

**CONCIENCIA DIGITAL**

[WWW.CONCIENCIADIGITAL.ORG](http://WWW.CONCIENCIADIGITAL.ORG)  
[WWW.CIENCIADIGITALEEDITORIAL.COM](http://WWW.CIENCIADIGITALEEDITORIAL.COM)

**Vol. 7 Num. 1.3**  
**Estructura Científica**

**Marzo 2024**

REVISTA INDEXADA  
EVALUADA POR PARES

ISSN: 2600-5859

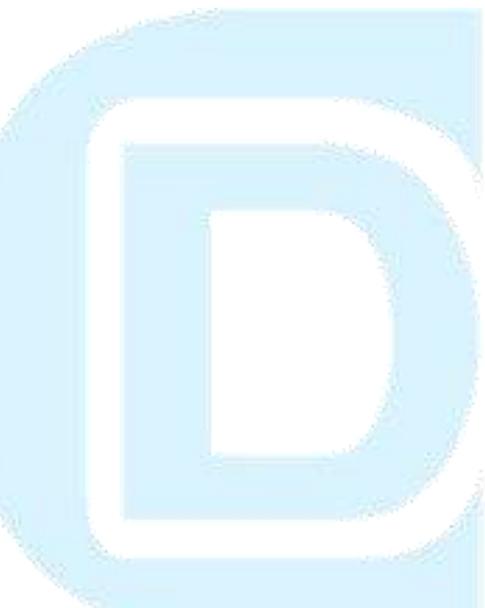
La revista Conciencia Digital se presenta como un medio de divulgación científica, se publica en soporte electrónico trimestralmente, abarca temas de carácter multidisciplinar.

**ISSN:** 2600-5859 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están constituidos por:

Tipos de artículos científicos:

- Estudios empíricos: Auténticos, originales, que comprueban hipótesis, abordan vacíos del conocimiento.
- Reseña o revisión: evaluaciones críticas de estudios o investigaciones, análisis críticos, para aclarar un problema, sintetizar estudios, proponer soluciones.
- Teóricos: Literatura investigada, promueven avances de un teoría, analizan las teorías, comparan trabajos, confirma la validez y consistencia de investigaciones previas
- Metodológico: Presenta nuevos métodos, mejoran procedimientos, comparan métodos, detallan los procedimientos.
- Estudio de casos: Resultados finales de un estudio, resultados parciales de un estudio, campos de la salud, campos de la ciencia sociales.





## EDITORIAL CIENCIA DIGITAL



**Contacto:** Conciencia Digital, Jardín Ambateño,  
Ambato- Ecuador

**Teléfono:** 0998235485 – (032)-511262

### **Publicación:**

**w:** [www.concienciadigital.org](http://www.concienciadigital.org)

**w:** [www.cienciadigitaleditorial.com](http://www.cienciadigitaleditorial.com)

**e:** [luisefrainvelastegui@cienciadigital.org](mailto:luisefrainvelastegui@cienciadigital.org)

**e:** [luisefrainvelastegui@hotmail.com](mailto:luisefrainvelastegui@hotmail.com)

### **Director General**

DrC. Efraín Velastegui López. PhD. <sup>1</sup>

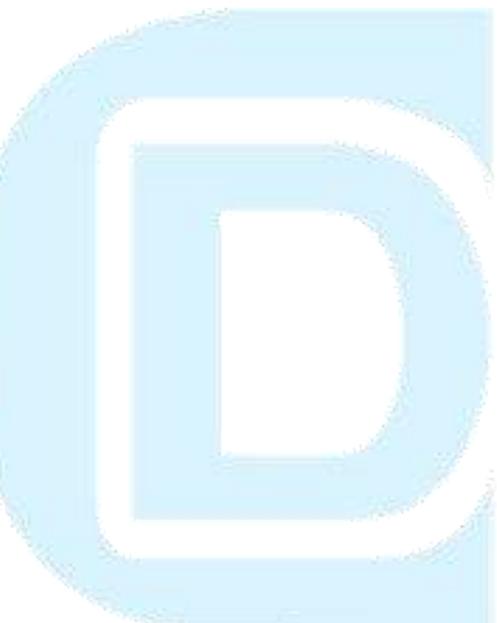
*"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".*

**Albert Szent-Györgyi**

<sup>1</sup> Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (PhD) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV- 18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Ciencia digital, Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital, Anatomía digital y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana del libro, Director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

## PRÓLOGO

El desarrollo educativo en Ecuador, alcanza la vanguardia mundial, procurando mantenerse actualizada y formar parte activa del avance de la conciencia y la tecnología con la finalidad de que nuestro país alcance los estándares internacionales, ha llevado a quienes hacemos educación, a mejora y capacitarnos continuamente permitiendo ser conscientes de nuestra realidad social como demandante de un cambio en la educación ecuatoriana, de manera profunda, ir a las raíces, para así poder acceder a la transformación de nuestra ideología para convertirnos en forjadores de personalidades que puedan dar solución a los problemas actuales, con optimismo y creatividad de buscar un futuro mejor para nuestras educación; por ello, docentes y directivos tenemos el compromiso de realizar nuestra tarea con seriedad, respeto y en un contexto de profesionalización del proceso pedagógico



# Índice

1. Necesidad de tipificación de la violencia vicaria en el Código Orgánico Integral Penal ecuatoriano  
(Adriana Maritza Argudo Tello, Gina Lucía Gómez de la Torre Jarrín)  
**06-27**

---

2. Enfermedades metabólicas que ocasionan riesgos laborales en el personal de la empresa INDURAMA, año 2023  
(Mónica Silvana Garzón Muñoz, Juan Carlos Gárate Aguirre)  
**28-48**

---

3. Propuesta de modelo matemático para calcular el rendimiento de mano de obra en mampostería de bloque. Caso: ciudad de Cuenca, parroquia Cañaribamba  
(Micaela Geovanna Coronel García, Carlos Julio Calle Castro, Marco Ávila Calle)  
**49-68**

---

4. Propuesta de modelo matemático de rendimiento de mano de obra en enlucidos de mampostería. Caso de estudio: ciudad de Cuenca  
(Karla Denisse Campoverde Chicaiza, Carlos Julio Calle Castro, Marco Ávila Calle)  
**69-90**

---

5. Rendimiento de mano de obra en cielo raso. Caso de estudio: ciudad de Cuenca  
(Jorge Luis Zhicay Arbito, Carlos Julio Calle Castro, Nayra Mendoza Enríquez)  
**91-112**

---

6. Análisis de riesgo de inundación en áreas aledañas al río Burgay en la ciudad de Biblián  
(Juan Pablo Idrovo Ortiz, José Abelardo Paucar Camacho, Numa Inain Gaibor Velasco)  
**113-133**

---

7. La falta de tipificación del delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal  
(María Gabriela Suqui Morocho, Ana Fabiola Zamora Vázquez)  
**134-161**

---

8. Does Sexual Behaviors Account for HPV-related  
Oropharyngeal Cancer (OPC)?

(Roberto David Flores Núñez)

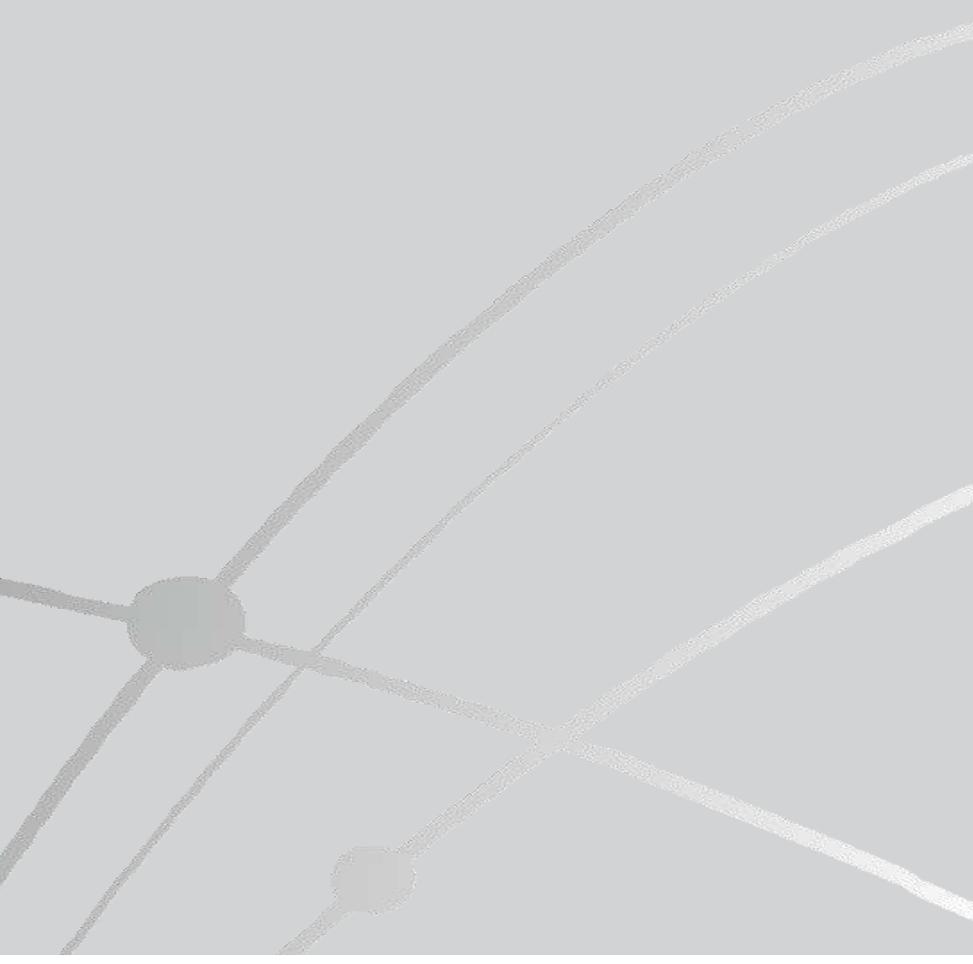
162-171

---

9. La influencia del aprendizaje automático en el  
futuro del análisis de tiempo estático

(Julio Torres Tello)

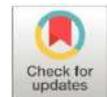
172-184



## Necesidad de tipificación de la violencia vicaria en el Código Orgánico Integral Penal ecuatoriano

*The need to typify vicarious violence in the Ecuadorian Organic Integral Penal Code*

- <sup>1</sup> Adriana Maritza Argudo Tello  <https://orcid.org/0009-0008-9522-8185>  
Maestría en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[adriana.argudo@ucacue.edu.ec](mailto:adriana.argudo@ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Gina Lucía Gómez de la Torre Jarrín  <https://orcid.org/0000-0002-1093-0418>  
Maestría en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[gina.gomez@ucacue.edu.ec](mailto:gina.gomez@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 07/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2934>

**Cítese:** Argudo Tello, A. M., & Gómez de la Torre Jarrín, G. L. (2024). Necesidad de tipificación de la violencia vicaria en el Código Orgánico Integral Penal ecuatoriano. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 6-27. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2934>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

Violencia vicaria, Derecho penal, género, Ecuador, protección legal.

