajo, así como también afirman que realizan esfuerzo mental en su jornada laboral, del mismo modo, disponen de tiempo para ejecutar las tareas que les exige su puesto de trabajo.

La mayoría de los trabajadores indica que se exponen a sentimientos, emociones o trato negativo de otras personas en el ejercicio de su trabajo, por otro lado, casi la totalidad de los músicos se siente apoyado por su equipo de trabajo y por sus superiores, y que la mitad de los músicos siente temor en perder su trabajo.

Más del 70% de los músicos respeta los horarios establecidos de alimentación a pesar de encontrarse trabajando, y que no asocia el consumo de alguna sustancia a preocupaciones relacionadas con el trabajo. Del mismo modo, los trabajadores reconocen que el trabajo que realizan si les permite dormir el número de horas necesarias para recuperarse. Además, disponen de tiempo para realizar actividades en su tiempo libre.

Los músicos infieren con un 67% que la realización de su trabajo no interfiere en su vida Instrumento de r, así como que el 50% sostiene que le tensiona el tiempo que consume en el traslado del trabajo a casa y viceversa.

Es necesario mencionar que no se encontró relación estadísticamente significativa entre las variables sexo (p-valor 0,702), antigüedad laboral (p-valor 0,489), puesto de trabajo (p-valor 0,862), y jornada laboral (p-valor 0,650).

### *Estado de salud autopercebido según sexo y año de antigüedad*

El estado de salud autopercebido se refiere a la evaluación subjetiva que una persona hace de su propio estado de salud. En el caso de la población objeto de estudio indica tener una buena, muy buena y excelente estado de salud, y solo el 8% sostiene un estado de salud percibido regular. Sin embargo, contradictoriamente los músicos infieren que el trabajo que realizan afecta negativamente su salud en más del 70% de la población. No se encontró relación estadísticamente significativa con el estado de salud auto percibido según sexo (p-valor 0.735) y año de antigüedad laboral (p-valor 0.810)

Así también, los músicos revelan que en el último mes han tenido molestias o dolor de espalda (81%), molestias o dolor en los miembros superior (68%), molestias o dolor de cabeza (67%), problemas auditivos (57%), problemas oftalmológicos (42%), problemas digestivos (34%), alguna otra molestia (24%), problemas respiratorios (16%), problemas dermatológicos (14%), y finalmente problemas cardiocirculatorios (5%).

Con relación a la salud mental el 27% de los músicos sostiene haber presentado en el último mes tensión, depresión y problemas emocionales.

### *Accidente de trabajo y enfermedad profesional*

De acuerdo a la encuesta, se detecta que un músico tuvo un accidente de trabajo en el último año. Por otro lado, 9 hombres y 6 mujeres indican haber tenido una enfermedad profesional y que 10 de estas enfermedades fueron reconocidas por el IESS.

### *Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos*

Los resultados obtenidos de la matriz de identificación de riesgos relacionados con la salud y seguridad de los músicos en una orquesta sinfónica, categorizados según los diferentes tipos

de instrumentos que tocan: viento madera, viento metal, cuerda, percusión y piano, se muestran en la Tabla 3 y se presentan los hallazgos siguientes:

Instrumentistas de viento madera, se encontró que el ruido continuo durante los ensayos representa un riesgo físico significativo, causando molestias e irritación. Además, la postura forzada y repetitiva de los miembros superiores y la carga física corporal aumentan el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, como dolor cervical y tendinitis.

Instrumentistas de viento metal, se identificó que enfrentan los mismos riesgos físicos y biomecánicos que los músicos de viento madera, experimentando molestias e irritación debido al ruido continuo y enfrentando riesgos musculoesqueléticos debido a la postura forzada y repetitiva.

Instrumentistas de cuerda, como los violinistas, violistas, violonchelistas y contrabajistas, también enfrentan el riesgo físico del ruido continuo durante los ensayos y la posibilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos debido a la postura forzada y repetitiva de los miembros superiores.

Instrumentistas de percusión, se destaca el riesgo físico del ruido continuo durante los ensayos, lo que puede causar molestias e irritación. Además, las posturas prolongadas por la bipedestación estática pueden llevar a diversos problemas, como dolor cervical, dorsal y lumbar.

Instrumentistas pianistas, se encontraron riesgos similares, con el ruido continuo durante los ensayos causando molestias e irritación. También se destacan los riesgos biomecánicos relacionados con la postura forzada y repetitiva de los miembros superiores y la carga física, lo que puede dar lugar a condiciones como tendinitis y síndrome del túnel carpiano.

En general, la matriz enfatiza la importancia de abordar estos riesgos de manera urgente y tomar medidas para proteger la salud y bienestar de los músicos de la orquesta, recomendando suspender las actividades hasta que los riesgos estén bajo control e

implementar intervenciones adecuadas para mitigar los efectos negativos del ruido y las posturas inadecuadas en los músicos.

**Tabla 3**  
 Riesgos laborales identificados en la matriz IPER

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Peligros</b>	<b>Factor de riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
<i>Músicos / Instrumento de Viento madera</i>	Ruido (continuo)	Físico	Muy alto
	Postura forzada y repetitividad de miembros superiores / Carga física corporal: Posturas forzadas, esfuerzo y repetitividad	Biomecánicos	Muy alto
<i>Músicos / Instrumento de Viento metal</i>	Ruido (continuo)	Físico	Muy alto
	Postura forzada y repetitividad de miembros superiores / Carga física corporal: Posturas forzadas, esfuerzo y repetitividad	Biomecánicos	Muy alto
<i>Músicos / Instrumento de Cuerdas</i>	Ruido (continuo)	Físico	Muy alto
	Postura forzada y repetitividad de miembros superiores / Carga física corporal: Posturas forzadas, esfuerzo y repetitividad	Biomecánicos	Muy alto
<i>Músicos / percusionistas</i>	Ruido (continuo)	Físico	Muy alto
	Posturas prolongadas por bipedestación estática	Biomecánicos	Muy alto
<i>Músicos / pianistas</i>	Ruido (continuo)	Físico	Muy alto
	Posturas prolongadas por bipedestación estática	Biomecánicos	Muy alto
	Postura forzada y repetitividad de miembros superiores / Carga física: postura	Biomecánicos	Muy alto

---

forzada y repetitividad de  
miembros superiores

---

Nota: datos recolectados de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER) de la orquesta

### **Discusión**

El presente estudio y el de González y Tomasina (2020) abordan la salud y los riesgos laborales de los instrumentistas de una orquesta sinfónica, destacando en los hallazgos la importancia de la prevención y conciencia para proteger su bienestar. La investigación de presente resalta que los instrumentistas masculinos enfrentan diversos riesgos físicos, entre ellos, la exposición de ruido.

Por su parte, González y Tomasina (2020) examinan la salud auditiva de músicos académicos, encontrando que la mayoría experimenta pérdida auditiva relacionada con su profesión. Además, muchos músicos no son conscientes de los riesgos ni toman medidas para proteger su audición. Ambos estudios enfatizan la necesidad de educación y promoción de dispositivos de protección auditiva para garantizar la salud auditiva de los músicos.

Se abordan hallazgos similares con el estudio actual y el de Kaufman-Cohen y Ratzon (2011) con relación a las lesiones musculoesqueléticas y las posturas de trabajo inadecuadas en músicos. Ambos estudios señalan que la duración de la práctica y la cantidad de horas de ensayo están directamente relacionadas con el riesgo de sufrir lesiones, especialmente para aquellos que practican durante períodos prolongados y con mayor intensidad. Además, la postura inadecuada mientras se toca el instrumento y el estrés emocional emergen como factores significativos de riesgo ergonómico para desarrollar lesiones a largo plazo.

El estudio de Medina (2021) como el actual, se centran en comprender la situación laboral de los músicos y su impacto en su calidad de vida. Destacan hallazgos similares en la importancia de los factores psicosociales en el ambiente laboral de los músicos de orquesta, por un lado, Medina (2021) encuentra que el apoyo social, la satisfacción laboral y el estrés percibido están estrechamente relacionados con el clima laboral de los músicos. Por otro lado, el presente estudio muestra que los músicos se sienten apoyados por su equipo de trabajo y que tienen tiempo para realizar actividades en su tiempo libre. Medina (2021)



enfatisa que la calidad del liderazgo puede desempeñar un papel importante en el bienestar laboral de los músicos de orquesta, en el mismo sentido, el estudio presente destaca la percepción positiva de los músicos sobre el apoyo que reciben de sus superiores.

Se ha evidenciado similares resultados, que los músicos de orquesta experimentan una amplia variedad de problemas de salud, incluyendo trastornos musculoesqueléticos, problemas respiratorios, fatiga y problemas de salud mental. También coinciden en la necesidad de la prevención y tratamiento oportuno de los problemas de salud para asegurar una carrera saludable y sostenible en la música. En general, tanto Gembris et al. (2018) como el estudio presente destacan la importancia de atender la salud de los músicos en orquestas y promover prácticas que mejoren su bienestar físico y emocional.

Realizando comparaciones con el estudio de Ackermann et al. (2014), encontró que una parte significativa de los músicos encuestados reportó pérdida auditiva y utilizaba tapones para los oídos de manera intermitente para proteger su audición, mientras que en el estudio presente resalta que todos los músicos encuestados, durante su trabajo no están obligados a utilizar equipos de protección individual, lo que supone que la falta de uso de dispositivos de protección auditiva es una preocupación común entre los músicos. En general, Ackermann et al. (2014) enfatizan la importancia de tomar medidas para proteger la salud auditiva y ocupacional de los músicos, y promover prácticas que fomenten un ambiente de trabajo seguro y sostenible.

Ante los hallazgos expuestos, y reconociendo que las estrategias de promoción y prevención de seguridad y salud son un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que se implementan en un entorno laboral con la finalidad de reducir los riesgos y peligros que pueden afectar la salud y el bienestar de los trabajadores (García y Gómez, 2021), se plantean lo siguiente:

Estrategias de promoción y prevención de seguridad y salud

A continuación, se presenta un posible programa de estrategias de promoción y prevención de seguridad y salud para músicos de una orquesta sinfónica:

*Evaluación de riesgos:* Realizar una evaluación de riesgos en el lugar de trabajo para identificar áreas de riesgo específicas para la orquesta, como el riesgo de caídas al mismo nivel y niveles de ruido excesivo.

*Capacitación en seguridad y salud:* Proporcionar capacitación a los músicos sobre medidas de seguridad y salud específicas para el ambiente de trabajo, incluyendo técnicas de postura correcta, movimientos alternativos, y ejercicios de estiramiento.

*Equipamiento de protección personal:* Proporcionar y fomentar el uso de equipo de protección personal, como tapones para los oídos, para reducir la exposición a niveles peligrosos de ruido.

*Descansos programados:* Asegurarse de que los músicos puedan tomar descansos programados durante su trabajo, con el fin de evitar posiciones estáticas y forzadas, y reducir la fatiga y el estrés muscular.

*Orientación laboral positiva:* Fomentar un ambiente de trabajo positivo, ambos en términos de la relación entre los músicos y la dirección y el personal de apoyo, así como en la cultura general del sitio de trabajo.

*Planificación del transporte:* Proporcionar información sobre opciones de transporte alternativas y seguras para los músicos, con el fin de reducir el estrés y la tensión que puedan experimentar durante los traslados al trabajo.

*Evaluación periódica de salud:* Establecer un programa de exámenes regulares de salud para los músicos, para detectar problemas de salud tempranamente y evitar que se conviertan en lesiones más serias.

*Identificación temprana de problemas laborales:* Establecer un mecanismo de intervención temprana para abordar problemas de seguridad y salud en el sitio de trabajo, para evitar que se desarrollen en problemas mayores que puedan afectar la capacidad de los músicos para realizar su trabajo.

Es importante destacar que todos estos puntos deben ser contemplados por un especialista en medicina laboral y especializado en el sector artístico, para garantizar la efectividad de las medidas propuestas y la prevención eficiente de salud en los músicos de la orquesta sinfónica.

### *Fortalezas y Limitaciones*

Como fortalezas del estudio se tiene que la utilización de un enfoque mixto permitió tener una comprensión más profunda de los datos, así como, siendo descriptivo admitió una caracterización completa de las variables en cuestión, lo que puede facilitar la identificación de patrones y tendencias. Por otro lado, como limitaciones se sostiene que la naturaleza transversal del estudio no se pudo establecer una relación causal entre las variables y que la muestra participante puede no ser representativa de la población total de interés.

### **Conclusiones**

En respuesta al objetivo del estudio se concluye lo siguiente:

Entre los riesgos físicos más comunes se encuentran el ruido generado por los instrumentos y la exposición prolongada a sonidos de alta intensidad, lo que puede afectar la audición y provocar fatiga y estrés en el sistema nervioso de los músicos.

También es común la presencia de factores de riesgo ergonómicos debido a la naturaleza de las actividades que se realizan, como la adopción de posturas forzadas, movimientos repetitivos de los miembros superiores y bipedestación estática.

Para prevenir estos riesgos y mejorar la calidad de vida laboral de los músicos, es necesario implementar estrategias de promoción y prevención de seguridad y salud en el trabajo. Estas estrategias pueden incluir la realización de evaluaciones médicas periódicas, la adopción de medidas de protección auditiva y la implementación de programas de ergonomía que promuevan la adopción de posturas adecuadas y el manejo del estrés laboral.

Además, es importante que se fomente una cultura de prevención y cuidado de la salud en la organización, que se brinden capacitaciones y entrenamientos en temas de seguridad y salud en el trabajo, y se promueva la participación activa de los músicos en la identificación y prevención de riesgos laborales.