**Keywords:**

Vicarious violence, criminal law, gender, Ecuador, legal protection.

**Resumen**

**Introducción:** La violencia vicaria es una forma de violencia de género que afecta a mujeres y niños en todo el mundo, incluyendo Ecuador. A pesar de su gravedad, esta forma de violencia no siempre es reconocida o tipificada en la legislación penal ecuatoriana. **Objetivo:** Este estudio tiene como objetivo principal analizar la necesidad de tipificar la violencia vicaria en el Código Orgánico Integral Penal ecuatoriano, con el fin de brindar protección legal a las víctimas de este tipo de violencia. **Metodología:** Se emplearon métodos de análisis documental, revisión bibliográfica, estudio de casos y entrevistas semiestructuradas a expertos en derecho penal, género y violencia de género en Ecuador. Se realizaron análisis comparativos de legislaciones, revisión sistemática de la literatura y análisis de contenido de casos de violencia vicaria. **Resultados:** La investigación reveló que la violencia vicaria es una forma grave de violencia de género que afecta a mujeres y niños en Ecuador, con consecuencias devastadoras en su integridad física, psicológica y emocional. Se identificó la importancia de promover campañas de sensibilización y concienciación pública sobre este fenómeno. **Conclusión:** La inclusión de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana es crucial para garantizar la protección de las víctimas y promover una cultura de respeto y equidad de género en la sociedad. Se recomienda la implementación de estrategias de detección temprana, capacitación especializada y coordinación interinstitucional para abordar eficazmente este problema. **Área de estudio general:** Derecho Procesal Penal y Litigación Oral. **Área de estudio específica:** Derecho Penal y Violencia de Género

**Abstract**

**Introduction:** Vicarious violence is a form of gender-based violence that affects women and children throughout the world, including Ecuador. Despite its seriousness, this form of violence is not always recognized or typified in Ecuadorian criminal legislation. **Objective:** The main objective of this study is to analyze the need to typify vicarious violence in the Ecuadorian Organic Integral Penal Code in order to provide legal protection to victims of this type of violence. **Methodology:** Documentary analysis, literature review, case studies and semi-structured interviews with experts in criminal law, gender and gender violence

---

in Ecuador were used. Comparative analysis of legislation, systematic literature review and content analysis of cases of vicarious violence were carried out. **Results:** The research revealed that vicarious violence is a serious form of gender violence that affects women and children in Ecuador, with devastating consequences on their physical, psychological and emotional integrity. The importance of promoting public awareness and sensitization campaigns on this phenomenon was identified. **Conclusion:** The inclusion of vicarious violence in Ecuadorian legislation is crucial to guarantee the protection of victims and promote a culture of respect and gender equity in society. It is recommended that early detection strategies, specialized training and inter-institutional coordination be implemented to effectively address this problem.

---

### Introducción

La presente era se caracteriza por una crisis palpable en los valores éticos, morales y sociales, lo cual ha exacerbado la incidencia de la violencia en la sociedad contemporánea. Este fenómeno se manifiesta de manera especialmente preocupante en los entornos familiares, donde se registran numerosos casos de violencia, perpetrados tanto por miembros familiares como por individuos ajenos al núcleo familiar. Este incremento en la violencia se encuentra respaldado por evidencia estadística, que revela la presencia significativa de violencia física, psicológica e incluso sexual, siendo las mujeres el principal grupo afectado por estos actos de agresión. En este contexto, la violencia se define como cualquier acto que cause daño físico, verbal, psicológico o sexual a un individuo, destacándose la amenaza como una forma común de perpetración de maltrato.

En el ámbito contemporáneo, la problemática de la violencia ha evolucionado hacia formas más complejas, siendo la violencia vicaria una de ellas. Este tipo de violencia se caracteriza por ser ejercida a través de terceros con el fin de causar daño a la madre. Una de las dificultades adicionales radica en la falta de regulación legal específica sobre la violencia vicaria en el marco jurídico ecuatoriano. La consecuencia directa de esta carencia normativa es el grave daño psicológico infligido a las mujeres afectadas. La violencia vicaria, por ende, se erige como una modalidad de violencia de género, en la que los hijos e hijas de las mujeres víctimas son instrumentalizados como medio para perpetrar actos de agresión contra su madre, generándole un daño psicológico de

magnitud considerable, que en algunos casos puede desembocar en violencia física y verbal.

En el seno de la sociedad, se observa una alarmante prevalencia de casos de violencia, sin embargo, muchos de estos actos quedan impunes debido a la ausencia de su tipificación como delito en el Código Orgánico Integral Penal. La normativa penal ecuatoriana reconoce múltiples formas de violencia, pero lamentablemente no aborda de manera específica la violencia vicaria, la cual está siendo perpetrada contra las madres (Zafra Aparici y Román Martín, 2022). Esta omisión legal deja desamparado a este grupo social que, a lo largo de décadas, ha buscado protección para sus derechos, convirtiéndolas en blancos fáciles de vulneración. Evidentemente, la falta de tipificación de este delito está socavando los derechos y garantías constitucionales de las mujeres que han sufrido esta forma de violencia.

La ausencia de regulación dentro del marco normativo ecuatoriano respecto a la violencia vicaria ha convertido a las madres, es decir, a las mujeres, en el grupo social más vulnerable a sufrir actos de violencia y a guardar silencio al respecto. Al no estar normada y no constituir un delito de carácter público ni privado, esta situación infringe gravemente los derechos y garantías constitucionales, así como los derechos humanos al menoscabar la dignidad de la mujer. Este problema se agrava aún más debido a que la falta de regulación, al ser la ley una declaración de la voluntad soberana que prohíbe, permite y manda implícitamente, estaría respaldando este tipo de violencia hacia este grupo social.

La violencia vicaria, una forma insidiosa de violencia de género que afecta a las mujeres a través de sus hijos, ha emergido como un desafío significativo en el contexto del sistema legal ecuatoriano, particularmente en el marco del Código Integral Penal. A pesar de los avances en la legislación para abordar la violencia contra las mujeres, la violencia vicaria sigue siendo una realidad invisible y no regulada en las disposiciones penales del Ecuador (Zamora-Vázquez y Ávila-Cárdenas, 2022).

El Código Integral Penal del Ecuador, promulgado en 2014, establece un marco legal integral para prevenir, sancionar y erradicar diversas formas de violencia, incluida la violencia de género. Sin embargo, la falta de disposiciones específicas que aborden la violencia vicaria deja un vacío legal que pone en riesgo a las mujeres que son víctimas de esta forma de violencia (COIP, 2021).

En este contexto, es imperativo analizar en profundidad la ausencia de regulación de la violencia vicaria en el Código Integral Penal ecuatoriano, identificar las implicaciones legales y sociales de esta omisión, y proponer medidas legislativas y políticas para abordar eficazmente este fenómeno. A través de este estudio, se busca sensibilizar a los actores clave en el sistema de justicia penal sobre la importancia de incluir la violencia

vicaria en el marco legal existente y garantizar la protección integral de las mujeres y sus hijos.

En las siguientes secciones, se examinará detalladamente la situación actual de la violencia vicaria en el contexto del Código Integral Penal del Ecuador, se analizarán las implicaciones legales y sociales de su falta de regulación, y se propondrán recomendaciones para fortalecer el marco legal y proteger los derechos de las mujeres en situación de vulnerabilidad.

La carencia de normativa no solo vulnera los derechos de las mujeres y las garantías constitucionales, sino que también afecta los derechos de los niños que son hijos de estas mujeres, quienes son víctimas de este tipo de violencia al ser utilizados como instrumentos para infundir temor, amenaza, intimidación y coacción hacia este grupo social. La legislación ecuatoriana no está evolucionando al mismo ritmo que las necesidades, conflictos y realidades sociales actuales, lo que resulta en un grave menoscabo a la dignidad humana y en un aparente respaldo implícito para la perpetuación de este tipo de violencia, la cual constituye un delito.

### **Antecedentes**

La violencia, en su sentido genérico, se define como un acto intencional que busca causar daño, utilizando la amenaza y la fuerza como medios para lograr este fin. Este fenómeno tiene raíces profundas en la historia de la humanidad, siendo tan antiguo como las propias interacciones interpersonales. Hasta la década de los noventa, en América Latina, la violencia era percibida como una parte intrínseca de la convivencia humana, aceptada con tal normalidad que el Estado no intervenía para mitigarla, especialmente cuando ocurría dentro de la familia. Esta omisión era especialmente evidente en el Ecuador, donde las mujeres no podían denunciar la violencia que sufrían dentro del ámbito familiar debido a restricciones legales, como lo estipulaba el Código de Procedimiento Penal (Albarán Cifuentes et al., 2022).

Con el transcurso del tiempo y los cambios en las realidades sociales, las formas en que se manifiesta la violencia también evolucionan. Surge entonces la violencia de género, definida como cualquier acto violento, ya sea físico, psicológico, sexual o patrimonial, dirigido específicamente contra la mujer. Este concepto surge como resultado del avance histórico de las mujeres en la lucha por sus derechos, reconociendo la histórica vulnerabilidad de las mujeres debido a factores machistas y discriminatorios. La creación de convenciones internacionales, como la Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer en 1981 y la Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra la Mujer en 1995 (también conocida como "Belem do Para"), obliga a los países signatarios, incluido Ecuador, a incorporar

medidas de protección y erradicación de la violencia contra las mujeres en su legislación nacional (Tobar Cid, 2023).

En respuesta a estos compromisos internacionales, Ecuador promulgó una ley para erradicar la violencia contra la mujer en 1995, y comenzó a establecer comisarías especializadas en la atención de mujeres (Heredia Mayorga, 2022). Sin embargo, estas medidas no lograron resolver por completo la problemática, evidenciando la lenta progresión del Estado en la erradicación y prevención de la violencia y la discriminación. En 2008, la Constitución ecuatoriana, en su artículo 66, estableció el derecho a la integridad personal, que incluye la integridad moral, sexual, física y psicológica, así como el derecho a una vida libre de violencia en el ámbito público y privado. Además, impone al Estado la obligación de promover medidas para prevenir, eliminar y sancionar toda forma de violencia, especialmente la dirigida contra mujeres, niñas, niños y adolescentes (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Bajo el amparo de la supremacía constitucional, en el año 2014, se promulga el Código Orgánico Integral Penal (COIP) en Ecuador, el cual tipifica como delitos ciertos actos que atentan contra la mujer, tales como el femicidio, homicidio y asesinato. Este código también comienza a considerar las diversas formas de violencia contra la mujer, ampliando así la posibilidad de denuncia por parte de las víctimas. Desde el artículo 155 hasta el artículo 158 del COIP se establecen regulaciones para la violencia física, psicológica y sexual. Sin embargo, aún no se aborda la violencia vicaria en la normativa penal ecuatoriana, la cual afecta tanto a las mujeres como a los niños y niñas, quienes son utilizados como instrumentos para infligir dolor a la víctima (COIP, 2021). Esta falta de regulación permite que estos delitos queden impunes, a pesar de su impacto devastador en las víctimas.

La Constitución de la República del Ecuador de 2008 establece claramente que es responsabilidad del Estado sancionar todo tipo de violencia, especialmente la que se comete contra la mujer, niños, niñas y adolescentes (Artículo 66 N. 3). Sin embargo, esta disposición constitucional se ve vulnerada por la falta de tipificación de la violencia vicaria, lo que resulta en impunidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). Doctrinalmente, la violencia vicaria se define como una acción violenta que causa daño a la integridad física, sexual o psicológica de la mujer, y que puede ejercerse mediante amenazas y actos de coacción. Esta forma de violencia, intrafamiliar y de género, recibió su denominación a partir del Pacto de Estado Contra la Violencia de Género en España en 2017 (Rivera et al., 2019). La violencia vicaria implica que el agresor utiliza a otras personas, como los hijos, para dañar y destruir la vida de la madre.

Los numerosos actos de violencia que sufren las mujeres en la sociedad, incluida la violencia vicaria, son invisibles para la mayoría, lo que puede llevar a las víctimas a situaciones extremas, como el suicidio. La falta de normativa adecuada no solo perpetúa

el ciclo de violencia del agresor, sino que también constituye un grave atentado contra la dignidad humana y los derechos de las mujeres y de los niños y niñas que son utilizados como instrumentos de dolor. En Ecuador, seis de cada diez mujeres han experimentado o están experimentando algún tipo de violencia de género, lo que indica que la violencia de género afecta a más del 50% de la población en todas las provincias del país (Solorzano Bernita, 2023). La violencia vicaria no puede seguir siendo ignorada en el marco jurídico ecuatoriano.

En respuesta al lento progreso en la prevención y erradicación de la violencia contra la mujer en Ecuador, se promulgó en 2018 la Ley Orgánica de Prevención y Erradicación de Violencia contra la Mujer. Sin embargo, esta ley no aborda todas las formas de violencia, ya que omite una forma de violencia de suma importancia debido a la vulneración de derechos y su impacto en los menores: la violencia vicaria. La normativa define la violencia de género como "la conducta o acción que cause o no muerte, daño y sufrimiento de índole físico, sexual, psicológico y patrimonial a la mujer", pero no incluye disposiciones específicas para prevenir o eliminar la violencia vicaria, que representa una amenaza real y continua. El aumento diario de la violencia contra la mujer se atribuye en parte a la falta de atención que el Estado presta a este tema y a su lento avance en cuestiones de violencia de género.

A pesar de las alarmantes cifras de violencia en Ecuador, existen datos aún más preocupantes que no se reflejan en las estadísticas oficiales, ya que muchas mujeres sufren en silencio. A pesar de ser consideradas un grupo prioritario según la Constitución, las mujeres víctimas de violencia doméstica y sexual, así como las víctimas de maltrato infantil, no reciben el amparo adecuado del Estado. La falta de normativa, tipificación y regulación de la violencia vicaria agrava aún más esta situación, lo que constituye una violación de la supremacía constitucional que exige la sanción de todas las formas de violencia y también vulnera los derechos humanos, como el derecho a la dignidad humana (Guenis Labio y Peña Otavalo, 2021).

Las/os menores víctimas de violencia, como en el caso de la violencia vicaria, son reconocidos por la Organización de las Naciones Unidas como víctimas de maltrato infantil. Este fenómeno de violencia es complejo, denigrante y violatorio de derechos. La impunidad con la que los agresores practican esta forma de violencia es preocupante tanto a nivel jurídico como social. La violencia de género ya no es un asunto privado, sino un tema de interés público y estatal que requiere medidas concretas. La tipificación de la violencia vicaria como delito en el marco jurídico penal permitiría a las víctimas acceder a la justicia de manera efectiva y encontrar respuestas judiciales adecuadas, lo cual es crucial para poner fin a esta forma de violencia que, lamentablemente, se refleja en el alto número de suicidios en Ecuador (Cabrera et al., 2022).

La violencia vicaria, como fenómeno emergente en el contexto de la violencia de género, ha sido objeto de estudio y análisis por parte de diversos expertos en el campo de la psicología, el derecho y las ciencias sociales (Beltran Sales, 2023). Aunque no existe una definición universalmente aceptada, se entiende la violencia vicaria como aquella forma de violencia de género en la cual el agresor utiliza a los hijos como medio para ejercer control, intimidación o venganza sobre la madre.

En el ámbito jurídico, la violencia vicaria ha sido descrita como la forma más extrema de violencia de género, donde los menores son utilizados como instrumentos para causar daño a la mujer y perpetuar el ciclo de violencia. A pesar de su gravedad y recurrencia, la violencia vicaria ha sido ignorada en gran medida en el ordenamiento jurídico ecuatoriano, incluido el Código Integral Penal.

La falta de reconocimiento y regulación de la violencia vicaria en el marco legal penal del Ecuador refleja una brecha significativa en la protección de los derechos de las mujeres y los niños. Esta omisión legal no solo perpetúa la invisibilidad de esta forma de violencia, sino que también impide la aplicación de medidas efectivas para prevenirla y sancionar a los agresores.

Es fundamental que el sistema legal ecuatoriano reconozca la violencia vicaria como una forma específica de violencia de género y la incluya en sus disposiciones penales. Esta acción no solo contribuirá a visibilizar y combatir esta problemática, sino que también enviará un mensaje claro de que la violencia vicaria no será tolerada en una sociedad que busca garantizar la igualdad, la justicia y el respeto a los derechos humanos de todas las personas.

La violencia vicaria, al ser una forma de violencia de género que afecta tanto a la mujer como a los hijos, plantea desafíos complejos en términos de protección y prevención. Según Castellero Mimenza (2017), la violencia vicaria implica la sustitución o reemplazo de un individuo por otro en el ejercicio de una función o en la vivencia de una situación, donde se busca causar daño a la mujer a través de los hijos, ya sea como objetivo principal o colateral.

La falta de reconocimiento de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana, a pesar de su existencia y gravedad, refleja una carencia en la respuesta institucional a esta forma específica de violencia de género. La ausencia de disposiciones legales que aborden la violencia vicaria deja a las mujeres y sus hijos en una situación de vulnerabilidad y desamparo, sin la protección necesaria para romper el ciclo de violencia.

En el contexto internacional, Ecuador ha asumido compromisos a través de la ratificación de instrumentos como la Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer y la Convención Interamericana para prevenir, sancionar

y erradicar la violencia contra la mujer Belém do Pará (Arias Rivera, 2021). Estos instrumentos internacionales instan a los Estados a adoptar medidas efectivas para prevenir y sancionar la violencia de género en todas sus formas, incluida la violencia vicaria.

En este sentido, es imperativo que el marco legal ecuatoriano se ajuste a los estándares internacionales en materia de derechos humanos y género, reconociendo y penalizando la violencia vicaria como una forma específica de violencia de género. Solo a través de una respuesta integral y coordinada, que incluya medidas legislativas, políticas públicas y acciones de sensibilización, se podrá combatir eficazmente la violencia vicaria y garantizar la protección de las mujeres y sus hijos en situación de vulnerabilidad.

### **Marco Legal de la Violencia Vicaria en el Código Integral Penal del Ecuador**

En el marco del Código Integral Penal del Ecuador, que entró en vigencia en 2014, se establecen disposiciones detalladas para prevenir y sancionar diversos tipos de delitos, incluidos aquellos relacionados con la violencia de género. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por abordar la violencia contra las mujeres, la figura de la violencia vicaria no ha sido específicamente contemplada en este cuerpo normativo.

La violencia vicaria se define como aquella forma de violencia de género en la cual el agresor utiliza a los hijos como instrumento para causar daño, controlar o intimidar a la madre (Yañez Mejia, 2023). Esta forma de violencia, considerada como una de las más extremas dentro del espectro de la violencia de género, tiene graves implicaciones tanto para la mujer como para los menores involucrados.

A pesar de su gravedad y recurrencia, la violencia vicaria no ha sido reconocida ni tipificada en el Código Integral Penal del Ecuador. Esta omisión legal representa un vacío significativo en la protección de los derechos de las mujeres y los niños, dejándolos expuestos a situaciones de vulnerabilidad y riesgo.

La falta de regulación de la violencia vicaria en el marco legal penal ecuatoriano refleja una carencia en la comprensión y abordaje integral de la violencia de género en todas sus manifestaciones. Es fundamental que el sistema de justicia penal reconozca y penalice específicamente la violencia vicaria, considerando sus efectos perjudiciales en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas.

### **Metodología**

La investigación sobre la violencia vicaria en el contexto del derecho penal ecuatoriano se enmarcó en un diseño de investigación descriptivo, con un enfoque cualitativo. El nivel de investigación fue exploratorio, ya que se buscaba comprender en profundidad las dinámicas y características de la violencia vicaria en el contexto ecuatoriano. La

modalidad de investigación fue no experimental, dado que se analizaron casos reales y se recopilaban datos existentes sin intervenir en situaciones controladas.

Para llevar a cabo la investigación, se utilizaron métodos de análisis documental, revisión bibliográfica y estudio de casos. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a expertos en derecho penal, género y violencia de género en Ecuador, con el fin de obtener información cualitativa relevante para el estudio. Los procedimientos incluyeron la recopilación de datos, el análisis de información cualitativa y la formulación de propuestas de reforma legal.