---

## Referencias bibliográficas

- Ackermann, B. J., Kenny, D. T., O'Brien, I., y Driscoll, T. R. (2014). Sound Practice—improving occupational health and safety for professional orchestral musicians in Australia. *Frontiers in Psychology*, 5, 973. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4158789/>
- Aguilar del Castillo, M. D. C. (2022). Normativa desafinada para los músicos de orquesta sinfónica. *Laborum et scientiae: libro homenaje al prof. Dr. Juan Raso Delgue*. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/140760/Normativa%20desafinada%20para%20los%20musicos.pdf?sequence=1>
- Cárdenas, W. B. C., Pesántez, K. D. R. Á., Urgilés, G. N. O., Vicuña, G. E. A., y Loja, E. P. M. (2022). Hipoacusia laboral en ejecutantes de la Orquesta Sinfónica de Cuenca, 2019: Occupational hearing loss in music performers of Cuenca's Symphonic Orchestra, 2019. *REVISTA MÉDICA HJCA*, 14(1), 13-18. <https://revistamedicahjca.iess.gob.ec/ojs2/index.php/HJCA2/article/view/6>
- Chan, C., Driscoll, T., y Ackermann, B. (2014). Exercise DVD effect on musculoskeletal disorders in professional orchestral musicians. *Occupational medicine*, 64(1), 23-30. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqt117>
- García, N. B., y Gómez, G. F. V. (2021). El autocuidado: entre la prevención y la promoción de la salud en el trabajo. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 22, 69-76. <https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsytr/article/view/277>
- García Izquierdo, A. L. (2023). Congreso Nacional sobre Enfermedades Profesionales de los Músicos: libro de actas del congreso. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/67705>
- Gembris, H., Heye, A., y Seifert, A. (2018). Health problems of orchestral musicians from a life-span perspective: results of a large-scale study. *Music & Science*, 1, 2059204317739801. <https://doi.org/10.1177/2059204317739801>
- González Fernández, A. E., y Tomasina, F. (2020). Salud Auditiva en Músicos Académicos: Documento de difusión de resultados del Proyecto. *ECOS*, 1(2), 55-65. <https://doi.org/10.36044/EC.V1.N2.5>
- Gómez-García, A. R. (2017). I Encuesta sobre Seguridad y Salud en el Trabajo para Ecuador: I-ESST. *CienciAmérica*, 6(2), 77-80. <http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/118>
- Jiménez, J. F. R., Contreras, M. I. E., y Mercado, M. A. R. (2021). Mundo de vida cotidiana de trabajadores músicos de una orquesta sinfónica del Ecuador; un enfoque fenomenológico. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 11(1). <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.1.2021.6426>
- Kaufman-Cohen Y, Ratzon NZ. (2011). Correlation between risk factors and musculoskeletal disorders among classical musicians. *Occup Med (Lond)*. 61(2):90-5. doi: 10.1093/occmed/kqq196.
- Kenny, D., Driscoll, T., y Ackermann, B. (2014). Psychological well-being in professional orchestral musicians in Australia: A descriptive population study. *Psychology of Music*, 42(2), 210-232. <https://doi.org/10.1177/0305735612463950>
- Leaver, R., Harris, E. C., y Palmer, K. T. (2011). Musculoskeletal pain in elite professional musicians from British symphony orchestras. *Occupational Medicine*, 61(8), 549-555. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqr129>

- Martín López, T. (2023). ¿Cómo evitar las lesiones de los músicos? Estrategias para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en los profesores de orquestas sinfónicas. In Congreso Nacional sobre Enfermedades Profesionales de los Músicos: libro de actas del congreso. Universidad de Oviedo, Cátedra Asturias Prevención, AMPOS. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/67719/C%C3%B3mo%20evitar%20las%20lesiones%20de%20los%20m%C3%BAgicos.pdf?sequence=1>
- Medina Paredes, A. C. (2021). Relación entre factores psicosociales y el clima laboral en los integrantes de una orquesta sinfónica del Perú. *Revista Educación Y Sociedad*, 2(4), 58–68. <https://doi.org/10.53940/reys.v2i4.75>
- O'Brien, I., Driscoll, T., y Ackermann, B. (2015). Description and evaluation of a hearing conservation program in use in a professional symphony orchestra. *Annals of Occupational Hygiene*, 59(3), 265-276. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meu092>
- Rodrigues, M., Freitas, M., Neves, P., y Vieira Da Silva, M. (2014). Evaluation of the noise exposure of symphonic orchestra musicians. *Noise and Health*, 16(68), 40-46. <https://www.noiseandhealth.org/text.asp?2014/16/68/40/127854>
- Schmidt, J. H., Pedersen, E. R., Juhl, P. M., Christensen-Dalsgaard, J., Andersen, T. D., Poulsen, T., y Bælum, J. (2011). Sound exposure of symphony orchestra musicians. *Annals of Occupational Hygiene*, 55(8), 893-905. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer055>
- Stanhope, J., Pisaniello, D., y Weinstein, P. (2022). The effect of strategies to prevent and manage musicians' musculoskeletal symptoms: a systematic review. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 77(3), 185-208. <https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1860879>
- Stanhope, J., y Weinstein, P. (2020). Why do we need to investigate non-classical musicians to reduce the burden of musicians' musculoskeletal symptoms?. *Industrial health*, 58(3), 212-223. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2019-0094>
- Topoğlu, O., y Karagülle, D. (2018). General health status, music performance anxiety, and coping methods of musicians working in Turkish state symphony orchestras: a cross-sectional study. *Medical Problems of Performing Artists*, 33(2), 118-123. <https://doi.org/10.21091/mppa.2018.2019>

## Optimizando la Teoría General de Sistemas: Un Enfoque Centrado en la Planificación

### Optimizing General Systems Theory: A Planning-Centered Approach

Francisco Javier Andrade Domínguez<sup>1</sup>  
fandraded7@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2948-9965>



Deborah Pérez Morfi<sup>2</sup>  
DeborahPérezMorfi@fch.cu  
<https://orcid.org/0000-0003-1763-5865>

Recibido:11/10/2023; Aceptado:11/12/2023

#### RESUMEN

El objetivo de esta investigación consiste en examinar los sistemas de planificación y sus procedimientos homeostáticos, con el objetivo de comprender cómo se estructuran y regulan parcial o completamente, en función de la organización pública o privada, para lograr similitudes en la consecución de metas. Las contribuciones teóricas de este estudio se centran en la conceptualización de la teoría de sistemas y los isoformismos. La metodología empleada permite la identificación, selección y análisis de fuentes de información de manera sistemática, en relación con la teoría general de sistemas. La metodología es de tipo cuantitativa, los resultados se basan en la creación de un esquema lógico y secuencial, utilizando un dendrograma de variables que facilita la eliminación de redundancias entre los diversos conceptos examinados. Las conclusiones obtenidas a partir de esta investigación confirman que las organizaciones públicas son entidades dinámicas y cambiantes que se ven inevitablemente influenciadas por su entorno operativo. La novedad científica de este estudio radica en el desarrollo de una metodología para formular sistemas de planificación basada en la teoría general de sistemas, alineada con la planificación institucional y enfocándose en los objetivos institucionales de una institución pública.

**Palabras clave:** Teoría de sistemas, Isoformismo, Planificación Institucional, Sistemas de Planificación.

## ABSTRACT

The objective of this research is to examine planning systems and their homeostatic procedures, with the aim of understanding how they are partially or completely structured and regulated, depending on the public or private organization, to achieve similarities in the attainment of goals. The theoretical contributions of this study focus on the conceptualization of systems theory and isoformisms. The methodology used allows the identification, selection and analysis of sources of information in a systematic way, in relation to the systems theory. The methodology is quantitative, the results are based on the creation of a logical and sequential scheme, using a dendrogram of variables that facilitates the elimination of redundancies between the various concepts examined. The conclusions obtained from this research confirm that public organizations are dynamic and changing entities that are inevitably influenced by their operating environment. The scientific novelty of this study lies in the development of a methodology for formulating planning systems based on general systems theory, aligned with institutional planning and focusing on the institutional objectives of a public institution.

**Keywords:** Systems Theory, Isoformism, Institutional Planning, Planning Systems.

---

## Introducción

La administración pública enfrenta en la actualidad una serie de desafíos cruciales relacionados con la gestión efectiva de sus metas institucionales. Este desafío es especialmente relevante para aquellas instituciones cuyo propósito fundamental es la prestación de servicios públicos, ya que su funcionamiento tiene un impacto directo en la calidad de vida de los ciudadanos. La necesidad de integrar y desarrollar un nuevo paradigma de gestión institucional se ha vuelto imperativa en un mundo en constante cambio y transformación. En este contexto, la creación y ejecución de procesos interconectados desempeñan un papel fundamental en el control y la sistematización del cumplimiento de las actividades, lo que a su vez contribuye al logro de las metas institucionales. Esta investigación se enfoca en abordar estos desafíos a través del enfoque de la teoría de sistemas, explorando cómo esta perspectiva puede ofrecer respuestas valiosas en el ámbito interdisciplinario de las ciencias, particularmente en lo que respecta a la gestión de organizaciones públicas. En este contexto, se llevará a cabo un análisis bibliográfico que permitirá comprender mejor las múltiples dimensiones de este enfoque diferenciado y su aplicación en la administración pública moderna.

Andrade, Pérez.

Optimizando la Teoría General de Sistemas: Un Enfoque Centrado en la Planificación

En el vasto campo de la administración y la gestión organizacional, varias teorías han surgido a lo largo del tiempo, cada una ofreciendo perspectivas únicas sobre cómo las organizaciones pueden funcionar de manera efectiva y alcanzar sus objetivos institucionales. Estas teorías incluyen la teoría de sistemas, desarrollada por visionarios como Ludwig von Bertalanffy, Robert Katz y Franz Rosenzweig; la teoría científica, cuyos pilares fueron establecidos por Frederick Taylor, Henry L. Gantt, y las contribuciones de Lilian y Frank Gilbreth; la teoría burocrática, delineada por Max Weber; la teoría institucional, con sus fundamentos en el trabajo de John W. Meyer, Brian Rowe, P. J. DiMaggio y W. Powell; la teoría de los recursos y las capacidades, estudiada y perfeccionada por Jay Barney; y, finalmente, la teoría adaptativa compleja, cuyo análisis ha sido profundizado por investigadores como Stuart Kauffy, Stuart Kauffy, P. J. DiMaggio y W. Powell, entre otras.

Estas teorías, a pesar de sus diferencias conceptuales y metodológicas, comparten un denominador común: todas ellas incorporan la planificación como un elemento fundamental en sus enfoques de gestión. En este contexto, el objetivo subyacente es evidenciar cómo un sistema, ya sea una organización pública o privada, puede ser eficazmente dirigido y coordinado, independientemente de si esta dirección es parcial o abarca todo el espectro organizativo, con el fin último de lograr sus objetivos específicos de manera eficiente y efectiva.

En este análisis, exploramos cómo cada una de estas teorías aborda a la planificación como una herramienta esencial para el éxito organizativo. El tema que motiva esta investigación tiene sus bases en el estudio de la teoría de sistemas bajo el enfoque de la dinámica de las instituciones públicas, donde se investiga cómo funciona un sistema en el ámbito de la planificación institucional. En este marco se sustentan una serie de conceptos y principios que buscan adecuar un sistema de planificación institucional y su funcionamiento, basado en la definición de metas y políticas públicas, qué, a su vez, definen cómo se planifica su funcionamiento institucional, y la construcción de nuevos paradigmas de evaluación bajo diversos puntos de vista de la gestión y las metas institucionales

### **La teoría General de Sistemas**



La teoría general de sistemas (TGS) se ha desarrollado paralelamente a la civilización humana, para Ludwig Von Bertalanffy, esta teoría es una demostración magistral de cómo pueden interactuar teorías de diversos campos, ya que se presenta como un método preciso y racional para entender la realidad. Para Bertalanffy la TGS, es una ciencia con un enfoque interdisciplinario que permite utilizarla en cualquier sistema natural o artificial, varios expertos en la materia, han respaldado esta afirmación, en algunas versiones las ideas son más complejas y se han reelaborado de acuerdo con las aplicaciones modernas teniendo en cuenta el vertiginoso ritmo de los avances tecnológicos, que se presentan a continuación.

Según Hernández et al., (2014) la teoría de sistemas considera varios aspectos estructurales fundamentales que describen las características del enfoque sistémico multidisciplinar, permitiendo su aplicación a cualquier sistema, ya sea natural o artificial, y teniendo en cuenta que un sistema puede representar desde una organización compleja hasta un ser humano.

Hernández y Medina, (2014) menciona que la teoría general de sistemas adopta una perspectiva interdisciplinaria y, por tanto, es aplicable a cualquier sistema, ya sea natural o artificial, no obstante, señalan que la mayor parte de su bibliografía se centra en sistemas concretos, como las organizaciones humanas, incluidas la empresa. Según Mintzberg & Velázquez (2016) la TGS, consiste en una serie de procesos que, dependiendo de su complejidad, pueden soportar las operaciones de una organización.

Esto significa que un sistema es una estructura ordenada y unitaria formada por dos o más elementos o partes interdependientes, componentes o subsistemas, delimitados por fronteras reconocibles que lo separan de su supra sistema (Ríos & Santillán, 2016; Sommerville (2017). En consecuencia, un sistema se forma por una serie de partes que lo componen, cada una de las cuales sirve a un propósito distinto.

La teoría de sistemas tiene un alcance global y una metodología que puede utilizarse en cualquier situación o realidad. Sin embargo, varios autores consideran que la teoría en su conjunto no crea respuestas a los problemas, sino teorías y conceptualizaciones que trabajan con un punto de vista sistémico para dotar a los sistemas de sus características fundamentales, o isomorfismos (Di Maggio, 1995; Briggs & Peat, 1989; Senge, 1990; Senge & Sterman, 1992; Camarena, 2016).

Para comprender cómo funciona un sistema en su conjunto, es útil tener una comprensión global de cada una de sus partes, algo que ofrece la teoría general de sistemas y que permite ver cada fenómeno como parte de un supra sistema más grande que se compone de subsistemas más pequeños. Según Arras Vota (2010) cada uno de estos componentes puede funcionar como un subsistema menor o como parte de un supra sistema mayor. Somerville (2017), menciona que los subsistemas son colecciones intencionadas de componentes interconectados y variados que trabajan juntos para lograr un objetivo determinado.

Dado que las definiciones de este marco temporal permiten, la extensión longitudinal de la teoría de sistemas, desde una visión científica de la realidad con una perspectiva holística que extiende su particularidad a cualquier nivel, se incorpora este concepto a todos los dominios organizativos que pueden emplearse en cualquier nivel de investigación. Por lo que varios autores coinciden en que el término "sistema" puede referirse a cualquier "todo" formado por una serie de partes interdependientes, y no sólo a cosas físicas, dentro de esta jerarquía de conceptos.

---

### **Metodología**

El propósito de este acápite es desarrollar las fases, etapas, los métodos y las técnicas para un diseñar un sistema de planificación en donde se estructura, los componentes y las interacciones dentro de un conjunto de elementos que operen juntos para lograr un sistema de planificación.

Se detallan las características del enfoque cualitativo y de la investigación-acción, los principios y premisas, así como también se describen las etapas que la sustentan, los métodos, las técnicas a utilizar y los productos a obtener en cada etapa. La investigación emplea un conjunto de técnicas entre las que se encuentran: el análisis documental, denograma de variables y la aplicación del grupo de expertos.

La validación de la encuesta se realiza con el aporte de expertos en el tema, para lo cual el autor propone incluir a expertos en la academia y directivos de la institución, tomando en cuenta algunas características especiales de cada uno de ellos, como la formación profesional, la experiencia profesional y la capacitación específica.

Para la selección de los expertos se aplica el método propuesto por Frías et al. (2008). A partir de la identificación inicial de los posibles expertos, se determinan sus coeficientes de conocimiento ( $K_c$ ) y de autoevaluación ( $K_a$ ), con los que se establecen los coeficientes de experticia ( $K$ ) (Frías et al., 2008). Se seleccionan aquellos expertos cuyo coeficiente de experticia ( $K$ ) se encuentre por encima de 0,8.

Estos criterios fueron obtenidos a través del coeficiente de competencia ( $k$ ) el cual se obtiene a partir de dos coeficientes: coeficiente de conocimiento ( $k_c$ ) y coeficiente de argumentación ( $k_a$ ). Para la obtención del coeficiente de conocimiento se les pide a los expertos que valoren su conocimiento acerca del tema en una escala ascendente del 1 al 10.

$$k_c = \frac{n}{7} \quad (1)$$

Donde  $n$  es el valor otorgado por el experto.

Coeficiente de argumentación

Para la obtención del coeficiente de argumentación se les pide a los expertos que valoren su capacidad de argumentación en alto, medio y bajo, teniendo en cuenta 6 criterios: experiencia teórica, experiencia práctica, bibliografía nacional consultada, bibliografía internacional consultada, su conocimiento del estado del problema, y su intuición.

$$k_a = \sum ni \quad (2)$$

Donde  $n_i$  son los valores de la tabla de las fuentes de argumentación

Coeficiente de competencia

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$k = \frac{k_c + k_a}{2} \quad (3)$$

Para el cálculo de los índices correspondientes se procesaron los juicios de valor mediante el Coeficiente de ANOCHI el mismo determina la asociación entre el número de expertos consultados, el número de variables y las valoraciones entre los criterios aportados. El valor del coeficiente de ANOCHI oscila entre cero y uno, donde el valor 1 representa la concordancia perfecta y el valor cero la ausencia total de concordancia.