En cuanto a las técnicas de investigación, se emplearon la revisión sistemática de la literatura, el análisis comparativo de legislaciones, la entrevista en profundidad y el análisis de contenido de los casos de violencia vicaria analizados. Estas técnicas permitieron obtener datos significativos, interpretar la información recopilada y formular conclusiones y recomendaciones basadas en evidencia.

La población de estudio para la investigación sobre la violencia vicaria en el contexto del derecho penal ecuatoriano estuvo compuesta por mujeres víctimas de violencia vicaria, expertos en derecho penal, género y violencia de género en Ecuador, así como casos documentados de violencia vicaria en el país. Los criterios de inclusión para las mujeres víctimas de violencia vicaria fueron haber experimentado este tipo de violencia y estar dispuestas a compartir sus experiencias. Para los expertos, se consideraron aquellos con experiencia y conocimientos relevantes en el tema. En cuanto a los casos documentados, se incluyeron aquellos que estuvieran debidamente registrados y documentados.

Los criterios de exclusión se aplicaron a casos o testimonios que no cumplieran con los criterios de inclusión establecidos, así como a información no verificada o no relevante para los objetivos de la investigación. No se contempló la eliminación de participantes o datos una vez recopilados, salvo en casos de consentimiento revocado o información falsa.

En términos éticos, la investigación se llevó a cabo respetando los principios de confidencialidad, anonimato y respeto a la autonomía de los participantes. Se respetaron las normativas éticas nacionales e internacionales aplicables a la investigación en ciencias sociales y jurídicas.

## Resultados

Los resultados de la investigación sobre la violencia vicaria en el contexto del derecho penal ecuatoriano revelaron una serie de hallazgos significativos. En primer lugar, se identificó que la violencia vicaria es una forma de violencia de género que afecta de manera grave a las mujeres y a sus hijos, siendo utilizados estos últimos como instrumentos para ejercer control y coerción sobre las madres. Esta forma de violencia,

aunque no siempre reconocida o tipificada en la legislación ecuatoriana, tiene consecuencias devastadoras en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas.

En 2023 hubo 332 femicidios en Ecuador, de esos por razones de género, hubo: 134 femicidios también llamados íntimos, cometidos por una pareja o persona cercana; 189 femicidios por delincuencia, en el contexto del crimen organizado en el que las mujeres son utilizadas como botines de guerra; 9 transfemicidios, es decir de mujeres transgénero (Ponce, 2023).

Para enriquecer el artículo con ejemplos concretos, se han identificado casos emblemáticos de violencia vicaria en Ecuador. Estos casos documentados y debidamente registrados ofrecen una visión más clara de la naturaleza y las repercusiones de este fenómeno en la sociedad ecuatoriana. Por ejemplo, una situación destacada involucra el uso de los hijos como herramientas de control y coerción por parte del agresor. En este escenario, los menores son manipulados y expuestos a situaciones perjudiciales como parte de un esquema de violencia vicaria, donde su bienestar se ve comprometido en función de los intereses del agresor (Izaguirre, 2023).

Otro caso es el de Derly Figueroa Macías quien fue asesinada con cinco disparos el año 2022 en Babahoyo, Los Ríos, cuando acompañaba a su hija al colegio. Ella ya había sobrevivido a un atentado el año anterior. Además, en 2019, su esposo, Carlos Morejón, fue asesinado con cuatro tiros cuando estaba junto a Derly y su hija. La razón del asesinato de Morejón se dio porque supuestamente se negó a vender drogas. Por estos antecedentes, el asesinato de Derly deber ser considerado como un femicidio, ya que fue una muerte violenta por delincuencia organizada (Zambrano, 2022).

Otros casos incluyen la falta de reconocimiento en la legislación ecuatoriana, las dificultades para denunciar y buscar ayuda, y la importancia de implementar estrategias de detección temprana y capacitación especializada para profesionales. Como, por ejemplo, los asesinatos de tres niñas a manos de sus padres, perpetrados entre marzo y abril de 2022, “es un fenómeno poco visibilizado y el caso más dramático es el del policía que habría contratado a unos sicarios para asesinar a su hija de 7 meses, para no pagar la pensión alimenticia. Pero, obviamente, lo que él quería, como señalan las evidencias, era infringir un daño grave a la madre” (Bazán, 2022).

A través del análisis de casos documentados y de entrevistas a expertos, se evidenció la complejidad de las dinámicas de la violencia vicaria, así como la falta de conciencia y conocimiento sobre este fenómeno tanto en la sociedad como en el ámbito jurídico. Se destacó la importancia de sensibilizar a la población y a las autoridades sobre la gravedad de la violencia vicaria y la necesidad de incluirla en el marco legal como una forma específica de violencia de género.

Además, se observó que las mujeres víctimas de violencia vicaria enfrentan múltiples barreras para denunciar y buscar ayuda, incluyendo el miedo a represalias, la falta de recursos y apoyo, y la falta de reconocimiento de su situación como una forma de violencia. Estos hallazgos resaltan la urgencia de implementar medidas de prevención, protección y asistencia integral para las víctimas de violencia vicaria en Ecuador.

Además, se evidenció la importancia de fortalecer los mecanismos de detección temprana de la violencia vicaria, así como de brindar capacitación y formación especializada a profesionales de diferentes sectores, como el legal, el de la salud y el de la educación, para que puedan identificar y abordar adecuadamente este tipo de violencia.

Se observó que la falta de reconocimiento y tipificación de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana contribuye a la invisibilización de este problema y dificulta el acceso de las víctimas a la justicia y a los servicios de apoyo. Por lo tanto, se destacó la necesidad de promover cambios legislativos que incluyan la violencia vicaria como una forma específica de violencia de género, con sanciones y medidas de protección adecuadas.

Asimismo, se evidenció la importancia de promover campañas de sensibilización y concienciación pública sobre la violencia vicaria, con el fin de visibilizar este fenómeno, romper con estereotipos y mitos relacionados con la maternidad y la crianza, y fomentar una cultura de respeto y equidad de género en la sociedad ecuatoriana.

La Tabla 1 detalla los resultados de la investigación sobre el impacto de la violencia vicaria en mujeres y niños en Ecuador. En ella se presentan diversas formas de violencia vicaria identificadas, incluyendo la utilización de los hijos como instrumentos de control y coerción por parte del agresor, así como el impacto en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas. Además, se destaca la falta de reconocimiento de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana y la escasa sensibilización en la sociedad y en el ámbito jurídico. La tabla también identifica las barreras que enfrentan las mujeres víctimas, la necesidad de medidas de prevención y protección, la importancia de cambios legislativos y la promoción de campañas de sensibilización como estrategias para abordar este fenómeno.

**Tabla 1**

*Tabla de resultados: Impacto de la violencia vicaria en mujeres y niños en Ecuador*

Aspecto de la Investigación	Hallazgos
Formas de violencia vicaria identificadas	- Se identificaron dos formas principales de violencia vicaria:  1) Utilización de los hijos como instrumentos de control y coerción por parte del agresor, y

**Tabla 1**

*Tabla de resultados: Impacto de la violencia vicaria en mujeres y niños en Ecuador (continuación)*

<b>Aspecto de la Investigación</b>	<b>Hallazgos</b>
<b>Formas de violencia vicaria identificadas</b>	2) Impacto en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas.
<b>Conciencia y conocimiento sobre la violencia vicaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se encontró una falta de reconocimiento de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana.</li> <li>- Además, se observó una escasa sensibilización tanto en la sociedad como en el ámbito jurídico sobre este tipo específico de violencia.</li> </ul>
<b>Barreras para las mujeres víctimas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre las barreras identificadas se encuentran el miedo a represalias por parte del agresor y la falta de recursos para buscar ayuda.</li> <li>- También se destacan las dificultades para denunciar y acceder a los recursos de protección.</li> </ul>
<b>Necesidad de medidas de prevención y protección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se sugiere la implementación de estrategias de detección temprana de la violencia vicaria.</li> <li>- Además, se recomienda la capacitación especializada para profesionales que puedan intervenir en casos de violencia vicaria.</li> </ul>
<b>Importancia de cambios legislativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se destaca la necesidad de incluir la violencia vicaria en la legislación como una forma específica de violencia de género.</li> <li>- También se enfatiza la importancia de establecer sanciones y medidas de protección adecuadas para abordar esta problemática.</li> </ul>
<b>Promoción de campañas de sensibilización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se propone la visibilización del fenómeno de la violencia vicaria a través de campañas de sensibilización.</li> <li>- Asimismo, se sugiere fomentar una cultura de respeto y equidad de género para prevenir este tipo de violencia.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### **Impacto de la violencia vicaria en mujeres y niños en Ecuador**

El presente estudio revela hallazgos significativos sobre la violencia vicaria y su impacto en mujeres y niños en Ecuador. A través del análisis de datos cualitativos y cuantitativos, se identificaron diversas formas de violencia vicaria, así como sus efectos en las víctimas. Los resultados muestran que la violencia vicaria se manifiesta principalmente a través de

la utilización de los hijos como instrumentos de control y coerción por parte de los agresores. Esta forma de violencia tiene un impacto profundo en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas, generando un ambiente de miedo, amenaza e inseguridad, ver tabla 2.

**Tabla 2**

*Formas de violencia vicaria identificadas en Ecuador*

Formas de Violencia Vicaria	Descripción
Utilización de los hijos como instrumentos de control y coerción.	Los agresores utilizan a los hijos para ejercer control y coerción sobre las mujeres víctimas de violencia vicaria.
Impacto en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas.	La violencia vicaria tiene un impacto profundo en la integridad física, psicológica y emocional de las víctimas.

Fuente: Elaboración propia.

**Conciencia y conocimiento sobre la violencia vicaria**

Se evidencia una falta de reconocimiento de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana, lo que se traduce en una escasa sensibilización en la sociedad y en el ámbito jurídico. A pesar de los esfuerzos por abordar la violencia de género, la violencia vicaria sigue siendo una forma de violencia invisible, que no recibe la atención adecuada por parte de las autoridades y la sociedad en general. Esta falta de conciencia y conocimiento contribuye a la perpetuación de la violencia y a la impunidad de los agresores, como se refleja en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Conciencia y conocimiento sobre la violencia vicaria en Ecuador*

Formas de Violencia Vicaria	Descripción
Reconocimiento en la legislación ecuatoriana.	Falta de reconocimiento de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana.
Sensibilización en la sociedad y en el ámbito jurídico.	Escasa sensibilización sobre la violencia vicaria en la sociedad y en el ámbito jurídico.

Fuente: Elaboración propia.

**Barreras para las mujeres víctimas**

La tabla 4 representa las mujeres víctimas de violencia vicaria enfrentan diversas barreras para denunciar y buscar ayuda. El miedo a represalias por parte de los agresores y la falta de recursos económicos y sociales son obstáculos significativos que dificultan el acceso a la justicia y la protección adecuada. Además, la falta de reconocimiento legal de la

violencia vicaria como una forma específica de violencia de género deja a las mujeres en una situación de vulnerabilidad y desamparo.

**Tabla 4**

*Barreras para las mujeres víctimas de violencia vicaria en Ecuador*

<b>Barreras</b>	<b>Descripción</b>
Miedo a represalias y falta de recursos.	Las mujeres víctimas de violencia vicaria enfrentan miedo a represalias y carecen de recursos para denunciar y buscar ayuda.
Dificultades para denunciar y buscar ayuda.	Las mujeres víctimas de violencia vicaria encuentran dificultades para denunciar y buscar ayuda debido a diversas razones.

Fuente: Elaboración propia.

**Necesidad de medidas de prevención y protección**

Ante la complejidad y gravedad de la violencia vicaria, se destaca la urgencia de implementar medidas de prevención y protección específicas. Se hace hincapié en la necesidad de desarrollar estrategias de detección temprana de la violencia vicaria, así como en la capacitación especializada para profesionales que trabajan en la atención y protección de víctimas de violencia de género. Asimismo, se resalta la importancia de brindar apoyo psicológico y social integral a las mujeres y niños afectados por esta forma de violencia, ver tabla 5.

**Tabla 5**

*Necesidad de medidas de prevención y protección en Ecuador*

<b>Medidas de prevención y protección</b>	<b>Descripción</b>
Implementación de estrategias de detección temprana.	Necesidad de implementar estrategias de detección temprana de la violencia vicaria en Ecuador.
Capacitación especializada para profesionales.	Importancia de brindar capacitación especializada para profesionales que trabajan en la atención a víctimas de violencia vicaria.

Fuente: Elaboración propia.

**Importancia de cambios legislativos**

En la tabla 6 se representan los resultados que subrayan la necesidad imperante de cambios legislativos que incluyan la violencia vicaria en la legislación como una forma específica de violencia de género. Es fundamental que se establezcan sanciones y medidas de protección adecuadas para prevenir y combatir este tipo de violencia, garantizando así la seguridad y el bienestar de las víctimas.

**Tabla 6**

*Importancia de Cambios Legislativos en Ecuador*

<b>Cambios legislativos</b>	<b>Descripción</b>
Inclusión de la violencia vicaria en la legislación como forma de violencia de género.	Necesidad de incluir la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana como forma específica de violencia de género.
Sanciones y medidas de protección adecuadas.	Importancia de establecer sanciones y medidas de protección adecuadas para prevenir y combatir la violencia vicaria.

Fuente: Elaboración propia.

**Promoción de campañas de sensibilización**

Se hace evidente la importancia de promover campañas de sensibilización para visibilizar el fenómeno de la violencia vicaria y fomentar una cultura de respeto y equidad de género. Estas campañas deben dirigirse tanto a la sociedad en general como a los profesionales del ámbito jurídico y de la salud, con el fin de generar conciencia sobre los derechos de las víctimas y la importancia de erradicar la violencia de género en todas sus formas, ver tabla 7.

**Tabla 7**

*Promoción de Campañas de Sensibilización en Ecuador*

<b>Campañas de sensibilización</b>	<b>Descripción</b>
Visibilización del fenómeno de la violencia vicaria	Necesidad de promover campañas de sensibilización para visibilizar el fenómeno de la violencia vicaria en Ecuador.
Fomento de una cultura de respeto y equidad de género	Importancia de fomentar una cultura de respeto y equidad de género para prevenir la violencia vicaria en la sociedad ecuatoriana.

Fuente: Elaboración propia.

**Obstáculos para la prevención y erradicación de la violencia vicaria**

A pesar de los esfuerzos por abordar la violencia de género en Ecuador, se identificaron diversos obstáculos que dificultan la prevención y erradicación de la violencia vicaria. Entre estos obstáculos se incluyen la falta de recursos humanos y financieros destinados a programas de prevención y atención a víctimas, así como la falta de coordinación entre las diferentes instituciones encargadas de abordar el problema. Además, se observa una brecha entre la normativa legal existente y su aplicación efectiva en la práctica, lo que genera impunidad para los agresores y deja a las víctimas desprotegidas.

### **Impacto en la salud mental y el desarrollo de los niños**

Uno de los hallazgos más preocupantes es el impacto negativo que la violencia vicaria tiene en la salud mental y el desarrollo de los niños. Estudios han demostrado que los niños expuestos a la violencia vicaria tienen un mayor riesgo de desarrollar problemas emocionales, conductuales y de salud mental a lo largo de su vida. Estos efectos pueden manifestarse en forma de trastornos de estrés postraumático, depresión, ansiedad y dificultades en las relaciones interpersonales. Además, la violencia vicaria puede interferir en el desarrollo cognitivo y académico de los niños, perpetuando así el ciclo de la violencia intergeneracional.

### **Necesidad de intervenciones multisectoriales y multidisciplinarias**

Ante la complejidad y gravedad de la violencia vicaria, se resalta la importancia de desarrollar intervenciones multisectoriales y multidisciplinarias que aborden de manera integral las necesidades de las víctimas y sus familias. Esto incluye la colaboración entre diferentes sectores, como el sistema de justicia, la salud, la educación y los servicios sociales, para garantizar una respuesta coordinada y efectiva ante los casos de violencia vicaria. Asimismo, se destaca la importancia de la formación y capacitación de profesionales en la detección, atención y prevención de la violencia vicaria, así como el fortalecimiento de los mecanismos de coordinación interinstitucional para una respuesta integral y oportuna.

### **Impacto en la salud pública y los servicios sociales**

La violencia vicaria no solo tiene consecuencias devastadoras a nivel individual y familiar, sino que también representa un desafío significativo para la salud pública y los servicios sociales en Ecuador. La atención a las víctimas de violencia vicaria requiere una inversión considerable en recursos humanos, financieros y tecnológicos para garantizar una respuesta efectiva y oportuna. Además, se necesita una mayor sensibilización y capacitación de los profesionales de la salud y los servicios sociales en la detección, evaluación y atención de casos de violencia vicaria, así como en la derivación adecuada a servicios especializados cuando sea necesario.

### **Discusión**

La violencia vicaria, entendida como aquella en la que el agresor ejerce daño o venganza sobre la mujer a través de los hijos, representa una forma extrema de violencia de género que ha sido identificada en la doctrina como un fenómeno preocupante. A pesar de su gravedad y de los efectos perjudiciales que genera en las víctimas, tanto en las mujeres como en los niños involucrados, la legislación ecuatoriana no reconoce específicamente esta forma de violencia, lo que evidencia una importante brecha en la protección de los derechos de las víctimas.

La falta de reconocimiento de la violencia vicaria en la legislación penal y de género de Ecuador impide que se implementen medidas efectivas para prevenir y abordar este tipo de violencia. Esta invisibilidad legal contribuye a la perpetuación de la violencia de género y a la vulneración de los derechos humanos de las mujeres y los niños afectados. Es necesario que el Estado ecuatoriano priorice la inclusión de la violencia vicaria en su marco normativo, estableciendo sanciones y medidas de protección específicas para combatirla.

La falta de conocimiento por parte de las mujeres sobre la violencia vicaria, así como la dificultad para identificarla y denunciarla, evidencian la urgente necesidad de sensibilizar a la sociedad y de capacitar a los profesionales para abordar este problema de manera efectiva. La promoción de campañas de concienciación y la formación especializada en género y violencia son clave para visibilizar la violencia vicaria, romper con los estereotipos de género y promover una cultura de respeto y equidad.

Además, es fundamental que se establezcan mecanismos de prevención desde la niñez, educando en valores de igualdad y respeto, para evitar la reproducción de patrones de violencia en las futuras generaciones. La protección de los derechos de las mujeres y los niños debe ser una prioridad en la agenda política y legislativa del Ecuador, garantizando un marco jurídico-normativo que asegure su seguridad y bienestar.

### **Propuesta**

- Una de las medidas más urgentes es la inclusión de la violencia vicaria en la legislación penal ecuatoriana como una forma específica de violencia de género. Esto permitiría definir claramente el delito de violencia vicaria y establecer sanciones adecuadas para los agresores. Es necesario que la ley reconozca y penalice expresamente el uso de los hijos como instrumentos de control y coerción en el contexto de la violencia de género.
- Se requiere un fortalecimiento de los mecanismos de prevención y atención a las víctimas de violencia vicaria en Ecuador. Esto incluye la implementación de estrategias de detección temprana en los servicios de salud, educación y atención social, así como la capacitación especializada para profesionales que trabajan con víctimas de violencia de género. Además, es necesario garantizar el acceso oportuno a servicios de apoyo psicológico, jurídico y social para las víctimas y sus familias.
- Es fundamental promover campañas de sensibilización y educación en la sociedad ecuatoriana sobre la violencia vicaria y sus consecuencias. Esto incluye la visibilización del fenómeno de la violencia vicaria a través de medios de comunicación, campañas educativas en escuelas y universidades, y programas de formación para profesionales y líderes comunitarios. La sensibilización sobre este

- tema es crucial para cambiar actitudes y comportamientos que perpetúan la violencia de género.
- Se necesita una mayor coordinación entre las instituciones gubernamentales, las organizaciones de la sociedad civil y el sector privado para abordar de manera efectiva la violencia vicaria en Ecuador. Esto incluye la creación de redes de apoyo y colaboración entre diferentes actores, la estandarización de protocolos de actuación y la asignación de recursos adecuados para la prevención y atención de la violencia de género. La coordinación interinstitucional es fundamental para garantizar una respuesta integral y coordinada ante los casos de violencia vicaria.
  - Es necesario realizar más investigaciones sobre la violencia vicaria en Ecuador para comprender mejor sus causas, consecuencias y factores de riesgo. Además, se requiere un monitoreo continuo de la implementación de políticas y programas destinados a prevenir y erradicar la violencia vicaria, así como la recopilación de datos y estadísticas actualizadas sobre este fenómeno. La investigación y el monitoreo son fundamentales para evaluar la efectividad de las intervenciones y orientar futuras acciones para combatir la violencia de género en todas sus formas.