Andrade, Pérez.

Optimizando la Teoría General de Sistemas: Un Enfoque Centrado en la Planificación

Los criterios de clasificación se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1: Criterios de resultados ANOCHI**

Criterios	Rango
Muy baja o insuficiente	< 0,20
Débil o bajo	$\geq 0,21 - 0,40$
Moderada o regular	$\geq 0,41 - 0,60$
Aceptable o buena	$\geq 0,61 - 0,80$
Elevada o muy buena	> 0,80

Fuente: elaboración propia

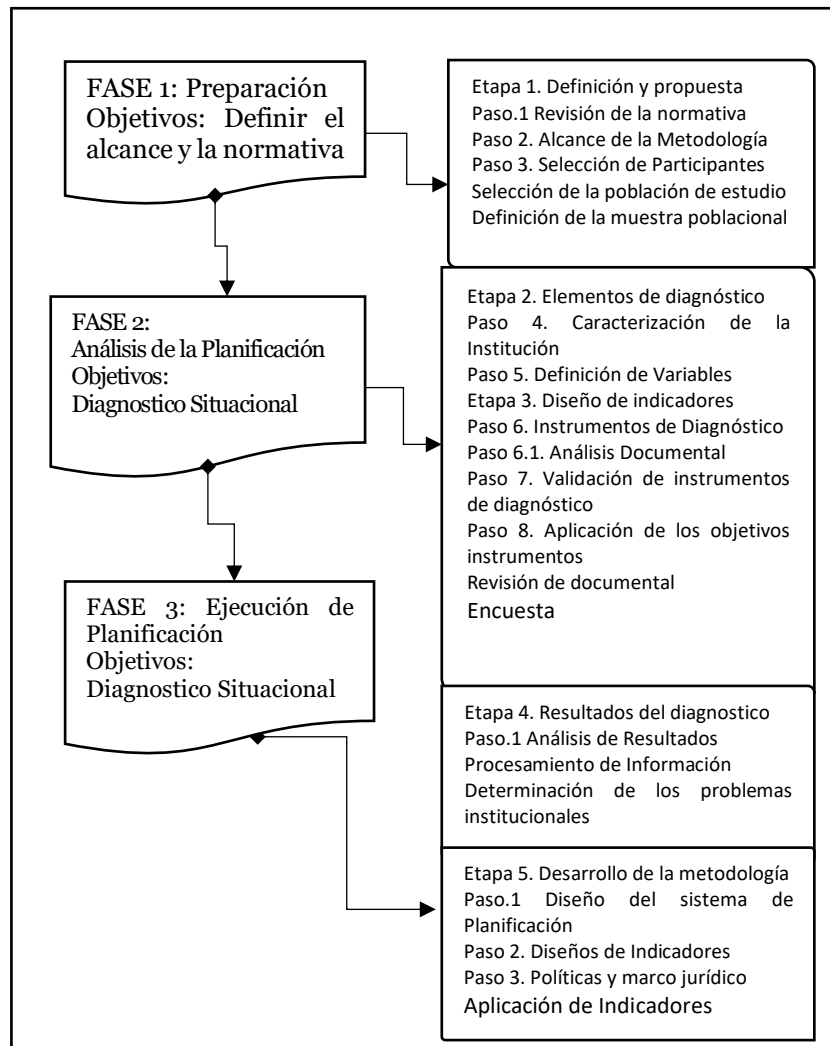
En la metodología se aplicó por otra parte, en correspondencia con las características del objeto de estudio, la combinación de técnicas, fuentes, y métodos con enfoques cuantitativos y cualitativos con la aplicación de la triangulación simultánea y secuencial, según el caso. Como método general se empleó la revisión bibliográfica sistematizada en sus cuatro fases: búsqueda, evaluación, análisis y síntesis.

La búsqueda permitió acceder fuentes de información sobre la gestión de los Repositorios Institucionales y sitios especializados para precisar los conocimientos teórico-prácticos e identificar puntos de referencia en su evolución y tendencias; los intereses y las perspectivas de su estudio en los contextos nacional e internacional. Estas fuentes fueron evaluadas en correspondencia con su pertinencia para los objetivos de este trabajo exploratorio y básicamente referido a la teoría general de sistemas (TGS). En el análisis y síntesis se utilizaron los criterios definidos en el estudio crítico y de comparación de los resultados alcanzados en trabajos anteriores y el análisis de los elementos sintetizados en los resultados expuestos

Tras examinar la bibliografía científica, fue posible identificar algunos conceptos pertinentes y muy útiles, que se utiliza para el análisis jerárquico de conglomerados. Estos conceptos se separan en variables, donde se realiza un corte en el dendograma de variables, para separar las variables en tres grupos (Pérez, 2006).

## Resultados y discusión

La metodología plantea tres fases y cinco etapas, cada etapa se fundamenta y describe, las tareas, técnicas utilizadas y productos a obtener que se presenta a continuación:



**Figura 1. Fases y etapas de la metodología**

Fuente: elaboración propia

Para el análisis y discusión de los resultados obtenidos tras la interpretación de la metodología propuestas se presenta los datos arrojados por el instrumento de aplicación de la encuesta a través del nivel de confiabilidad evaluada mediante el método ANOCHI.

El método ANOCHI se fundamenta en la diferencia de rango máxima entre  $n$  jueces que evalúan con un rango (escala) los atributos deseados en el procedimiento. Se seleccionaron 10 expertos provenientes de la academia, y de la institución pública a los que se les aplicó el cuestionario de forma individual garantizando la neutralidad, independencia e impersonalidad de la prueba.

**Tabla 2. Valoración de la encuesta**

		Perspectiva al afiliado	Innovación y Aprendizaje	Perspectiva interna y externa	Enfoque basado en procesos	Programación anual de la política Institucional	Perspectiva financiera	Gestión basada en hechos y toma de decisiones
Enfoques	E-1	1,00	1,00	1,00	0,100	0,100	0,100	0,100
	E-2	1,00	1,00	1,00	0,090	0,100	0,100	0,100
	E-3	1,00	1,00	1,00	0,050	0,050	0,050	0,050
	E-4	1,00	1,00	1,00	0,100	0,100	0,100	0,100
	E-5	1,00	1,00	1,00	0,080	0,090	0,090	0,090
	E-6	1,00	1,00	1,00	0,100	0,100	0,100	0,100
	E-7	1,00	1,00	1,00	0,060	0,050	0,050	0,050
	E-8	1,00	1,00	1,00	0,090	0,080	0,080	0,080
	E-9	1,00	1,00	1,00	0,100	0,100	0,100	0,100
	E-10	1,00	1,00	1,00	0,060	0,060	0,060	0,060

Fuente: elaboración propia

Los cálculos necesarios obtienen un valor del coeficiente de concordancia de 0.64, lo que indica un índice moderado de los criterios emitidos por los expertos consultados que se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 3: Resultados del coeficiente ANOCHI**

Indicador	Valor
Diferencia de rangos	0,85
Índice discrepancia	0,10625
Coeficiente de concordancia	0,64375

Fuente: elaboración propia

Coefficiente de competencia.

El coeficiente de competencia (k) se obtiene a partir de dos coeficientes: coeficiente de conocimiento (kc) y coeficiente de argumentación (ka).

Coefficiente de conocimiento.

Para la obtención del coeficiente de conocimiento se les pide a los expertos que valoren su conocimiento acerca del tema en una escala ascendente del 1 al 10.

$$kc = \frac{n}{7} \quad (1)$$

Dónde: n es el valor otorgado por el experto.

Coefficiente de argumentación

Para la obtención del coeficiente de argumentación se les pide a los expertos que valoren su capacidad de argumentación en alto, medio y bajo, teniendo en cuenta 6 criterios: experiencia teórica, experiencia práctica, bibliografía nacional consultada, bibliografía internacional consultada, su conocimiento del estado del problema, y su intuición.

**Tabla 4: Valoración de expertos**

CATEGORÍA	Formación	Nivel conocimiento	EXPERIENCIA			TOTAL EXPERIENCIA	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA		CONOCIMIENTO	
			21 - 30 Alta	11- 20 Media	01 - 10 Baja		Nacional	Internacional	Problema	Institución
Experto 1	PhD	8		x		0,5	0,04	0,04	0,10	0,15
Experto 2	PhD	8		x		0,5	0,05	0,05	0,10	0,15
Experto 3	PhD	10	X			0,5	0,04	0,04	0,10	0,15
Experto 4	PhD	9	x			0,4	0,05	0,04	0,10	0,15

Experto 5	Ing.	8			X	0,3	0,04	0,03	0,10	0,15
Experto 6	Mgs	9			x	0,3	0,04	0,04	0,05	0,15
Experto 7	Ing.	8	x			0,5	0,04	0,04	0,10	0,10
Experto 8	Ing.	9	x			0,4	0,05	0,04	0,10	0,15
Experto 9	Ing.	8			X	0,3	0,04	0,03	0,10	0,15
Experto 10	Ing.	9			x	0,3	0,04	0,04	0,05	0,15
Experto 11	Ing.	8	x			0,5	0,04	0,04	0,10	0,10
Experto 12	Ing.	8	x			0,5	0,03	0,04	0,10	0,10

Fuente: elaboración propia

Luego el investigador contrasta las opiniones con los valores en la siguiente tabla.

**Tabla 5: Resultados de la valoración de expertos**

	Alto	Medio	Bajo
Experiencia teórica	0,30	0,20	0,10
Experiencia práctica	0,50	0,40	0,10
Bibliografía nacional consultada	0,05	0,05	0,05
Bibliografía internacional consultada	0,05	0,05	0,05
Su conocimiento del estado del problema	0,05	0,05	0,05
Experiencia en la institución	0,05	0,05	0,05

Fuente: elaboración propia

Coefficiente de competencia

$$ka = \sum ni \quad (2)$$

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$k = \frac{kc+ka}{2} \quad (3)$$

La interpretación del coeficiente de competencia es la siguiente

**Tabla 6: Resultados de coeficiente de competencia**

CATEGORÍA	n	kc	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>5</sub>	ka	k	Interpretación
Experto 1	1,0	1,0	0,5	0,04	0,04	0,15	0,10	0,85	0,90	Alto



Experto 2	9	0,9	0,5	0,05	0,05	0,15	0,10	0,85	0,90	Alto
Experto 3	10	1,0	1,0	0,04	0,04	0,10	0,10	0,78	0,80	Alto
Experto 4	9	0,9	0,4	1,00	0,04	0,10	0,15	0,75	0,82	Alto
Experto 5	9	0,9	0,3	0,04	1,00	0,15	0,15	0,75	0,75	Alto
Experto 6	9	0,9	1,00	0,04	0,04	1,00	0,10	0,55	0,72	Alto
Experto 7	9	0,9	0,5	1,00	0,04	0,10	1,00	0,78	0,80	Alto
Experto 8	9	0,9	0,4	0,05	1,00	0,10	0,15	1,00	0,82	Alto
Experto 9	9	0,9	0,3	0,04	0,03	1,00	0,15	0,75	1,00	Alto
Experto 10	9	0,9	0,3	0,04	0,04	0,05	1,00	0,55	0,72	Alto
Experto 11	9	0,9	0,5	0,04	0,04	0,10	0,10	1,00	0,80	Alto
Experto 12	9	0,9	0,4	0,05	0,04	0,10	0,15	0,75	1,00	Alto

Fuente: elaboración propia

Los criterios de clasificación de los resultados alcanzados se realizan considerando los siguientes rangos:

**Tabla 4: Resultados de Criterios de clasificación**

Criterios	Rango
Muy baja o insuficiente	< 0,20
Débil o bajo	≥0,21 – 0,40
Moderada o regular	≥0,41 – 0,60
Aceptable o buena	≥0,61 – 0,80
Elevada o muy buena	> 0,80

Fuente: elaboración propia

El empleo de los índices del coeficiente de competencia (k) mediante el coeficiente de conocimiento (kc) y coeficiente de argumentación (ka) obtuvo mínimas diferencias en los juicios de los expertos, que inciden en mayor medida en el valor final > 0,80; no obstante, el resultado se encuentra en el rango permisible del coeficiente de ANOCHI de 0.64, lo que indica un índice moderado de los criterios emitidos por los expertos consultados. Lo que permite concluir que los expertos validan la metodología con criterios favorables.

### Denograma de variables

Para el diseño del sistema de planificación se procedió con la búsqueda de fuentes de información en los repositorios institucionales y sitios especializados para precisar los conocimientos teórico-prácticos e identificar puntos de referencia en su evolución y

tendencias; los intereses y las perspectivas de su estudio en los contextos nacional e internacional. Tras examinar la bibliografía científica, fue posible identificar algunos conceptos pertinentes y muy útiles, que se utiliza para el análisis jerárquico de conglomerados como se observa en la figura 2. Estos conceptos se separan en variables, donde se realiza un corte en el dendograma de variables, en el nivel 15 para separar las variables en tres grupos (Pérez, 2006).

En el primer conglomerado se exponen a los autores que identifican a la teoría de sistemas desde un enfoque teórico. En el segundo conglomerado del constructo se identifican los conceptos de sistemas y su relación en el campo de la planificación. En el tercer conglomerado se relaciona a la teoría de sistemas con acciones multidisciplinares que permite estudiar los principios aplicables a los sistemas en cualquier nivel.

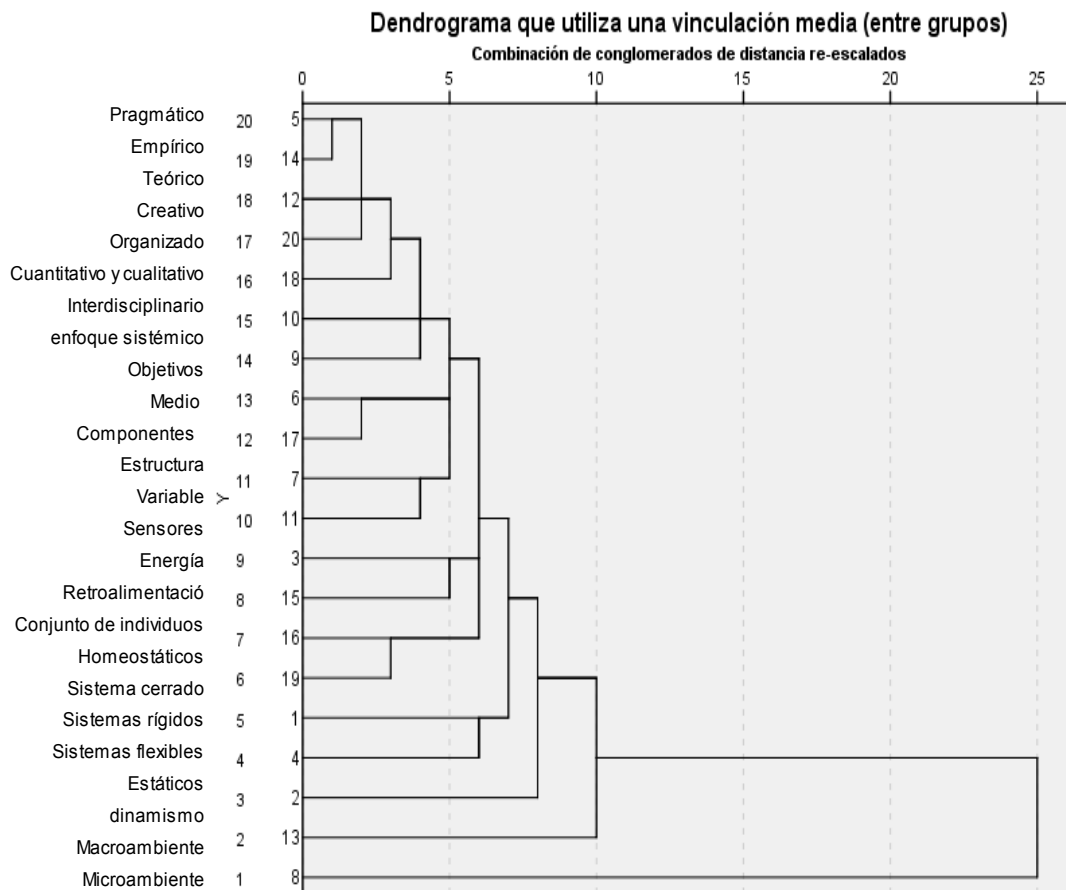
Luego de definir los principales conceptos de la teoría de sistemas, se procede a separar en variables de estudio a través de un dendograma de variables, mediante tres grupos de conglomerados por conceptos, utilizando el paquete estadístico SSPS22, de acuerdo con la siguiente estructura:

- En el primer conglomerado se exponen a los autores que identifican a la teoría de sistemas desde un enfoque teórico.
- En el segundo conglomerado del constructo se identifican los conceptos de sistemas y su relación en el campo de la planificación.
- En el tercer conglomerado se relaciona a la teoría de sistemas con acciones multidisciplinares que permite estudiar los principios aplicables a los sistemas en cualquier nivel.

A continuación, se presenta los resultados del conglomerado por pertinencia de la teoría de sistemas con enfoque en las organizaciones en este caso alineados al sector público.

Una vez, obtenido los resultados del conglomerado por pertinencia, a continuación, se presenta las variables ingresadas en el dendograma representadas en un diagrama de barras, para identificar las definiciones de las variables de la teoría con mayor pertinencia de

conglomerado jerárquico por conceptos de la teoría de sistemas y la planificación en instituciones del servicio público (figura 2)

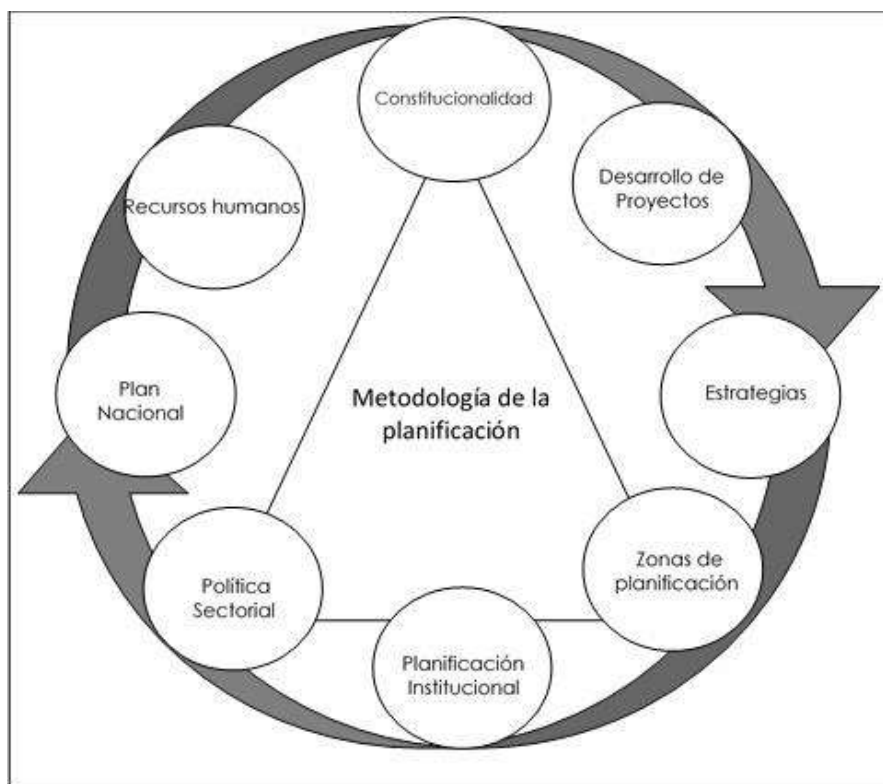


**Figura 2: Denograma de variables TGS**  
 Fuente: Fuente: Investigadores (2023)

La orientación de la teoría de sistemas apoya la idea de que una organización puede concebirse como un sistema o como parte de un supra sistema mayor, según los resultados del conglomerado de conceptos por relevancia. Desde una perspectiva más amplia, es evidente que una organización tiene una visión sistémica que interactúa con el macroentorno y el microentorno, y que se desarrolla en sistemas cerrados, rígidos y flexibles en función de sus características propias. (Conglomerado de pertenencia 3-1).

La validación del sistema de planificación institucional a través del método de expertos es examinada por un panel de profesionales cuidadosamente seleccionados, dio como

resultado una apreciación favorable y la viabilidad de aplicación del sistema de planificación institucional. Por lo que se diseñaron indicadores para el sistema de planificación institucional enfocados en variables basadas en la Programación Anual de Políticas Públicas como las perspectivas al afiliado, Innovación y Aprendizaje, perspectiva interna y externa, Enfoque basado en procesos, Perspectiva financiera. A continuación, se presenta de forma gráfica el modelo



**Figura 3: Modelo de sistema enfocado en la planificación**

Fuente: Investigadores (2023)

### Conclusiones

Se ha comprobado que las organizaciones son entidades dinámicas y cambiantes que se ven inevitablemente impactadas por el entorno en el que operan; las organizaciones son lugares que funcionan sinérgicamente desde puntos de vista interrelacionados e interdependientes.

Si bien la teoría de sistemas es de amplio alcance y puede aplicarse tanto a entornos naturales como artificiales, en los sistemas de la organización pública existe un nivel de

complejidad en establecer la interdependencia de sus diversos componentes, todos los cuales trabajan en conjunto para alcanzar los mismos objetivos funcionales establecidos en el marco de la planificación institucional y sectorial.

El análisis de las fuentes teóricas relacionadas con la teoría de sistemas y la planificación de las instituciones del sector público es fundamental para comprender que la visión de las organizaciones públicas como sistemas debe situarse dentro de los sistemas abiertos, que se distinguen por su constante interacción con el entorno, al tiempo que garantizan la alineación con los objetivos públicos nacionales y el cumplimiento de las leyes y reglamentos que rigen este sector. En otras palabras, la planificación debe guiar de manera eficiente y transparente a las instituciones públicas a través de los aspectos políticos y económicos de los procesos que incluyen la innovación, la ciencia y la tecnología.

---

### Referencias bibliográficas

- Arras Vota, A. 2010. Comunicación organizacional (Tercera ed.). Chihuahua, Chihuahua, México: UACH.
- Barba, A. (2013). Administración, teoría de la organización y estudios organizacionales. Tres campos de conocimiento, tres identidades. *Gestión y estrategia*, 44(Julio-diciembre 2013), 139-151.
- Barroso Osuna, J. M., & Cabero Almenara, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65 (2), 25-38.
- Bertalanffy, L. (s.f). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*, George Braziller. New York, EE.UU.
- Bertoglio, O. J. (s.f). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. (8 ed.). México, D.F: Limusa.
- Camarena Martínez, J. L. (2016). La organización como sistema: el modelo organizacional contemporáneo. *Oikos Polis*, 1, 135.
- Cadenas, H. (2016). Desigualdad social y teoría de sistemas: la importancia de los medios. *Economía y Política*, 3(1), 41-69.
- De Bot, K., Lowie, W., & Verspoor, M. (2017). A dynamic systems theory approach to second language acquisition. *Bilingualism: Language and cognition*, 10(1), 7-21.
- Díaz de Iparraguirre, A. (2016). eumet.net. Recuperado el 18 de 12 de 2017, de [www.eumed.net/tesis/2009/amdi/](http://www.eumed.net/tesis/2009/amdi/)
- Domínguez Ríos, V. A., & López Santillán, M. Á. (2017). *Teoría General de Sistemas, un enfoque práctico*. (6 ed.). Tecnociencia Chihuahua, 125-131.
- Hidalgo Flor, R. A. (2020). Isomorfismo organizacional en medianas empresas: análisis desde una perspectiva de sistemas complejos.

- Kaplan, M. (s.f). Estado y sociedad en la America Latina Contemporanea. (C. Eudeba-Tercer Mundo Editores, Ed.) Juan Carlos Rubinstein, El Estado Periférico Latinoamericano, (citado en 02 feb 2023). Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-63462009000100008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-63462009000100008)
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2000). Cuadro de Mando Integral The Balanced Scorecard". Barcelona: Barcelona: Gestión.
- Mintzberg, H., & Gallardo Velázquez, A. (2018). Repensando la planeación estratégica parte 1: riesgos y falacias. *Revista Gestión y estrategia* 7 (1995), 143-152.
- Ramírez Cardona, C. (s.f). Biblioteca Digital Minerva. (Universidad EAN:, Ed.) Recuperado el 05 de Mayo de 2016, de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/3643/RamirezCarlos5.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- Ríos Domínguez, V. A., & Santillán López, M. Á. (2016). Teoría General de Sistemas, un enfoque práctico. *Tecnociencia Chihuahua*, 106.
- Segredo Perez, A. M. 2013. Clima organizacional en la gestión del cambio para el desarrollo de la organización. *Revista Cubana de Salud Pública*, 385 - 393.
- Soto, I. B., & Barraza, L. B. (2018). El sistema estatal de formación docente: sus implicaciones políticas. En I. B. Soto, & L. B. Barraza, *El sistema estatal de formación docente: sus implicaciones políticas* (pág. 62).
- Sommerville, I. (2017). Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. *Interacting with computers*, 23(1), 4-17.
- Triviño, E. 2016. El enfoque de sistemas y su importancia. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de *El enfoque de sistemas y su importancia*: <https://es.scribd.com/doc/52457486/El-enfoque-de-sistemas-y-su-importancia>
- Van Gigch, J. P. (2017). Teoría General de Sistemas. México, D.F.

## Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales en trabajadores de la construcción

### Personal protective equipment and its relation to occupational injuries in construction workers



Eugenia Lyli Moreira-Macías<sup>1</sup>  
elmoreira@uees.edu.ec  
<http://orcid.org/0000-0003-3527-5015>  
Elisa Brigitte Paredes-Ortiz<sup>2</sup>  
elisa.paredes@uees.edu.ec  
<http://orcid.org/0009-0007-6033-5864>

Recibido: 4/10/2023; Aceptado: 7/12/2023

#### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar la relación entre la falta de uso de equipo de protección personal, las lesiones ocupacionales y variables demográficas y laborales en trabajadores del sector de la construcción. Se realizó un estudio cuantitativo observacional de campo, de nivel descriptivo y correlacional, no experimental, con orientación de tipo transversal. Se aplicó una encuesta a 128 trabajadores de la construcción, en el que se preguntó ¿Ha tenido usted una lesión en el último año de trabajo?, ¿está usted obligado a usar equipo de protección individual? Se encontró relación muy significativa entre la falta de uso de equipo de protección personal y las lesiones ocupacionales ( $p=0000$ ) evidenciando que más de la mitad de la población ha sufrido de una lesión, y que menos de la mitad de los encuestados utiliza el EPP. Se concluye que existe relación entre el uso del equipo de protección personal y las lesiones ocupacionales en los trabajadores de la construcción encontrando relación significativa con el sexo, estado civil, nivel de formación, y el puesto de trabajo en el que desempeñan las actividades. Por tanto, las intervenciones que se planifiquen deben ser implementadas de forma urgente, para disminuir índices de ausentismo, baja productividad, baja rentabilidad en las empresas de estudio.

**Palabras clave:** construcción, equipos de protección personal, lesiones ocupacionales, trabajadores.

<sup>1</sup> MSc. Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Espíritu Santo, Guayaquil. Ecuador

<sup>2</sup> MSc. Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Espíritu Santo, Guayaquil. Ecuador

## ABSTRACT

The study aimed to determine the relationship between the lack of use of personal protective equipment, occupational injuries and demographic and occupational variables in workers in the construction sector. A quantitative observational field study was carried out, at a descriptive and correlational level, non-experimental, with a cross-sectional orientation. A survey was applied to 128 construction workers, in which they asked: Have you had an injury in the last year of work? Are you required to use personal protective equipment? A very significant relationship was found between the lack of use of personal protective equipment and occupational injuries ( $p=0000$ ), evidencing that more than half of the population has suffered an injury, and that less than half of those surveyed use the PPE. It is concluded that there is a relationship between the use of personal protective equipment and occupational injuries in construction workers, finding a significant relationship with sex, marital status, level of training, and the job position in which they perform the activities. Therefore, the interventions that are planned must be implemented urgently, to reduce absenteeism rates, low productivity, and low profitability in the study companies.

**Keywords:** construction, personal protection equipment, occupational injuries, workers.

---

## Introducción

Conforme a la jerarquía de controles para los riesgos en el lugar de trabajo el uso de equipo de protección personal (EPP) es considerado como último recurso (Izudi et al., 2017) sin embargo, “son elementos esenciales de toda estrategia de control de riesgo” (Herrick, 2001, p. 31.3). En el sector de la construcción el uso del EPP desempeña un papel importante para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores (Tanko y Anigbogu, 2012; Balkhyour et al., 2019), el mismo que puede ser un factor determinante significativo entre un accidente y la seguridad y salud en los trabajadores de la construcción (Ahmed et al., 2015).

El área de la construcción se ha clasificado como una ocupación de alto riesgo (Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2018, The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2018), con una tasa de lesiones laborales y accidentes laborales, más alta que en otros tipos de trabajo (Sousa et al., 2014); en este sector, se presentan aproximadamente 7 veces más muertes por hora trabajada y el doble de lesiones que en otras industrias (Kalatpour y Khavaji, 2016).



Los trabajadores que están especializados en una sola área de la construcción, no están familiarizados con otros materiales y equipos que existen en el lugar de trabajo. Además, la falta de equipos de prevención/protección – debido a los pequeños presupuestos para la implementación de medidas de salud y seguridad y la falta de cultura de seguridad, son factores de riesgo de lesiones laborales en el área de la construcción (Pinto et al., 2011).

La evidencia científica muestra que el uso de EPP minimiza el riesgo a tener lesiones ocupacionales en la industria de la construcción, además que el nivel de formación puede contribuir a la disminución del uso y uso inadecuado de los EPP, al no reconocer la importancia de aplicar las medidas de protección y obedecer las reglas en seguridad ocupacional (Mersha et al., 2017; Kines, 2002; Balkhyour et al., 2019; Chi et al., 2005; Yilmaz, 2014).

La normativa ecuatoriana, establece que el empleador debe dotar del EPP específico de acuerdo al riesgo laboral al que se exponen. Que dicho EPP no tendrá ningún costo económico para el trabajador, que deberá ser reemplazado de acuerdo al daño o desgaste que presente por su uso. Que el empleador tiene prohibición de facultar al trabajador a desarrollar sus actividades sin el EPP adecuado. El trabajador está en la obligación de usar el EPP de manera adecuada (Decreto Ejecutivo 239, 1986; Acuerdo de Cartagena Decisión 584, 2004; Resolución de la Secretaría Andina 957, 2008; Acuerdo Ministerial 174, 2008)

Por lo expuesto, y siendo este sector de la construcción vulnerable por los riesgos per se y por numerosos factores como no usar el equipo de protección personal, (Yilmaz, 2014; Ayob et al., 2018), este estudio tiene como objetivo determinar la relación entre la falta de uso de equipo de protección personal, las lesiones ocupacionales y variables demográficas y laborales en trabajadores del sector de la construcción.