### Conclusiones

- Los resultados de la investigación subrayan la necesidad de reformas legales y políticas que reconozcan y aborden la violencia vicaria como una forma específica de violencia de género, así como la importancia de sensibilizar a la sociedad y a las autoridades sobre este fenómeno. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para la formulación de estrategias y acciones concretas destinadas a prevenir y erradicar la violencia vicaria en el contexto ecuatoriano.
- Es necesario abordar la violencia vicaria como un problema urgente que requiere acciones integrales a nivel legal, social y educativo. La inclusión de la violencia vicaria en el marco normativo ecuatoriano, la sensibilización de la sociedad y la capacitación de profesionales son pasos fundamentales para prevenir y erradicar esta forma extrema de violencia de género en el país.
- La violencia vicaria representa una grave trasgresión de los derechos humanos, con efectos negativos en la dignidad y el bienestar de las víctimas. Es imperativo que el Estado ecuatoriano reconozca y aborde esta forma de violencia, promoviendo reformas legales y políticas públicas que garanticen la protección de las mujeres y los niños afectados. Solo a través de un enfoque integral y coordinado se podrá erradicar la violencia vicaria y avanzar hacia una sociedad más justa y equitativa para todos.
- La falta de reconocimiento y regulación de la violencia vicaria en la legislación ecuatoriana es un obstáculo significativo para la prevención y erradicación de este tipo de violencia. Es fundamental que la violencia vicaria sea reconocida y

tipificada como un delito específico en la legislación penal para garantizar una respuesta adecuada por parte de las autoridades.

- La sensibilización y educación sobre la violencia vicaria son clave para cambiar actitudes y comportamientos en la sociedad ecuatoriana. Es necesario promover campañas de sensibilización y programas educativos que visibilicen el fenómeno de la violencia vicaria y promuevan una cultura de respeto, igualdad de género y no violencia.
- La respuesta a la violencia vicaria requiere una coordinación efectiva entre diferentes instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado. Es fundamental establecer redes de apoyo y colaboración, así como protocolos de actuación estandarizados para garantizar una respuesta integral y coordinada ante los casos de violencia vicaria.
- Se requiere continuar investigando sobre la violencia vicaria en Ecuador para comprender mejor sus causas, consecuencias y factores de riesgo. Además, es necesario monitorear de manera continua la implementación de políticas y programas destinados a prevenir y erradicar la violencia vicaria, así como recopilar datos y estadísticas actualizadas sobre este fenómeno.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### Referencias Bibliográficas

- Albarán Cifuentes, M. V., Ospina Osorio, L. T., & Pareja Arredondo, A. M. (2022). *Factores de riesgo en mujeres víctimas de violencia intrafamiliar: un estado del arte*.
- Arias Rivera, S. (2021). *La investigación en violencia filio-parental: estado de la situación y avances recientes en Ecuador*.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Iusrectusecart*, 449, 1–219. <https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2021/02/Constitucionultimodif25enero2021.pdf>
- Bazán, C. (2022). *La invisibilizada violencia vicaria conmociona a Ecuador*. Swissinfo. <https://www.swissinfo.ch/spa/la-invisibilizada-violencia-vicaria-conmociona-a-ecuador/47747266>
- Beltran Sales, R. M. (2023). *El Papel de la resiliencia, como factor de protección, frente a la violencia de género: Una revisión sistemática*.
- Cabrera, C. A., Durnová, A. P., Weible, C. M., Garcés, E. K., Val, H. S., Zurita, E. B. A., Sinisterra, N. A. C., Estefanell, A. E., & Galarza, S. N. (2022). mundosplurales.

*Revista Latinoamericana de Políticas y Acción Pública* • ISSN, 1390, 9193.

- Castillero Mimenza, O. (2022). *¿Qué es la violencia vicaria? Causas y síntomas*. Psicologiaymente. <https://psicologiaymente.com/forense/violencia-vicaria>
- COIP. (2021). Código Orgánico Integral Penal. *Registro Oficial - Órgano Del Gobierno Del Ecuador*, 144. [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/COIP\\_act\\_feb-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/COIP_act_feb-2021.pdf)
- Guenis Labio, A. T., & Peña Otavalo, M. B. (2021). *Prácticas y creencias frente al vih-sida en adolescentes de comunidades indígenas. Una revisión narrativa*.
- Heredia Mayorga, B. G. (2022). *Dependencia emocional y su relación con el maltrato a la mujer*.
- Izaguirre, A. (2023). *Violencia vicaria: las dificultades de detectar una de las formas más crueles del maltrato a las mujeres*. *Revista Gestión*. <https://revistagestion.ec/analisis-investigacion/violencia-vicaria-las-dificultades-de-detectar-una-de-las-formas-mas-cruelles/>
- Ponce, I. (2023). *En 2022 hubo 332 femicidios en Ecuador*. GK. <https://gk.city/2023/01/17/femicidios-2022-ecuador-cifras/>
- Rivera, J., Araque, W., & Flor, E. (2019). Social innovation process in Ecuadorian civil society organizations (CSOs): progress and challenges. *Gobernar*, 3(5), 43–56.
- Solorzano Bernita, R. E. (2023). *Violencia de género contra la mujer en Latinoamérica. Revisión bibliográfica*.
- Tobar Cid, C. (2023). Perspectiva de género-femenino-en el Derecho penal: revisión de leyes especiales contra la discriminación de las mujeres. *Política Criminal*, 18(35), 157–186.
- Yañez Mejia, M. A. (2023). *Revisión sistemática sobre los factores explicativos de la violencia filio-parental que se ejerce hacia las madres, 2017–2023*.
- Zafra Aparici, E., & Román Martín, L. (2022). Hijos e hijas de la violencia de género: análisis de casos sobre las consecuencias del femicidio. *Hijos e Hijas de La Violencia de Género*, 1–309.
- Zambrano, R. (2022). *Asesinatos como el de Derly Figueroa son parte del llamado terrorismo de género, figura que no se había observado en Ecuador*. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/informes/asesinatos-como-el-de-derly-figueroa-son-parte-del-llamado-terrorismo-de-genero-figura-que-no-se-habia-observado-en-ecuador-afirman-organizaciones-nota/>

Zamora-Vázquez, A. F., & Ávila-Cárdenas, F. X. (2022). La violencia vicaria contra la madre, su falta de regulación en el ordenamiento jurídico ecuatoriano. *Cienciamatria*, 8(4), 1441–1458. <https://doi.org/10.35381/cm.v8i4.1009>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



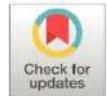
Indexaciones



## Enfermedades metabólicas que ocasionan riesgos laborales en el personal de la empresa INDURAMA, año 2023

*Metabolic diseases that cause occupational risks in the personnel of the INDURAMA company, year 2023*

- <sup>1</sup> Mónica Silvana Garzón Muñoz  <https://orcid.org/0000-0003-4616-6471>  
Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[monykleo@hotmail.com](mailto:monykleo@hotmail.com)
- <sup>2</sup> Juan Carlos Gárate Aguirre  <https://orcid.org/0000-0002-9761-2673>  
Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[jgaratea@ucacue.edu.ec](mailto:jgaratea@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 07/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2935>

**Cítese:** Garzón Muñoz, M. S., & Gárate Aguirre, J. C. (2024). Enfermedades metabólicas que ocasionan riesgos laborales en el personal de la empresa INDURAMA, año 2023. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 28-48. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2935>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras**

**claves:** Riesgo  
Obesidad  
Salud  
Seguridad  
Ecuador

**Resumen**

La presente investigación parte de los factores asociados al riesgo laboral en la ciudad de Cuenca – Ecuador dentro de una empresa con el personal operativo. Mediante una investigación aplicada, se propone determinar que enfermedades de tipo metabólicas se encuentran correlacionadas con el riesgo laboral. El estudio es cuantitativo y decanta del constructo teórico en donde la obesidad, las dislipidemias y la hipertensión arterial están asociadas con el riesgo laboral. Se investigó a 64 personas del área operativa de la empresa Indurama. Los resultados revelan que existe correlación positiva entre las dislipidemias con 0,351\*\*, siendo las pruebas estadísticamente significativas a un nivel menor al p – valor de 0,05 mientras que las variables obesidad con 0.031 y la hipertensión arterial con 0.029 no pasaron la prueba estadística. Se concluye que, los programas preventivos de salud deben estar orientados a tratar las dislipidemias, si se quiere disminuir el indicador del riesgo laboral en el contexto específico de estudio.

**Keywords:**

Risk  
Obesity  
Health  
Safety  
Ecuador

**Abstract**

The present investigation is based on the factors associated with occupational risk in the city of Cuenca - Ecuador with in a company with operational personnel. Through applied research, it is proposed to determine which metabolic diseases are correlated with occupational risk. The study is quantitative and relies on the theoretical construct where obesity, dyslipidemia and high blood pressure are associated with occupational risk. 64 people from the operational area of the “Indurama” company were investigated. The results reveal that there is a positive correlation between dyslipidemias with 0.351\*\*, the tests being statistically significant at a level less than the p - value of 0.05, while the obesity variables with 0.031 and arterial hypertension with 0.029 did not pass the statistical test. . It is concluded that preventive health programs must be aimed at treating dyslipidemia, if the occupational risk indicator is to be reduced in the specific context of the study.

**Introducción**

La prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención, según menciona Ruiz et al. (2001) a nivel mundial se ha convertido como en un estilo de

vida de las empresas, siendo muy importante que los futuros profesionales formados en el área de Salud y Seguridad Ocupacional, deban conocer estas normas necesarias para el desarrollo de la actividad preventiva laboral con el objetivo de poder resolver los problemas que surgen en los diferentes centros de trabajo.

Según la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (2013), en América Latina, ocurren 30 millones de accidentes del trabajo al año, entre ellos 240 mil son fatales, se incluyen las enfermedades que se encuentran relacionadas con el empleo.

En el presente estudio nos enfocaremos principalmente en los siguientes factores del Síndrome Metabólico y según indica Rodríguez et al. (2002), un síndrome es un conjunto de factores de riesgos que pueden aparecer de manera simultánea asociados al estilo de vida de las personas.