### **Revisión de literatura**

Se define a equipos de protección personal, a los “equipos específicos destinados a ser utilizados adecuadamente por el trabajador para que le protejan de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo” (Acuerdo de Cartagena Decisión 584, 2004, s.p).

En el estudio realizado por Raile y Markowitz (2011), entre 1983 y 1993, describe un estudio de prevalencia realizado entre trabajadores de la industria del cemento-asbesto en Brasil, que buscan determinar la prevalencia de enfermedades pulmonares no malignas entre este grupo de trabajadores. El estudio incluyó 136 trabajadores de la industria del cemento-asbesto, quienes fueron sometidos a una evaluación clínica, una prueba de espirometría y una radiografía de tórax. Los resultados mostraron una alta prevalencia de enfermedades respiratorias no malignas entre los obreros del cemento-asbesto, incluyendo asbestosis, EPOC y fibrosis pulmonar. Los autores del estudio concluyen que los trabajadores de la industria del cemento-asbesto están en un alto riesgo de desarrollar enfermedades pulmonares no malignas debido a la exposición al asbesto, y se sugiere la necesidad de medidas preventivas y programas de control de la exposición al asbesto para proteger a los trabajadores de la salud respiratoria.

Por su parte Arias (2011), en su afán de conocer las causas del desuso del EPP en trabajadores de la construcción encontró, que la incomodidad que les genera su uso, así como la dificultad en realizar su trabajo con el EEP puesto es una de las causas principales. Lo que revela el grado de importancia de la ergonomía en el diseño de EPP, así como la necesidad de promover hábitos de uso en los trabajadores. El estudio también se encontró que el EPP de mayor uso es el chaleco de seguridad (80%), seguido de botas (77%), guantes (68%), y cascos (45%).

Tadese y Israel (2016), en su artículo sobre lesiones ocupacionales entre los trabajadores de la construcción de edificios en Addis Abeba, Etiopía, realizado en el 2015, encontró que la prevalencia de las lesiones en los empleados de la construcción fue del 38,3 %, mientras que los factores que se encontraban significativamente asociados con estas lesiones fueron: el uso de EPP, y la experiencia laboral. La mayoría, prestaban servicio menor o igual a 2 años y no usaban EPP, los tipos comunes de lesiones fueron 66,3 % cortantes y 28,5 % caídas. Casi la mitad, el 46,6 %, de los incidentes fueron lesiones en las piernas, seguidas del 43,5 % en dedos/manos. La principal causa de lesiones fue la falta de conciencia de seguridad, 46,7 %.

Moreira, Paredes.

Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales  
en trabajadores de la construcción

En el estudio de Adane et al. (2013) la tasa de prevalencia de lesiones relacionadas con el trabajo en el sector de la construcción fue del 38,7%. Del total de lesionados, más de la mitad (68,39%) fueron reportados por el sexo masculino. Las principales causas de las lesiones fueron caídas al mismo nivel (21,3 %), seguidas de sobreesfuerzo durante el levantamiento manual de cargas (20,6 %) y caídas de distinto nivel (16,1%). Se encontró que las personas con mayor edad, el sexo masculino, la insatisfacción laboral, la falta de formación profesional y las horas extraordinarias elevan las probabilidades de sufrir lesiones laborales entre los trabajadores de la construcción.

En otro estudio que tuvo como objetivo determinar la prevalencia de lesiones ocupacionales y factores asociados entre los trabajadores de la construcción de edificios de Etiopía. La población fue de 809 participantes del estudio. Un total de 683 (84,7%) encuestados reportaron lesiones ocupacionales durante los últimos 12 meses. Del total de 683 heridos encuestados, 74 (10,8%) fueron hospitalizados. En este estudio, los principales tipos de lesiones reportadas fueron cortes, 36,2% y abrasiones, 26,6%. Las tres principales causas de lesiones fueron las heridas por instrumento cortopunzante (46,1 %), seguidas de los accidentes por caída (37,3 %) y las lesiones por objetos que caen, entablillan o salpican (8,9 %). Trabajar 48 h o menos a la semana redujo la lesión laboral en un 58,1 % en comparación con trabajar más de 48 h. La lesión y la supervisión del lugar de trabajo están inversamente asociadas. La formación profesional disminuye las probabilidades de lesión en un 85,5% (Mersha et al., 2017).

En un estudio realizado en Uganda, en el Distrito de Kampala, se realizó una investigación sobre el uso de equipo de protección personal (guantes de mano, cascos, overoles, botas de seguridad, tapones de oídos, arnés de seguridad con cordón u protectores faciales), en 385 trabajadores de la construcción, en donde se encontró una relación altamente significativa entre el empleo u conocimiento de las normas de seguridad y el uso del EPP ( $p < 0,001$ ) (Izudi et al., 2017).

Ayob et al. (2018), en el estudio de las causas y agentes accidentales, de las lesiones ocupacionales fatales, en el sector de la construcción de Malasia, se determinó que las lesiones laborales se producen por factores, como la falta de supervisión; falta de adherencia a la técnica de trabajo seguro; falta de uso personal equipo de protección. Dentro de las lesiones ocupacionales con mayor mortalidad, se encuentran las caídas de altura, con un 46,28%, el ser aplastado por objetos, materiales o vehículos, con un 9,09% al 17,36%. Como agentes accidentales, se encontró la baja calidad del medio ambiente y los equipos de transporte y elevación, como los andamios.

En el estudio realizado por Kikonco et al. (2019), de factores determinantes de las lesiones entre trabajadores de la construcción de edificios en Uganda, en 57 sitios de la construcción, se encontró que la edad  $\leq 24$  años ( $p = 0,009$ ); insatisfacción laboral ( $p = 0,004$ ); estrés laboral ( $p = 0,004$ ); ambiente de seguridad deficiente ( $p = 0,009$ ); el suministro de equipo de protección personal EPP ( $p = 0,02$ ) y el uso rutinario de EPP ( $p = 0,03$ ) se asociaron significativamente con lesiones laborales.

En el estudio sobre el costo de manejar las lesiones ocupacionales entre los trabajadores de la construcción de primera línea en Ghana, se estima que existe un alto costo directo e indirecto para la gestión de accidentes de trabajo entre los trabajadores de la construcción, por lo que se debe fortalecer la promoción y la concienciación sobre la seguridad en el lugar de trabajo, con el uso apropiado de equipo de protección personal y monitoreos periódicos (Amisah et al., 2019).

En el estudio de evaluación del uso de equipos de protección personal y ocupacional, en pequeñas industrias en Jeddah, se determinó que, debido al muy bajo uso de equipos de protección personal (EPP), los empleados están expuestos a numerosos peligros físicos, químicos y accidentales en industrias de pequeña escala, como la construcción. Además, se considera que los EPP, son muy efectivos para minimizar las lesiones ocupacionales, los accidentes y otros peligros, que de otro modo pudiera resultar en pérdidas sustanciales de mano de obra y financieras (Manosur et al., 2019).

Moreira, Paredes.

Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales  
en trabajadores de la construcción

Por otro lado, Sánchez-Aguilar et al. (2017) encontraron que su población de estudio se presenta mayormente expuesta a riesgos ergonómicos, y, por tanto, se deben equipar a los trabajadores de todas las herramientas para su ejecutar sus labores en las mejores condiciones de seguridad y salud, dotarlos con equipo de protección personal conforme a las características específicas para los tipos de factores y agentes a las que se exponen, así como la actualización en la ingeniería de los procesos de construcción basados en la tecnología. Y, sobre todo, tener constantemente capacitados, informados, y adiestrados a los trabajadores frente a los peligros a los que se exponen por la particularidad de la actividad laboral que desempeña, reconociendo que el sector de la construcción está calificado como de riesgo alto (Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo [CISHT], 2018).

Liao y Chiang (2022), en su estudio de lesiones ocupacionales entre trabajadores atípicos en la industria de la construcción de Taiwán, desde el 2000 a 2018, observó que los trabajadores eventuales del área de la construcción, tenían mayor riesgo de sufrir lesiones laborales, debido a que no están familiarizados con el entorno de trabajo; las compañías no les proveen de equipo de protección personal o tienen poca capacitación de seguridad laboral.

---

## **Metodología**

### **Enfoque, nivel, diseño y orientación del estudio**

Se aplicó un enfoque cuantitativo, observacional de campo, de nivel descriptivo y correlacional, de diseño no experimental, con orientación de tipo transversal, puesto que se analizaron números, se recolectaron los datos de manera presencial en cada una de las empresas objeto de estudio, en el que se describieron y correlacionaron las variables para establecer la existencia de una correspondencia entre las variables independiente y dependiente. No fueron manipuladas las variables por los investigadores, y las variables se midieron por una sola ocasión.

### **Población y muestra**

La población de estudio fueron todas las empresas constructoras de la provincia de Manabí del año 2020 con un número de 2068; siendo, 4 grandes empresas, 15 mediana empresa A,

9 mediana empresa B, 16 pequeña empresa, y, 1914 microempresas, tanto del sector público y privado. El tamaño de la muestra fue determinado por la predisposición de 8 empresas constructoras de la provincia de Manabí, siempre que los nombres de ellas no fueren expuestos en la investigación. Es así que se encuestaron a 128 trabajadores en el primer semestre del año 2020, siendo 99 trabajadores del sector privado (7 empresas) y 29 trabajadores del sector público (1 empresa) los cuales consintieron ser partícipes del estudio.

### **Procedimiento y aseguramiento de recogida de datos**

Cuestionario estructurado con base a la I Encuesta sobre Seguridad y Salud en el Trabajo para Ecuador: I-ESST (Gómez, 2017). Los datos fueron recogidos por las autoras y se realizó entrevistando a cada uno de los trabajadores de la construcción, con la finalidad de que la información receptada sea fiable, al evitar sesgos en la comprensión de las preguntas al desconocer el nivel de formación de los participantes. El tiempo de la aplicación de la encuesta por trabajador varió entre 8-10 minutos.

### **Variables del estudio**

Para la variable dependiente ¿Ha tenido usted una lesión en el último año de trabajo? en donde se identificó si el trabajador había sufrido una lesión o no, lejos de haberle ocasionado en su jornada laboral una incapacidad parcial o temporal.

La variable independiente fue basada en la pregunta P13 de la I-ESST (Gómez, 2017), en su jornada laboral ¿está usted obligado a usar equipo de protección individual? en dónde el participante respondió con una respuesta única de Si o No. Si el participante contestaba con una respuesta positiva se continuaba con la pregunta P13.1 en dónde seleccionaba el EPP que estaba obligado a utilizar, con el fin de analizar la influencia que se presenta en la falta de uso de cierto EPP y las lesiones.

Se incluyen en el análisis factores como: género (hombre; mujer), edad (18-34 años; 35-54 años; >55 años), estado civil (soltero; casado), nivel educativo (analfabeto; básico; medio; superior), sector (privado; público), forma de empleo (permanente; temporal), jornada laboral (< 40 h/s; >40 h/s), antigüedad laboral (> 12 meses; 1-5 años; >5 años), puesto de trabajo (director/superintendente/residente de obra; maestro mayor; albañil/oficial), las que han sido utilizadas en otros estudios similares (Izudi et al., 2017; Tadesse y Israel, 2016)

### Análisis y procesamiento de los datos

Para la descripción de las características de la población participante se realizó la distribución de frecuencias y porcentajes de cada una de las variables demográficas, laborales, condiciones de trabajo, lesiones ocupacionales (Si=0; No=1) y uso de EPP (Si=0; No=1).

Los datos fueron ingresados, limpiados y analizados utilizando el software SPSS versión 22. Se presentaron estadísticos descriptivos como media de distribución de frecuencia y el cálculo porcentual se realizó para la mayoría de las variables. Se aplicó estadística inferencial para establecer si existe o no relación entre las variables independientes y dependientes. De igual manera se aplicó chi-cuadrado de Pearson ( $p < 0,005$ ) para las variables demográficas y laborales de la población de estudio.

### Resultados y discusión

En la tabla 1 se observa que la población masculina es predominante con un 93%, con un rango de edad entre 35-55 años, de estado civil casado con más del 50%, con un nivel de estudio medio en más del 70% de la población. Los participantes mencionan que el 77% labora en el sector privado, con un empleo temporal el 65%, y con una jornada laboral de más de 40 horas/semanales el 100%, y que lleva laborando en el sector de la construcción por más de 5 años el 74%. El 81% de los encuestados desempeña el puesto de trabajo de albañil.

**Tabla 1**

Descripción demográfica y laboral de la población participante

<b>Variab</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
Femenino	8	7,0
Masculino	119	93,0

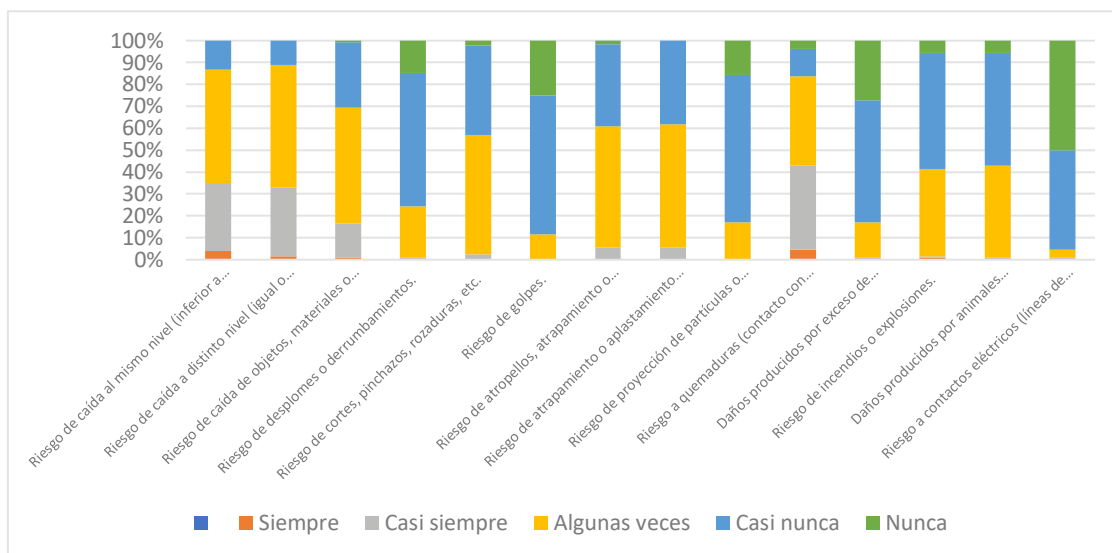
<b>Variables</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Edad</b>		
18-34 años	52	40,6
35-55 años	56	43,8
>55 años	20	15,6
<b>Estado civil</b>		
Soltero	52	40,6
Casado	76	59,4
<b>Nivel de estudio</b>		
Analfabeto	5	3,9
Básico	21	16,4
Medio	91	71,1
Superior	11	8,6
<b>Sector</b>		
Privado	99	77,3
Público	29	22,7
<b>Forma de empleo</b>		
Permanente	44	34,4
Temporal	84	65,6
<b>Jornada laboral</b>		
<40 horas/semanales	0	0
>40 horas/semanales	100	100
<b>Antigüedad laboral</b>		
1-5 años	33	25,8
>5 años	95	74,2
<b>Puesto de trabajo</b>		
Director/superintendente/residente de obra	11	8,6
Maestro mayor	13	10,2
Albañil/oficial	104	81,3

Nota: Datos obtenidos de la encuesta aplicada

En la Figura 1 se presenta la frecuencia con la que se exponen los trabajadores encuestados a las diferentes situaciones de riesgos en su puesto de trabajo. Se identificó que el riesgo al que siempre se exponen es el riesgo de caída al mismo nivel (inferior a 1.8 metros de altura) (n=5), casi siempre, riesgo a quemaduras (contacto con superficies calientes, con productos químicos) (n=49), riesgo de caída al mismo nivel y a distinto nivel con igual puntuación (n=40), algunas veces y con igual puntaje riesgo de caída a distinto nivel (igual o mayor a 1.8 metros de altura) y riesgo de atrapamiento o aplastamiento con equipos o maquinarias (n=72), seguido de riesgo de cortes, pinchazos, rozaduras (n=70), casi nunca, riesgo de proyección



de partículas o trozos de material (n=86), y nunca, riesgo a contactos eléctricos (líneas de alta tensión, conexiones, cables o enchufes) (n=64)



**Figura 1.** Descriptivo de los riesgos a los que se expone el encuestado en su puesto laboral  
 Nota: Datos obtenidos de la encuesta aplicada

En la tabla 2 se evidencia que más de la mitad de la población de estudio tuvo una lesión, que 79 de los participantes está obligado a utilizar EPP, y que el EPP más utilizado es el casco de seguridad, seguido de guantes y calzado de seguridad.

**Tabla 2**

Descriptivos de lesiones ocupacionales y uso del equipo de protección personal

Variables	SÍ		NO	
	n	%	n	%
(VI) ¿Ha tenido un lesión en el último año de trabajo?	68	53,1	60	46,9
(VD) ¿Está obligado a usar EPP?	79	61,7	49	38,3
<b>Tipo de EPP que utiliza</b>				
¿Utiliza Guantes?	60	46,9	68	53,1
¿Utiliza calzado de seguridad?	44	34,4	84	65,6
¿Utiliza casco de seguridad?	69	53,9	59	46,1
¿Utiliza máscara o mascarilla?	3	2,3	125	97,7
¿Utiliza gafas/pantallas?	14	10,9	114	89,1
¿Utiliza protectores auditivos?	5	3,9	123	96,1
¿Utiliza cinturones y dispositivos anti caídas?	34	26,6	93	72,7
¿Utiliza otro equipo de protección personal?	4	3,1	124	96,9

Nota: Datos obtenidos de la encuesta aplicada  
 En la tabla 3 se muestra que existe relación muy significativa ( $p= 0,000$ ) entre no usar el equipo de protección personal y haber tenido una lesión laboral.

**Tabla 3**  
 Correlación entre las variables independiente y dependiente

Variables		¿Está usted obligado a usar equipo de protección individual? (VI)	¿Ha tenido usted una lesión en el último año de trabajo? (VD)
¿Está usted obligado a usar equipo de protección individual? (VI)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1  128	-,532**  128
¿Ha tenido usted una lesión en el último año de trabajo? (VD)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,532**  128	1  128

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Nota: VI= Variable Independiente, VD= Variable Dependiente

En la tabla 4 se presenta la correlación entre las variables independiente y dependiente frente a las variables demográficas y laborales de la población participante. Encontrando relación significativa entre usar equipo de protección individual (VI) y estado civil ( $p=0,021$ ), nivel de estudio (0,010), sector de la empresa (0,000) y, puesto de trabajo (0,001). Así también, se encontró relación significativa entre las lesiones ocupacionales (VD) frente al sexo (0,001), nivel de estudio (0,001), sector de la empresa (0,000) y puesto de trabajo (0,002)

**Tabla 4**  
 Correlación entre las variables de estudio y las variables demográficas y laborales

Variables	VI	VD
<b>Sexo</b>		
Femenino	0,059	0,001
Masculino		
<b>Edad</b>		
18-34 años	0,825	0,241

Moreira, Paredes.

Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales en trabajadores de la construcción

<b>Variab</b>	<b>VI</b>	<b>VD</b>
	35-55 años	
	>55 años	
<b>Estado civil</b>		
	Soltero	0,021
	Casado	0,097
<b>Nivel de formación</b>		
	Analfabeto	
	Básico	0,010
	Medio	0,001
	Superior	
<b>Sector</b>		
	Privado	0,000
	Público	0,006
<b>Forma de empleo</b>		
	Permanente	0,953
	Temporal	0,890
<b>Jornada laboral</b>		
	<40 horas/semanales	b
	>40 horas/semanales	b
<b>Antigüedad laboral</b>		
	1-5 años	0,628
	>5 años	0,965
<b>Puesto de trabajo</b>		
	Director/superintendente/residente de obra	
	Maestro mayor	0,001
	Albañil/oficial	0,002

b. No se puede calcular porque, como mínimo, una de los indicadores es constante.

Nota: VI= Variable Independiente, VD= Variable Dependiente

El presente estudio encontró relación muy significativa entre la falta de uso de equipo de protección personal y las lesiones ocupacionales en trabajadores del sector de la construcción en una muestra de 128 participantes frente a las variables sociodemográficas y laborales, evidenciando que más de la mitad de la población ha sufrido de una lesión, y que menos de la mitad de los encuestados utiliza el EPP específico para el factor de exposición de riesgo laboral en su puesto de trabajo, datos que se asemejan a los encontrados en otros estudios (Ayob et al., 2018; Kiconco et al., 2019; Liao y Chiang, 2022).

El bajo uso de los EPP en el presente estudio, se puede suponer que es debido al desconocimiento de los riesgos de seguridad y salud ocupacional a los que se exponen (Izudi

et al., 2017). Se encuentra en la investigación que el EPP más utilizado es el casco de seguridad, este dato difiere con el estudio de Arias (2011), en el que el EPP de mayor uso es el chaleco de seguridad.

Los tres riesgos principales a los que se exponen los participantes del presente estudio fueron mecánicos, como son el riesgo a quemaduras, riesgo de caída al mismo nivel y a distinto nivel, datos que se contraponen con lo encontrado por Manosur et al. (2019) y por Sánchez-Aguilar et al. (2017). Lo hallado supone que es debido a las diversas actividades que se ejecutan dentro de cada tipología de obra constructiva, en la que los rubros de la construcción de acuerdo a la etapa constructiva van cambiando.

Se logró identificar que más de la mitad de la población participante sufrió una lesión laboral en el último año de trabajo, datos que difieren con los encontrados en otras investigaciones (Mersha et al., 2017; Tadese y Israel, 2016; Adane et al., 2013)

En el estudio se halló que la edad no es un factor predictor para tener una lesión, lo que difiere por Kikonco et al. (2019) y Adane et al. (2013). Los resultados suponen que está relacionada a la experiencia en el área de trabajo.

Sin embargo, el sexo, nivel de formación, trabajar más de 40 h/s tienen relación muy significativa en la presencia de lesiones ocupacionales, resultados similares a los encontrados por Adane et al. (2013) y Mersha et al. (2017), y con el puesto de trabajo o empleo, dato similar al estudio de Izudi et al. (2017).

Las implicaciones de estos resultados sugieren que se proporcione una formación adecuada e integral a los trabajadores en cuanto a los riesgos específicos del puesto de trabajo y la importancia del uso del equipo de protección personal (EPP). Realizar campañas de sensibilización que destaquen la importancia del uso del EPP, los riesgos asociados a no usarlo y cómo utilizarlo de forma correcta. Suministrar el EPP adecuado para cada tarea y asegurarse de que esté disponible en todo momento. También es necesario que el EPP sea confortable, fácil de usar y se ajuste correctamente al trabajador.

Moreira, Paredes.

Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales  
en trabajadores de la construcción

Otra sugerencia, es que se evalúe y controle el uso de EPP por parte de los trabajadores de forma regular durante la ejecución del trabajo. Esto permitirá identificar posibles problemas con el equipo o su uso inadecuado, y abordarlos de manera inmediata. Establecer sanciones para aquellos trabajadores que incumplen las normas de uso del EPP, como la no realización de determinadas tareas o la aplicación de multas monetarias. La gerencia y los responsables de la seguridad laboral deben fomentar una cultura de seguridad en la empresa y demostrar su compromiso con la prevención de riesgos laborales y el bienestar de los trabajadores. Y por último y no menos importante, el involucrar a los trabajadores en la selección y evaluación de EPP y en la identificación de riesgos laborales y soluciones para abordarlos. Esto fomenta la responsabilidad compartida sobre la seguridad en el lugar de trabajo.

#### **Fortalezas y limitaciones**

Por primera vez en la provincia de Manabí, se realiza un estudio sobre el uso de EPP en los trabajadores de la construcción y las lesiones ocupacionales, lo que se establece como una base para la investigación prospectiva en la implementación de la seguridad y salud ocupacional. Sin duda, este estudio tiene limitaciones que deben ser consideradas, como la orientación de la investigación que fue de transversal, en el cual el uso de EPP y las lesiones se evaluaron por una sola vez. Así como, la aplicación de estos resultados en otros lugares de construcción de edificios en Manabí o a nivel nacional en el Ecuador, puede no ser válida.

---

#### **Conclusiones**

Se concluye que existe relación entre el uso del equipo de protección personal y las lesiones ocupacionales en los trabajadores de la construcción encontrando relación significativa con el sexo, estado civil, nivel de formación, y puesto de trabajo en el que desempeñan las actividades. Por tanto, las intervenciones que se planifiquen deben ser implementadas de forma urgente, para disminuir índices de ausentismo, baja productividad, baja rentabilidad en las empresas de estudio.

#### **Recomendaciones**

Las empresas constructoras deben ejecutar un plan de capacitación en materia de seguridad y salud, acorde a los factores de riesgos a los que se exponen los trabajadores en cada uno de sus puestos de trabajos y rubros de construcción que ejecutan en cada etapa del proceso productivo, incluyendo la importancia del uso y mantenimiento del EPP.

### **Futuras líneas de investigación**

Se plantea como nueva línea de investigación basada en los hallazgos del presente estudio, el análisis de las causas del no uso o desuso del EPP en los trabajadores de la construcción.

---

### **Referencias bibliográficas**

- Acuerdo Ministerial 174 (2008). Ministerio de Trabajo y Empleo. Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas. Registro Oficial Suplemento 249 de 10-ene.-2008. Última modificación: 13-jun.-2017. <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construccion-y-Obras-Publicas.pdf>
- Adane MM.; Gelaye KA.; Beyera GK.; Sharma HR.; y Yalew WW. (2013) Occupational Injuries Among Building Construction Workers in Gondar City, Ethiopia. *Occup Med Health Aff* 1: 125. doi: 10.4172/2329-6879.1000125
- Ahmed, S. M., Azhar, S., Farooqui, R. U., & Panthi, K. (2015). Addressing the issue of compliance with personal protective equipment on construction worksites: A workers' perspective. <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2009/paper/CPRT176002009.pdf>
- Amissah, J.; Agyei-Baffour, P.; Badu, E.; Agyeman, J.; y Badu, E. (2019). The Cost of Managing Occupational Injuries Among Frontline Construction Workers in Ghana. *Value Health Reg Issues*, 19:104-111. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2019.06.002>. Epub 2019 Aug 2. PMID: 31377654.
- Arias W, (2011). Uso y Desuso de los Equipos de Protección Personal en Trabajadores de Construcción. *Cienc Trab*. Abr-Jun; 13 [40]: 119-124
- Ayob, A., Shaari, A., Zaki, M. y Munaaim, M. (2017) Fatal occupational injuries in the Malaysian construction sector—causes and accidental agents. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 140, 012095. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/140/1/012095>
- Balkhyour, M., Ahmad, I. y Rehan, M. (2019). Assessment of personal protective equipment use and occupational exposures in small industries in Jeddah: Health implications for workers. *Saudi J Biol Sci*, 26(4):653-659. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.06.011>. Epub 2018 Jun 30. PMID: 31048988; PMCID: PMC6486506.
- Chi, F., Chang, C., & Ting, I. (2005). Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Applied Ergonomics*, 36(4), 391-400. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.09.011>
- Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo [CISHT] (2018). Resolución N° 2018-001. Clasificación, categorización y niveles de riesgo laboral en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/RESOLUCION-001-28-03-2018-1.pdf?x42051>

Moreira, Paredes.

Equipo de protección personal y su relación con las lesiones ocupacionales en trabajadores de la construcción

- Decisión del Acuerdo de Cartagena 584 (2004). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Registro Oficial Suplemento 461 de 15-nov.-2004. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECISI%C3%93N-584.-INSTRUMENTO-ANDINO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-EN-EL-TRABAJO.pdf?x42051>
- Decreto Ejecutivo 2393 (1986). Presidente Constitucional de la República. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Registro Oficial 565 de 17 nov-1986.
- Gómez, A. (2017). I Encuesta sobre Seguridad y Salud en el Trabajo para Ecuador: I-ESST. *CienciAmérica*, 6(2), 77-80. <http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/118>
- Izudi, J., Ninsiima, V. y Alege, J. (2017) Use of personal protective equipment among Building Construction Workers in Kampala, Uganda. *Journal of Environmental and Public Health*, 2017, 1-5 <https://doi.org/10.1155/2017/7930589>
- Herrick, F. (2001). DE LA PROTECCION PERSONAL. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. [http://alumnos.ipchile.cl/biblioteca\\_web/ENCICLOPEDIA%20DE%20SALUD%20Y%20SEGURIDAD%20EN%20EL%20TRABAJO%20\(OIT\)/Vol.%20I\\_Parte%20IV\\_Herramientas%20y%20Enfoque/Cap.31\\_Protecci%C3%B3n%20Personal.pdf](http://alumnos.ipchile.cl/biblioteca_web/ENCICLOPEDIA%20DE%20SALUD%20Y%20SEGURIDAD%20EN%20EL%20TRABAJO%20(OIT)/Vol.%20I_Parte%20IV_Herramientas%20y%20Enfoque/Cap.31_Protecci%C3%B3n%20Personal.pdf)
- Kalatpour, O. & Khavaji, S. Occupational injuries overview: general descriptive study of the petrochemical construction industries. *Caspian J. Health Res.* 2016;2(1):37–43. Retrieved from: <https://cjhrgums.ac.ir/article-1-34-fa.pdf>
- Kiconco, A.; Ruhinda, N.; Halage, A.; Watya, S.; Bazeyo, W.; Ssempebwa, J.; y Byonanebye, J. (2019) Determinants of occupational injuries among building construction workers in Kampala City, Uganda. *BMC Public Health.*;19(1):1444. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7799-5>. PMID: 31684942; PMCID: PMC6829830.
- Kines, P. (2002). Construction workers' falls through roofs: Fatal versus serious injuries. *Journal of Safety Research*, 32(2), 195-208. [https://doi.org/10.1016/S0022-4375\(02\)00019-1](https://doi.org/10.1016/S0022-4375(02)00019-1)
- Liao, C. y Chiang, T. (2022). Occupational injuries among non-standard workers in the Taiwan construction industry. *J Safety Res*, 82:301-313. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.06.006>. Epub 2022 Jun 21. PMID: 36031258.
- Mersha, H.; Mereta, T.; y Dube, L. (2017). Prevalence of occupational injuries and associated factors among construction workers in Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Public Health and Epidemiology*, 9(1), 1-8. doi:DOI: 10.5897/JPHE2016.0883
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2018). Construction Industry. A Retrieved from: <https://www.osha.gov/doc/index.html>.
- OSHA. (s.f.). Construction Industry. Occupational Safety and Health Administration: <https://www.osha.gov/SLTC/personalprotectiveequipment/>
- Pinto, A.; Nunes, I.; y Ribeiro, R. (2011). Occupational risk assessment in the construction industry—Overview and reflection. *Saf. Sci.*, 49(5):616–624. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.01.003>
- Raile, V. y Markowitz. S. (2011). Enfermedades Pulmonares No Malignas entre Obreros del Cemento-Asbesto en Brasil: Un Estudio de Prevalencia. *Cienc Trab.* Abr-Jun; 13 [40]: 65-71). <https://www.researchgate.net/publication/277269346>.
- Resolución de la Secretaría Andina 957 (2008). Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Registro Oficial Edición Especial 28 de 12-mar.-2008. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/RESOLUCI%C3%93N-957.->