En el presente estudio nos enfocaremos principalmente en los siguientes factores: obesidad, la cual se define mediante una variable llamada índice de masa corporal (IMC), relacionando el peso y talla de una persona; dislipidemia, siendo la elevación anormal de grasas en la sangre, que aumenta el riesgo de enfermedades; hipertensión arterial, conocida como una patología crónica que afecta los vasos sanguíneos, y riesgo laboral, que es un suceso que pone en peligro a los trabajadores.

En el Ecuador acorde a un reporte estadístico del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (2018) indica que las empresas manufactureras son la segunda línea de negocio con mayor accidentabilidad, lo que permite preguntarse ¿Cuáles son los factores que se correlacionados con los riesgos laborales en los trabajadores de una empresa de línea blanca en Cuenca - Ecuador?

## **Marco teórico**

### *Teorías alrededor de la variable de investigación independientes*

#### *XI Obesidad*

Es así como el autor Marañón (2018) puede deducir en su teoría de los estados pre diabéticos, que a más grasa más resistencia a la insulina, en consecuencia, con un diagnóstico precoz se puede prevenir enfermedades crónicas como una diabetes mellitus e hipertensión arterial. Así mismo Yamanique (2018) indica dentro de la teoría del cambio de comportamiento que, si no existe consciencia por parte de las personas de su estatus ponderal, los consejos médicos pueden pasar desapercibidos, por otra parte, en cuanto a la teoría de la deficiencia en las horas de sueño, Cummings et al., (2018) indican que el adecuado descanso es muy importante para evitar interrumpir la regulación endócrina del equilibrio energético, en resumen, evitar un aumento de peso. Por otra parte, Espinoza et al., (2019) sustentan dentro de la teoría de la crítica actual, que la solución a la obesidad

se puede deducir desde el capitalismo poniendo en práctica la ciencia de la lógica que significa “lo inmediato”, la que propone la construcción de políticas públicas centradas en Latinoamérica que se denomina “el buen vivir”.

#### *Estudios aplicados en contextos distintos de la variante de investigación independiente*

##### *X1 Obesidad*

Un estudio realizado por Abril et al. (2018), en Azuay – Ecuador evalúa el índice de masa corporal (IMC) de la población de 364 adultos de edades entre 18 y 64 años, habiéndose encontrado que el 17.6% tienen sobrepeso y obesidad, el 78% refirió insatisfacción corporal lo cual fue más frecuente obesidad (90,9%) que sobrepeso (67,5%).

De manera similar en otro estudio de campo realizado por el autor Ortiz et., al (2017), en la parroquia de Cumbe – Ecuador, mediante un método analítico transversal en 374 personas de ambos sexos todos mayores a 18 años, se encontró que la prevalencia de sobrepeso fue del 34,7% y de obesidad del 19%. Las mujeres presentaron mayor prevalencia de obesidad (21.8%), y los hombres llegaron a un (13,5%). Entre los principales factores de riesgos encontrados fueron: el sexo femenino, los antecedentes de diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial, ser fumados, no realizar actividad física.

Adicionalmente en Cartagena, en un estudio de 675 personas siendo el 60.8% hombres, y de acuerdo al índice de masa corporal se encontró sobrepeso al 41.1% y obesidad al 18.5% Ruiz et, al (2018).

##### *Definiciones del concepto de la variable X1 Obesidad*

La obesidad o sobrepeso se define mediante una variable llamada índice de masa corporal (IMC), relacionando el peso y talla de una persona. Pudiendo deducir que la obesidad o sobrepeso es en la actualidad el causante de riesgos para una serie de enfermedades crónicas como la diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y accidentes cerebrovasculares, pudiendo ser causantes de cáncer (Organización Mundial de la Salud 2021). De igual manera la obesidad provoca como consecuencia el síndrome metabólico, debido a los malos hábitos alimenticios, falta de actividad física y adicionalmente altas cargas laborales que impiden una rutina de descanso adecuada (Nieves et, al (2019).

De manera similar Santos et, al (2005), define a la obesidad como un aumento de peso corporal causado por el exceso de grasas que provoca serios problemas en la salud, confirmando que se asocia al síndrome metabólico causando una enfermedad multifactorial, causada por elementos sociales, laborales, fisiológicos, metabólicos, moleculares y genéticos.

La definición del estado de obesidad «metabólicamente sana» en el periodo infanto-juvenil es controvertida y constituye un concepto dinámico relacionado con la evolución ponderal, y puede ser el resultado de un conjunto de patologías etiológicamente heterogéneas que comparten dicho rasgo fenotípico, siendo una enfermedad de tipo precoz que en el futuro causará patologías que pueden afectar en etapa laboral (Organización Mundial de la Salud 2021).

### *Teorías alrededor de las variables de investigación independientes*

#### *X2 Dislipidemia*

Los autores Vásquez et., al (2008) indican dentro de la teoría del aprendizaje social cognitivo, que el trabajo en conjunto de especialistas en las áreas de nutrición y actividad física, logran incorporar hábitos de vida saludables.

Así mismo otros autores Ibañez et, al (2019), sustentan dentro de su teoría de autodeterminación, que el cambio de comportamiento contribuye a realizar dichos cambios en el estilo de vida. Por otro lado, Méndez et, al (2020) sustentan en su teoría del manejo del síntoma, que identifican los factores de riesgos para una enfermedad cardiovascular causante del síndrome coronario agudo a consecuencia de las dislipidemias. Además, Queralt et al, (2005) indican en la teoría sobre las concentraciones elevadas del colesterol, que al mantener niveles elevados de LDL, causan una lesión endotelial que producen ateroma y oclusión arterial.

De manera similar Romero et, al (2018), proponen que el colesterol, al ser un componente fundamental dentro de la conformación de las membranas celulares eucarióticas, permite la estabilización de la membrana plasmática, así como la translocación de lípidos y proteínas a través de la misma.

### *Estudios aplicados en contextos distintos de las variantes de investigación independientes*

#### *X2 Dislipidemia*

En un estudio transversal realizado en el Municipio San Cristóbal, Venezuela., según Ochoa (2017), con 362 individuos de ambos sexos, realizaron una historia clínica completa, perfil lipídico y valoración antropométricas: índice de masa corporal (IMC), circunferencia abdominal e índice cintura altura, encontrando que el 81,2% de los individuos estudiados presentó algún tipo de dislipidemia.

Es otro estudio a un total de 74 estudiantes, de 3er y 4to curso de la Unidad Educativa Particular “Universitaria de Azogues”, se evidenció 70.3% de los estudiantes con peso normal, mientras que el 29.7% presentó sobrepeso y un 8.1% presentaron niveles altos de colesterol y triglicéridos, los cuales necesitaron seguimiento.

De igual modo un estudio que tiene por objetivo determinar la prevalencia del sobrepeso, obesidad y dislipidemia en trabajadores de la salud, realizó un muestreo con 123 trabajadores de áreas de la salud, donde evaluaron el índice de masa corporal y perímetro abdominal, encontrándose que la prevalencia de sobrepeso fue 41,1%, obesidad 25,8% y la obesidad abdominal de 37,5%. Avellaneda et, al (2017).

De modo semejante según Cordero et, al (2017), en un estudio de una muestra de conformada por 399 habitantes, se evaluó el perfil lipídico con la clasificación del ATP III, la presión arterial, el estado nutricional con la cintura abdominal. Se determinó que el 26% de adultos presentaron dislipidemia, el 11,3% hipertensión arterial y, manifestaron ser fumadores 13,3%, 37,1% dislipidemia mixta, concluyéndose que la dislipidemia mixta se correlaciona con el diagnóstico del estado nutricional, los cuales van en aumento en el sexo masculino.

#### *Definiciones del concepto de la variable X2 Dislipidemia*

El término dislipidemia hace referencia a la alteración de la concentración de una o varias lipoproteínas plasmáticas y la elevación de los triglicéridos, Sayle et, al. (2017). Así también se divide a los sujetos como eulipémicos (ninguna alteración lipídica) y dislipidémicos (alguna alteración lipídica), según Chiqui et al. (2014).

De modo semejante Cordero et, al (2017), define a la dislipidemia como una alteración del metabolismo por un aumento de los lípidos en el torrente sanguíneo ocasionando una serie de alteraciones, químicamente constituidos por diferentes tipos de grasas siendo las enfermedades lipídicas mixtas las que ocasionan una obstrucción en los vasos sanguíneos.

Adicionalmente González et, al (2020), define a la dislipidemia como un conjunto de enfermedades asintomáticas, que tienen en común que son causadas por concentraciones anormales de lipoproteínas sanguíneas.

#### *Teorías alrededor de la variable de investigación independiente X3 Hipertensión Arterial*

Según el autor Dec. 12, et al, (2012), indica dentro de su teoría de endurecimiento arterial, que afecta de manera más frecuente a jóvenes y adultos jóvenes, demostrando que la rigidez arterial está aumentada debido a la presión que en sí ejerce.

Adicionalmente otra teoría de generalizabilidad, indica que, a las 48 lecturas obtenidas por auto medición de presión, los 43 pacientes se detectaron hipertensión arterial (HTA), durante la evaluación de un pretratamiento, según García et, (1999).

Además, la teoría de autocuidado de Dorotea Orem, indica que existen 17 ítems agrupados en tres dimensiones, que son las capacidades fundamentales, componentes de poder y capacidad de autocuidado para evitar llegar a tener hipertensión arterial, Anchury Diana et, al (2009).

*Estudios aplicados de la variante de investigación independiente de X3 Hipertensión Arterial.*

En un estudio realizado por Francisco et, al (2022), donde se estudió a 141 pacientes que padecían de un diagnóstico de hipertensión arterial (HTA), que se realizaban controles de exámenes de laboratorio y otros, fueron atendidos en el primer nivel de atención y fueron mayores a 18 años, se encontró que un 79.43% (112 pacientes), en su gran mayoría mujeres, están controlados.

Así mismo en otro estudio donde se estudió a 399 adultos de la zona urbana del cantón Cuenca, Ecuador, excluyéndose a mujeres embarazadas y personas con diagnóstico definitivo de hipertensión arterial, se encontró que la prevalencia de hipertensión arterial fue de 11,28%. Fue así como se llegó a una conclusión que, en la ciudad de Cuenca, alrededor de la octava parte de la población adulta tiene hipertensión arterial, la que se encuentra asociada con la presencia de obesidad central, sedentarismo, insulino-resistencia, hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia.

De modo semejante Ortiz et, al (2017) realizó un estudio con 530 individuos mayores de 18 años de ambos sexos, donde encontró que la prevalencia de HTA siendo para las mujeres de 16,3% y para los hombres de 16,1%, siendo los principales factores asociados a la HTA, ser adulto medio, adulto mayor, consumo de alcohol, estado civil divorciado y la actividad física alta en la esfera de ocio.