REGLAMENTO-DEL-INSTRUCTIVO-ANDINO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-EN-EL-  
TRABAJO.pdf?x42051

- Sánchez-Aguilar, Mónica.; Pérez-Manriquez, Gabriela Betzabé.; González Díaz, Guadalupe.; y Peón-Escalante, Ignacio. (2017). Enfermedades actuales asociadas a los factores de riesgo laborales de la industria de la construcción en México. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 63(246), 28-39. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2017000100028&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2017000100028&lng=es&tlng=es).
- Sousa, V., Almeida, N. y Dias, L. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry—Part 1: Background knowledge. *Safety Sci.* 2014;66:75–86. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.02.008>
- Tadesse, S., Israel, D. (2016) Occupational injuries among building construction workers in Addis Ababa, Ethiopia. *J Occup Med Toxicol* 11, 16. <https://doi.org/10.1186/s12995-016-0107-8>. <https://occup-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12995-016-0107-8>
- Tanko, L., y Anigbogu, A. (2012). The use of personal protective equipment (PPE) on construction sites in Nigeria. In In: Laryea, S., Agyepong, SA, Leiringer, R. and Hughes, W.(Eds) Procs 4th West Africa Built Environment Research (WABER) Conference, 24-26 July 2012, 2, 1341-1348. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39556508/WABER\\_Procs\\_2012\\_-\\_Vol\\_2.v3.pdf?1446221779=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DProceedings\\_of\\_the\\_WABER\\_2012\\_Conference.pdf&Expires=1683652353&Signature=UPspEGaS0eU~Jg0z75lGaB0oGtQ5x92sgoSzDX44L4g6~XVkiYDpm2v-l2NtQueZ1YMKmER3PzEG4U8UB0Y2R0JdfDSwHKVmAZmJDpFXJsKjFdGcWTD21rsU0P~vrtuGD7Rarc2YW3oyzB8ocMqX~xWv~tk4KWWzjGXFtEFnuWpG5FZ1~eTvsroD7hez-1-q6XVev2sUSpO~oS-2mx0WmM7kZZV1-3T04xpyEV4lOFo4GnVY275~Sd7uHzvs2-74pn-EXrnO8cxEJ3yP-ZcdjTBYZee67vTVJJVzJKg9VP4LWUT49uGE-RzUNrOTN6VXIL-6Rz17AF-KaC-WGzANZA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=639](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39556508/WABER_Procs_2012_-_Vol_2.v3.pdf?1446221779=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DProceedings_of_the_WABER_2012_Conference.pdf&Expires=1683652353&Signature=UPspEGaS0eU~Jg0z75lGaB0oGtQ5x92sgoSzDX44L4g6~XVkiYDpm2v-l2NtQueZ1YMKmER3PzEG4U8UB0Y2R0JdfDSwHKVmAZmJDpFXJsKjFdGcWTD21rsU0P~vrtuGD7Rarc2YW3oyzB8ocMqX~xWv~tk4KWWzjGXFtEFnuWpG5FZ1~eTvsroD7hez-1-q6XVev2sUSpO~oS-2mx0WmM7kZZV1-3T04xpyEV4lOFo4GnVY275~Sd7uHzvs2-74pn-EXrnO8cxEJ3yP-ZcdjTBYZee67vTVJJVzJKg9VP4LWUT49uGE-RzUNrOTN6VXIL-6Rz17AF-KaC-WGzANZA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=639)
- The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2018). Directory of NIOSH Construction Resources. <https://www.cdc.gov/niosh/construction/default.html>
- Yilmaz, F. (2014). Analysis of occupational accidents in construction sector in Turkey. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 1(5), 421-428. <https://www.jmest.org/wp-content/uploads/JMESTN42350319.pdf>



## Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional según ISO:45001 en laboratorio cosmético y natural

## Occupational health and safety management system according to ISO:45001 in cosmetic and natural laboratory



Francisco Duque Aldaz<sup>1</sup>

francisco.duquea@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9533-1635>

Emma Pazán Gómez<sup>2</sup>

emma.pazang@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0469-5869>

William Villamagua Castillo<sup>3</sup>

william.villamaguaca@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1163-9606>

Armando López Vargas<sup>4</sup>

alopez@ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6520-8011>

Recibido: 17/09/2023; Aceptado:2/12/2023

### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 45001 en la empresa Laboratorios Herbanase, para identificar brechas en su sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional. La metodología implicó la aplicación de un check list a la organización, así como encuestas a trabajadores y clientes. Los resultados evidenciaron incumplimientos significativos en liderazgo y compromiso gerencial, evaluación de riesgos, objetivos y planificación estratégica, gestión de recursos, competencias del personal, comunicación y consulta a los trabajadores. Ello representa falencias críticas que requieren acciones prioritarias para la mejora continua, focalizando esfuerzos en las brechas identificadas. La investigación reviste gran importancia al permitir sentar bases sólidas para implementar ISO 45001, fomentando ambientes laborales seguros y saludables. Como implicaciones futuras, se recomienda profundizar en ciertos factores como participación de

<sup>1</sup> Máster en Producción y Operaciones Industriales, Universidad de Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup> Mgtr. en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad Ambiente y Seguridad, Universidad de Guayaquil, Ecuador

<sup>3</sup> Mgtr. en Administración Ambiental, Universidad de Guayaquil, Ecuador

<sup>4</sup> PhD en Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

trabajadores y preparación ante emergencias. En conclusión, el estudio permitió determinar el nivel de cumplimiento de la empresa con ISO 45001 e identificar áreas clave para la mejora.

**Palabras clave:** ISO 45001; Seguridad y Salud ocupacional; Capacitación; Riesgos; Evaluación

## ABSTRACT

The study aimed to assess compliance with the requirements of the ISO 45001 standard at the company Laboratorios Herbanase, to identify gaps in its occupational health and safety management system. The methodology involved applying a checklist to the organization, as well as surveys of workers and clients. The results showed significant breaches in leadership and managerial commitment, risk assessment, strategic goals and planning, resource management, staff skills, communication, and consultation with workers. This represents critical shortcomings that require priority actions for continuous improvement, focusing efforts on identified gaps. The research is very important as it allows establishing solid foundations for implementing ISO 45001, promoting safe and healthy work environments. As future implications, it is recommended to deepen certain factors such as worker participation and emergency preparedness. In conclusion, the study made it possible to determine the company's level of compliance with ISO 45001 and identify key areas for improvement.

**Keywords:** ISO 45001; Occupational health and safety; Training; Risks; Assessment.

---

## Introducción

Laboratorios Herbanase es una empresa nueva en sus operaciones y en el cumplimiento de normativas de seguridad y salud ocupacional. Cuenta con un Plan mínimo de riesgos laborales que no se ha aplicado, lo que provoca que los trabajadores no tengan directrices claras sobre medidas preventivas en sus actividades (Rodríguez Gómez, Suriaga Sanchez, Medina Pinoargote, Calderón Angulo, & Duque-Aldaz, 2019).

Una visita técnica a la empresa permitió identificar los siguientes riesgos laborales: falta de señalización, piso resbaladizo, áreas sin ventilación, carencia de equipo de protección personal, y falta de capacitación en seguridad industrial.

El objetivo de esta investigación es diseñar un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en Laboratorios Herbanase, basado en los requisitos de la norma ISO 45001. Para ello, se plantea: Identificar el nivel de cumplimiento de la empresa con los requisitos de la norma ISO 45001; Identificar los riesgos asociados a las actividades laborales; Establecer una propuesta del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud basado en la Norma ISO 45001 (Melendez Cuello & García Contreras, 2018).

### **Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo**

Estadísticas del Instituto Ecuatoriano de Seguridad y Salud IESS muestran como en Ecuador existe una baja cultura consolidada de prevención en seguridad y salud ocupacional (IESS, 2023). Desde 2017, el Ministerio de Trabajo realiza inspecciones con estándares estrictos para que las empresas implementen sistemas de gestión basados en normas nacionales e internacionales, con enfoque preventivo. A nivel global, estos sistemas se han posicionado como base a mejorar las condiciones de los trabajadores, aumentando la productividad y rentabilidad. Normas y leyes se actualizan constantemente para facilitar la implementación de planes de emergencia y mejorar la calidad de vida laboral. La prevención debe ser un trabajo conjunto entre empleadores y trabajadores para reducir riesgos, accidentes y emergencias que afectan al trabajador, la empresa, la familia y el medio ambiente (Rios Tupa, 2018).

### **Importancia de la seguridad industrial**

El capital humano es clave para el desarrollo económico y social de cualquier país. En algunas naciones en vías de desarrollo, existen vacíos en la regulación de salud ocupacional que vulneran los derechos de los trabajadores. Aunque las leyes están presentes, no siempre se cumplen cabalmente (Buñay Jumbo, Molina Maldonado, & Duque-Aldaz, 2019).

La seguridad industrial es fundamental en las empresas para que estas logren ser eficientes, productivas y alcancen sus objetivos. Por ello se requiere poder identificar fallas en los procesos y así como las oportunidades de mejora, de manera que se pueda establecer actividades basadas en la normatividad de seguridad (Salas Florez & Gonzales Medina, 2019).

Los sistemas de gestión de seguridad y salud buscan prevenir riesgos y proteger a los trabajadores. Tanto empleadores públicos como privados deben garantizar un ambiente seguro. La prevención implica programas de formación para promover decisiones y actos seguros que motiven cambios positivos y reduzcan las lesiones laborales. El cumplimiento de la legislación, la implementación de sistemas de gestión y una cultura de prevención son esenciales para salvaguardar la seguridad, salud y derechos de los trabajadores (León Tamay & Duque-Aldaz, 2019).

### **Seguridad laboral**

La gestión de riesgos con participación de todos los involucrados es clave para mitigar peligros y prevenir accidentes laborales. La seguridad en el trabajo busca implementar medidas para evitar riesgos y garantizar condiciones dignas y justas (Benítez Puentes & Alzate Ibáñez, 2019).

Es crucial identificar, estudiar, intervenir y evaluar los riesgos para reducirlos y proteger la vida de los empleados. El talento humano debe estar informado y en constante capacitación sobre peligros y riesgos, medidas ante incidentes, normas de seguridad y salud adoptadas. Las empresas son responsables de salvaguardar la seguridad mediante la gestión preventiva de riesgos con participación de todos (Bacilio Peñafiel, González Torres, & Duque-Aldaz, 2020).

### **Factores de riesgos asociados a los accidentes ocupacionales**

Los factores de riesgo laboral son las condiciones del ambiente, herramientas y materiales que potencialmente pueden afectar la salud y productividad de los trabajadores. Es necesario identificar, prevenir y controlar estos riesgos de manera eficaz en cada empresa según su actividad (Frutos Idrovo, Murillo Reyes, & Duque-Aldaz, 2022).

En el ámbito laboral son frecuentes los accidentes relacionados con estrés, horarios nocturnos, mal uso de protección personal, nivel educativo, consumo de alcohol y riesgos ergonómicos como ruido, movimientos repetitivos, temperaturas extremas, entre otros. Estos provocan accidentes como caídas, golpes con objetos, atrapamientos, entre otros. Se debe analizar el

entorno y características de cada empresa para implementar medidas preventivas y de control que reduzcan los riesgos y accidentes laborales más frecuentes.

### **Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo**

El Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo establece principios y medidas para la prevención y protección de la seguridad y salud de los trabajadores:

- Garantiza la estabilidad laboral del trabajador accidentado mientras recibe subsidio por incapacidad temporal y un año adicional.
- La prevención se basa en el control de riesgos en origen, medio y receptor; planificación integrando técnica, organización, condiciones y relaciones laborales; identificación, medición, evaluación y control de riesgos.
- Adopción de medidas colectivas sobre individuales; información, formación y capacitación a trabajadores; y detección de enfermedades profesionales.
- Vigilancia de la salud considerando los factores de riesgo.
- Evaluación de factores de riesgo basada en estándares internacionales y nacionales.

### **Reglamento de Sistema de Auditoría del Trabajo en Ecuador**

El Reglamento del Sistema de Auditoría de Riesgos del Trabajo de Ecuador establece requisitos para auditar el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de las empresas:

La política debe corresponder a la actividad productiva, magnitud de riesgos, comprometer recursos, cumplir legislación, mejorar condiciones de los trabajadores, estar documentada e integrada, disponible para partes interesadas y actualizarse periódicamente.

La planificación implica diagnóstico del sistema, matriz de no conformidades priorizadas, actividades rutinarias y no rutinarias, inclusión de todo el personal, procedimientos para cumplir objetivos, recursos suficientes, estándares e índices de eficacia, y cronogramas.

La organización requiere reglamento interno actualizado, conformación de unidades preventivas, definición de responsabilidades, estándares de desempeño y documentación del sistema.

La integración-implantación considera programa de competencias previo.

La verificación audita cumplimiento de estándares e índices del plan de gestión, índice de eficacia, y mejoramiento continuo.

El reglamento busca que las empresas cumplan requisitos técnico-legales para implementar un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional efectivo (Barrios Pájaro, 2020).

### **Beneficios de la Norma ISO 45001**

La norma ISO 45001 para Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional presenta diversos beneficios:

- Garantiza el cumplimiento de requisitos y estándares internacionales.
- Establece términos y definiciones comunes que facilitan la gestión.
- Reduce la burocracia.
- Mejora la aplicación, integración y mantenimiento de normas.
- Evidencia los beneficios de un sistema de gestión sólido.
- Incrementa la confianza de clientes en la cadena de suministro.
- Fomenta mayor participación de miembros de la organización y grupos de interés.
- Aporta valor en las auditorías al ser realizadas por auditores altamente competentes.

La ISO 45001 permite gestionar la seguridad y salud ocupacional de manera estandarizada y eficiente, generando confianza en el cumplimiento de requisitos internacionales (Gutiérrez Falcón, 2022).

### **Metodología para la identificación de riesgos**

Para la identificación de riesgos laborales es esencial realizar un análisis detallado del concepto de riesgo laboral según la normativa nacional y europea, con el fin de obtener un modelo bien definido y estructurado que facilite su interpretación y aplicación.

La Guía Técnica Colombiana GTC-45 proporciona directrices para identificar peligros y valorar riesgos en seguridad y salud ocupacional. Se deben ajustar los lineamientos a las necesidades de cada organización. La valoración de riesgos es la base para la gestión proactiva de la seguridad y salud ocupacional. Requiere la participación de todos los niveles y un proceso sistemático.

La metodología española NTP 330 permite medir la magnitud de los riesgos, priorizar su corrección, analizar las deficiencias relacionadas a riesgos laborales, predecir accidentes potenciales, calcular el nivel de riesgo y realizar un análisis de daños posibles.

---

### **Materiales y métodos**

Una auditoría interna se realizó para verificar que el sistema de gestión cumple con los requisitos de la norma ISO 45001, sus propios requisitos y que está implementado y mantenido de forma eficaz (ISO-45001:2018, 2018). Las auditorías internas son importantes para asegurar una implementación adecuada del sistema de gestión (Delgado Yáñez, Cabrera Jara, & Pérez Guiracocha, 2019). Además, la revisión del sistema de gestión permite garantizar su idoneidad, adecuación, eficacia y alineación con la dirección estratégica de la organización.

### **Recolección de datos**

La norma ISO 45001 establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (SST) que permita a las organizaciones mejorar su desempeño en esta área.

Para medir el cumplimiento de la norma ISO 45001, se utilizaron listas de verificación para registrar la información relativa al estado del sistema de gestión de la empresa en estudio (García Casas & Duque-Aldaz, 2023).

## Resultados y discusión

### Cumplimiento de la Norma ISO:45001

**Tabla 1.**

Resultados en % del cumplimiento del Apartado 5 Liderazgo y participación de los trabajadores

Item	Requisitos	Situación		
		Cumple	En Proceso	No Cumple
5	Liderazgo y participación de los trabajadores	8%	27%	65%
5.1	Liderazgo y compromiso	0%	0%	100%
5.2	Política de la SST	0%	40%	60%
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	33%	67%	0%
5.4	Consulta y participación de los trabajadores	0%	0%	100%

Fuente: elaboración propia

Es prioritario enfocar esfuerzos en establecer liderazgo visible, compromiso gerencial, mecanismos de consulta al personal y una política sólida en seguridad y salud ocupacional.

Asimismo, se deben clarificar y comunicar roles, responsabilidades y niveles de autoridad en todos los niveles.

Este pilar de liderazgo presenta amplias oportunidades de mejora, siendo un foco clave para avanzar en la implementación efectiva de un sistema de gestión ISO 45001, que se refuerce desde la alta dirección (Moreno Parra, Restrepo Benavidez, & Sánchez Martín, 2021).

**Tabla 2.**

Resultados en % del cumplimiento del Apartado 6 Planificación

Item	Requisitos	Situación		
		Cumple	En Proceso	No Cumple
6	Planificación	11%	18%	71%
6.1	Gestión de Riesgos: Identificación de peligros, evaluación de riesgos oportunidades y acciones.	22%	11%	67%



6.2	Objetivos de la SST y planificación para lograrlos	0%	25%	75%
-----	--	----	-----	-----

Fuente: elaboración propia

Es prioritario enfocar esfuerzos en realizar una completa identificación de peligros y evaluación de riesgos de seguridad y salud ocupacional.

Asimismo, se deben establecer objetivos medibles enfocados en minimizar los principales riesgos identificados y mejorar el desempeño.

El plan para lograr estos objetivos debe asegurar los recursos, responsables y plazos.

**Tabla 3.**

Resultados en % del cumplimiento del Apartado 7 Apoyo

Item	Requisitos	Situación		
		Cumple	En Proceso	No Cumple
7	Apoyo	7%	8%	85%
7.1	Recursos	0%	0%	100%
7.2	Competencia	0%	40%	60%
7.3	Toma de conciencia	0%	0%	100%
7.4	Comunicación	33%	0%	67%
7.5	Información documentada	0%	0%	100%

Fuente: elaboración propia

Es prioritario asegurar los recursos necesarios para el sistema de gestión de SST.

Asimismo, se debe capacitar al personal, concientizar, documentar procesos y mejorar la comunicación interna en seguridad y salud ocupacional.

Este pilar de apoyo muestra amplias oportunidades de mejora, siendo fundamental focalizar esfuerzos para avanzar en un soporte sólido y sostenible del sistema ISO 45001.

**Tabla 4.**

Resultados en % del cumplimiento del Apartado 9 Evaluación del desempeño

Item	Requisitos	Situación		
		Cumple	En Proceso	No Cumple
8	Operación	0%	18%	82%
8.1	Planificación y control operacional	0%	20%	80%

8.2	Preparación y respuesta ante emergencias	0%	17%	83%
-----	--	----	-----	-----

Fuente: elaboración propia

Las causas de este incumplimiento pueden ser variadas, pero entre ellas se pueden mencionar:

- La falta de compromiso de la dirección con la seguridad y salud en el trabajo.
- La falta de recursos y de formación para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST).
- La complejidad de los requisitos de la norma ISO 45001.

**Tabla 5.**  
 Resultados en % del cumplimiento del Apartado 9 Evaluación del desempeño

Item	Requisitos	Situación		
		Cumple	En Proceso	No Cumple
9	Evaluación del desempeño	0%	8%	92%
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño	0%	25%	75%
9.2	Auditoría interna	0%	0%	100%
9.3	Revisión por la dirección	0%	0%	100%

Fuente: elaboración propia

Las causas de este incumplimiento pueden ser variadas, pero entre ellas se pueden mencionar:

- La falta de conocimiento y comprensión de los requisitos de la norma ISO 45001.
- La falta de recursos y de formación para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
- La falta de compromiso de la dirección con la seguridad y salud en el trabajo.

**Tabla 6.**  
 Resultados en % del cumplimiento de la Norma ISO 45001

Item	Requisitos	Situación
	Duque, Pazán, Villamagua, López. Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional según ISO:45001 en laboratorio cosmético y natural	

		Cumple	En Proceso	No Cumple
	Check List de verificación de ISO-45001	4%	18%	78%
4	Contexto de la organización	0%	0%	100%
5	Liderazgo y participación de los trabajadores	8%	27%	65%
6	Planificación	11%	18%	71%
7	Apoyo	7%	8%	85%
8	Operación	0%	18%	82%
9	Evaluación del desempeño	0%	8%	92%
10	Mejora	0%	50%	50%

Fuente: elaboración propia

Las causas de este incumplimiento pueden ser variadas, pero entre ellas se pueden mencionar:

La falta de conocimiento y comprensión de los requisitos de la norma ISO 45001.

La falta de recursos y de formación para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

La falta de compromiso de la dirección con la seguridad y salud en el trabajo.

Para mejorar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 45001, las organizaciones deben tomar las siguientes medidas:

Garantizar que el personal responsable de la implementación del SGSST tenga el conocimiento y la formación necesarios.

Asignar los recursos necesarios para la implementación del SGSST.

Lograr el compromiso de la dirección con la seguridad y salud en el trabajo (Contri Campanelli, Desiderio Ribeiro, & Contri Campanelli, 2021).

Los resultados muestran que existe un alto riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores en las organizaciones que no cumplen con los requisitos de la norma ISO 45001. Para mejorar

el cumplimiento de estos requisitos, las organizaciones deben tomar las medidas recomendadas en este documento

### **Plan de capacitación**

La seguridad y salud de los trabajadores es un elemento fundamental para el éxito sostenido de cualquier organización. Es por esto que Laboratorios Herbanase ha decidido fortalecer su sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, tomando como base los requisitos de la norma ISO 45001.

Luego de realizar una evaluación del estado actual del sistema de gestión, se han identificado algunas brechas que deben ser abordadas. La capacitación del personal en temas específicos de seguridad y salud ocupacional es una pieza clave para lograr el cierre de estas brechas y el cumplimiento de los estándares internacionales en la materia (Alves de Carvalho, Pereira de Araujo, De Medeiros Brito, & Tulio Medeiros, 2019).

Los 10 temas de capacitación que serán presentados a continuación han sido cuidadosamente seleccionados sobre la base de los hallazgos del check list realizado previamente. La participación comprometida de todos los colaboradores en estas actividades de entrenamiento será decisiva para evolucionar hacia una cultura preventiva sólida y sostenible.

En base a los hallazgos, se sugiere los siguientes temas:

1. Introducción a la ISO 45001 - Explicar los fundamentos y beneficios de implementar este estándar.
2. Identificación de peligros y evaluación de riesgos - Entrenar al personal en metodologías para detectar peligros y analizar riesgos en sus áreas de trabajo.
3. Investigación de incidentes y acciones correctivas - Capacitar en técnicas para investigar incidentes, identificar causas raíz y definir acciones preventivas/correctivas.
4. Auditorías internas ISO 45001 - Formar auditores internos para verificar el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión.

5. Gestión del cambio - Sensibilizar sobre la importancia de gestionar los cambios que puedan impactar la seguridad y salud ocupacional.
  6. Comunicación efectiva en SSO - Proveen herramientas para mejorar la comunicación interna sobre temas de seguridad y salud ocupacional.
  7. Responsabilidades y liderazgo en SSO - Concientizar sobre el rol y compromiso que deben asumir todos los niveles.
  8. Participación de los trabajadores - Fomentar la consulta y participación activa de los trabajadores en el sistema de gestión.
  9. Preparación y respuesta ante emergencias - Entrenar a las brigadas y al personal en general sobre planes de contingencia.
  10. Cumplimiento legal en SSO - Capacitar sobre requisitos legales aplicables y su implementación en los procesos.
- 

## Conclusiones

El presente estudio permitió identificar importantes brechas en el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 45001 en Laboratorios Herbanase. Se evidenciaron falencias significativas en aspectos críticos como liderazgo y compromiso gerencial, evaluación de riesgos, objetivos y planificación, recursos, competencias del personal, consulta y participación de los trabajadores, entre otros. La implementación incompleta del sistema de gestión representa un alto riesgo para la seguridad y salud ocupacional que requiere medidas correctivas prioritarias.

Los resultados de este diagnóstico inicial tienen implicaciones fundamentales para la mejora continua del desempeño en seguridad y salud ocupacional de Laboratorios Herbanase. Permiten focalizar esfuerzos en las brechas identificadas y sentar bases sólidas para la implementación efectiva de un sistema ISO 45001, fortaleciendo el compromiso visible de la alta dirección, la planificación estratégica, la gestión de recursos, la capacitación del personal y la participación proactiva de los trabajadores.

La investigación realizada reviste gran importancia al aportar un análisis detallado de la situación actual de Laboratorios Herbanase respecto al cumplimiento de estándares

internacionales en seguridad y salud ocupacional. Los hallazgos permitirán orientar iniciativas clave para la mejora continua y el logro de ambientes laborales seguros, saludables y productivos, con protección integral de los trabajadores. Asimismo, el estudio puede servir de guía para otras empresas interesadas en implementar ISO 45001.

Como implicaciones para futuras investigaciones, se recomienda profundizar en ciertos factores identificados en el diagnóstico, como la percepción y participación de los trabajadores, la gestión del cambio ante modificaciones de procesos y la preparación para respuesta a emergencias. Estudios de mayor alcance también podrían evaluar el impacto de implementar ISO 45001 en indicadores concretos de desempeño en seguridad y salud ocupacional.

En conclusión, este estudio de diagnóstico inicial permitió determinar el nivel de cumplimiento de Laboratorios Herbanase con los requisitos de la norma ISO 45001 e identificar áreas críticas a intervenir para la mejora continua de la seguridad y salud ocupacional. Los resultados evidencian la necesidad de reforzar el sistema de gestión, siendo este estudio un primer paso fundamental para sentar bases sólidas en el camino hacia ambientes laborales seguros, saludables y productivos.

---

### Referencias bibliográficas

- Alves de Carvalho, J., Pereira de Araujo, M. V., De Medeiros Brito, M. I., & Tulio Medeiros, X. (2019). IMPLANTAÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM UMA EMPRESA DE ENERGIA EÓLICA. *Revista Alcance*, 26(3), 247-260. doi:[https://doi.org/10.14210.alcance.v26n3\(Set/Dez\).p247-260](https://doi.org/10.14210.alcance.v26n3(Set/Dez).p247-260)
- Bacilio Peñafiel, K. X., González Torres, G. S., & Duque-Aldaz, F. J. (2020). *Diseño de un sistema de gestión integrado, Normas 45001, 14001 aplicado en la Facultad: Ingeniería Química*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50041>
- Barrios Pájaro, Y. I. (2020). Diagnóstico de la implementación del SG-SST en las constructoras pioneras de Colombia. *SIGNOS*, 12(2), 149-159. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5604/560467941010/>

- Benítez Puentes, J. A., & Alzate Ibáñez, A. M. (2019). *Propuesta de implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma NTC ISO 45001:2018 en la empresa Quasfar M&F S.A.* Bogotá: Universidad de América. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11839/7466>
- Buñay Jumbo, K. D., Molina Maldonado, L. Á., & Duque-Aldaz, F. J. (2019). *Diseño de un plan de aplicación de la normativa ISO 45001 en la empresa Maggie Cloro.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/47081>
- Contri Campanelli, L., Desiderio Ribeiro, L., & Contri Campanelli, L. (2021). Participación de empresas brasileñas con aspectos de salud y seguridad ocupacional y la nueva ISO 45001:2018. *Producción*, 31(e20210005). doi:<https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210005>
- Delgado Yáñez, M. S., Cabrera Jara, M. F., & Pérez Guiracocha, G. V. (2019). Análisis para la Implementación del Sistema de Gestión de Calidad y del Sistema de Gestión Ambiental para el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela Politécnica Nacional. *Revista Politécnica*, 42(2). doi:<https://doi.org/10.33333/rp.vol42n2.959>
- Frutos Idrovo, D. A., Murillo Reyes, S. K., & Duque-Aldaz, F. J. (2022). *Propuesta de plan de mejora continua utilizando la metodología del ciclo Deming en el área de producción en la microempresa Ultrapintec S.A.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- García Casas, V. E., & Duque-Aldaz, F. J. (2023). Mejora de capacidades en el manejo de protocolos de manipulación, higiene y bioseguridad para las cabañas-restaurantes del cantón Playas en tiempos de Covid-19. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 8(3), 192-209. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.8200928>
- Gutiérrez Falcón, P. C. (2022). Mejora del desempeño ambiental, de seguridad y salud ocupacional: caso de una empresa peruana de agroquímicos. *Industrial Data*, 25(2), 29-54. doi:<https://doi.org/10.15381/idata.v25i2.21666>
- IESS. (2023). *SGRT - Estadísticas del Seguro de Riesgos del Trabajo.* (IESS) Obtenido de [https://sart.iess.gob.ec/SRGP/barras\\_at.php?YzNiNmIkPWWzdGFO](https://sart.iess.gob.ec/SRGP/barras_at.php?YzNiNmIkPWWzdGFO)
- ISO-45001:2018. (2018). *Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo – Requisitos con orientación para su uso.* Organización Internacional para la Normalización. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>
- León Tamay, L. L., & Duque-Aldaz, F. J. (2019). *Diseño de un plan de manejo ambiental en la Empresa Talquistina S.A.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42119>
- Melendez Cuello, Y. Z., & García Contreras, T. (2018). *Propuesta de implementación del sistema de gestión de seguridad en la empresa especializada iesa s.a., basado en el sistema iso 45001- 2018, compañía minera Chungar.* Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/602>
- Moreno Parra, P. A., Restrepo Benavidez, B., & Sánchez Martín, P. A. (2021). Aplicación metodológica: the integrated use of management system standards para la integración de sistemas de gestión. *SIGNOS*, 13(2). doi:<https://doi.org/10.15332/24631140.6668>
- Rios Tupa, D. A. (2018). *Modelo de un Sistema de Gestión de la Seguridad empleando la ISO 45001:2018 para mejorar el Plan de Seguridad en Obras de Saneamiento, Lima – 2018.* Lima: Universidad César Vallejo . Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25204>
- Rodríguez Gómez, M. A., Suriaga Sanchez, M. A., Medina Pinoargote, G. E., Calderón Angulo, R. J., & Duque-Aldaz, F. J. (2019). *La eficiencia y la eficacia en procesos administrativos.*

Babahoyo: Cidepro Editorial S.A . Obtenido de <https://libros.cidepro.org/index.php/cidepro/catalog/book/119>  
Salas Florez, J. S., & Gonzales Medina, L. E. (2019). *Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional basada en la norma ISO 45001:2018 en la empresa de metal mecánica Pakim Metales S.A.C.* Lima: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2819>





ct

Revista Ciencia & Tecnología