*Definiciones del concepto de la variable X3 Hipertensión Arterial*

La hipertensión arterial es el incremento de la presión de las arterias, siendo la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes vasculares de las grandes arterias, Tinoco et, al (2022). De igual manera Pérez et, al (2021), indica que la hipertensión es la condición elevada persistente de la presión arterial sistémica, siendo el producto del gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica total.

Es así como Infobae et, al (2021) define a la hipertensión como la detección de promedios de la presión máxima (sistólica) y/o mínima (diastólica) por encima de los límites establecidos como normales, siendo el límite 140/90.

Por consiguiente, el riesgo principal de hipertensión este asociado a un ECV (evento cerebro vascular), Martín et, al (2022). Resulta que Ortiz et, al (2017), indica que la hipertensión arterial, es un factor de riesgo modificable para la presencia de enfermedades vasculares, cardíacas y renales, con importantes repercusiones en la salud pública mundial.

*Teorías alrededor de la variable dependiente y Riesgo Laboral*

Sánchez et, al (2016) en su teoría de los efectos negativos, indica un riesgo laboral se basa en cuatro diferentes efectos con características propias, siendo, la fatiga, la monotonía, el hastío psíquico y el distrés.

Por esta razón debe existir un autocontrol como indica Karasek (2018), en su teoría de demanda/control, que denomina “cuestionario del contenido del trabajo”, donde se refiere a que el estrés ocupacional depende de la unión de efectos entre las demandas psicológicas y la capacidad de decisión o autonomía del trabajador para enfrentar estas situaciones.

Por ende, las demandas incluirían las situaciones que exigen una acción al trabajador, mientras que el control de decisiones es la capacidad de modular el estrés que ocasiona las exigencias en una acción determinada. Por otro lado, Abdul (2012) denominada "efecto dominó" donde cada evento corresponde a un factor causal o a un conjunto de factores (Puyal, 2001). Estas teorías ponen el mayor énfasis en los actos humanos sosteniendo que alrededor del 88% de los accidentes son generados por ellos, el 10% por condiciones peligrosas y el 2% por hechos fortuitos (Abdul, 2012).

En la práctica son comportamientos basados en las habilidades y destrezas desarrolladas en tareas habituales; junto con las condiciones de trabajo que en ocasiones se tornan peligrosas. Es así como se han encontrado diversas teorías en la literatura nacional e internacional, en donde no se cuenta con un criterio unificado acerca de la identificación de los peligros, análisis, evaluación y valoración de los riesgos, denominando la teoría de la valoración de riesgos, según Beltrán et, al (2016).

De modo similar Beltrán et, al (2016), indica en su teoría del marco de referencia y contexto del riesgo que, al integrar los aspectos organizacionales, estratégicos, administrativos y operativos de la actividad y tarea a analizar, se utilizan para el adecuado enfoque del proceso de identificación del peligro y valoración del riesgo en general.

Apreciado bajo este enfoque en la teoría del tratamiento de los riesgos, se propone incorporar criterios de formulación de controles basados en la etapa de valoración anterior, combinados con la definición de los tratamientos de los riesgos, formulación del plan de acción para la implementación de los controles propuestos en el tratamiento de los riesgos y Acciones de Seguimiento y Monitoreo de los mismos, según Beltrán et, al (2016).

*Estudios aplicados en contextos distintos de la variante dependiente Y Riesgo Laboral*

El autor Madrid et, al (2014) en un estudio ha detectado un aumento del riesgo de entre quienes se dedican al cuidado de la salud o a los servicios sociales, que sufren agresiones

por parte de clientes y pacientes, un "problema creciente particularmente entre las mujeres", encontrando que entre los trabajadores inmigrantes las cifras de fallecidos fueron aún superiores, con 824 muertes, diecinueve menos que un año antes. El 59% fueron latinos; el 18% blancos y el 16% asiáticos.

Es así como se analiza el informe "muerte en el trabajo siendo la cuota de la negligencia" y no analiza la situación legal de los trabajadores, pero Seminario destacó la vulnerabilidad ante el abuso laboral en la que se encuentran los indocumentados, y consideró que una reforma migratoria sería un "gran paso" para evitarlo.

Por otro lado, Rojas et, al (2019), en un estudio de forma cuantitativa, en un total 75 personas, se encuentra el riesgo laboral, en un nivel moderado con una frecuencia de 58 personas y un porcentaje del 77%, es así como se llega a la conclusión que los hábitos de vida saludables no se relacionan con la satisfacción laboral, lo que quiere decir que la satisfacción laboral es independiente a los hábitos de vida saludables.

De modo semejante, según el estudio de la Organización Mundial de la Salud (2022), 1,9 millones de personas murieron en 2016 por enfermedades “sobre todo respiratorias y cardiovasculares y por traumatismos causados en el trabajo, y esa situación puede agravarse por los impactos de la covid-19.

Las enfermedades no transmisibles provocaron 81% de las muertes, principalmente la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (450 000 muertes); el accidente cerebrovascular (400 000) y la cardiopatía isquémica (350 000).

Es así como el estudio OIT-OMS, difundido en sus respectivas sedes en esta ciudad suiza, considera factores de riesgo ocupacionales, a las largas jornadas laborales y la exposición en el lugar de trabajo a la contaminación del aire, a sustancias carcinógenas, a riesgos ergonómicos y al ruido. En fin, los riesgos laborales más frecuentes, destacan las caídas (20,9%), golpes (14,9%) cortes y pinchazos (12,7%). La mayoría de los accidentes que se detectan se debe a falta de confianza o costumbre y a la fatiga, Fábrecas (2008). La mala calidad del sueño se presentó en un 94,1% y la somnolencia excesiva diurna en un 35,3%.

Observándose un nivel bajo nivel de riesgo psicosocial y estrés ocupacional, pero se encontró una elevada prevalencia de mala calidad del sueño y somnolencia diurna, por lo que debe promoverse una adecuada higiene del sueño y medidas organizacionales que disminuyan la incidencia de estos trastornos.

#### *Definiciones del concepto de la variable Y Riesgo Laboral*

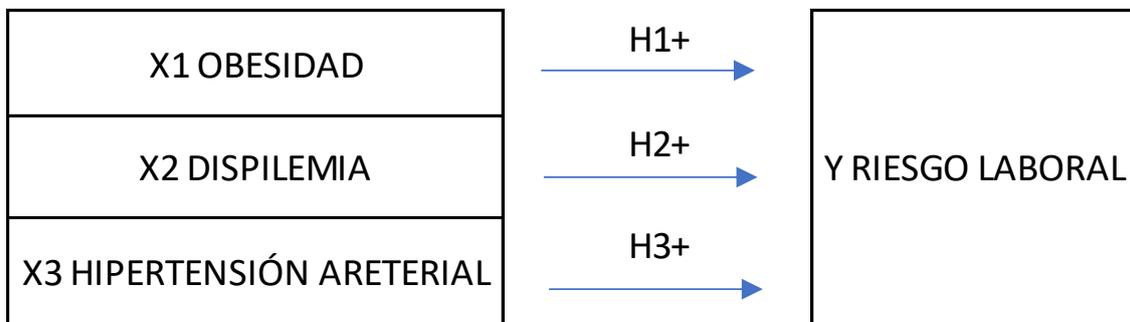
El autor Sánchez et, al (2016), define a los riesgos laborales como la “enfermedad profesional” que aparece de toda enfermedad contraída por la exposición a factores de

riesgo que resulte de una actividad laboral. De igual modo el autor Hernáiz et, al (2015), define a los riesgos laborales como “aquella situación que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias previsiblemente permanentes y cualquier tipo de barreras que limiten o impidan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones que los demás”.

De modo semejante el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (2000), define a los riesgos laborales como: una condición causada por una enfermedad diagnosticada médicamente como curable o incurable, cuando esta enfermedad acarrea una limitación, derivada en particular de dolencias físicas, mentales o psíquicas que, al interactuar con diversas barreras, puede impedir la participación plena y efectiva de la persona de que se trate en la vida profesional en igualdad de condiciones con los demás trabajadores, y si esta limitación es de larga duración.

Figura 1.

*Variables dependientes e Independiente*



**Nota:** Las variables dependientes e independientes nos llevan a contrarrestar la problemática de enfermedades metabólicas actuales

**Fuente:** Elaborada por el Autor

### Metodología

El presente trabajo de titulación: “ENFERMEDADES METABOLICAS QUE OCASIONAN RIESGOS LABORALES EN EL PERSONAL DE INDURAMA, AÑO 2022” está influenciado por el paradigma positivista pues existen elementos de positivismo inmersos en el área de la psicopatología (Veliz, 2012). En efecto, el paradigma recoge el origen de los problemas de investigación, el método que los responde y los análisis que decantan de los hallazgos de campo (Cascente, 2023). El tipo de investigación es cuantitativo porque se adecúa a un diseño de investigación no experimental (Agudelo & Aigner, 2008) al no manejar a propósito las variables. La investigación no modifica en forma voluntaria a las variables predictoras para medir su incidencia sobre otras variables.

El método científico se entiende como un proceso sistemático que se aplica en la obtención del conocimiento válido y confiable del mundo natural (Castán, 2014). Se fundamentó en la observación de un fenómeno que gatilla el interés científico por conocer su relación de causa y efecto (González y Barajas, 2023). La pregunta científica surgió con base en la observación cuidadosa, objetiva y fundada en evidencia que deviene en el diseño de la investigación (García et al., 2023). La hipótesis como supuesto teórico se aproxima a una explicación tentativa del fenómeno de estudio equivalente a una posible solución al problema científico (Romaní et al., 2022). El análisis se basó en herramientas estadísticas para la determinación de los datos estadísticamente significativos y validarlos como resultados del proceso de la investigación que derivan en la inferencia de conclusiones y recomendaciones (Cerezo, 2022).

La investigación fue exploratoria, descriptiva y correlacional. El estudio exploró al fenómeno de investigación en su contexto específico. Se caracterizó por la generación de ideas y la identificación de patrones de interés, descubriendo también asociaciones y sospechando a las primeras teorías (Gracia et al., 2023). La investigación caracterizó al fenómeno de investigación y precisó sus hechos, causas y consecuencias (Calero et al., 2022). El estudio analizó la correlación entre las variables independientes con la variable dependiente estableciendo una relación causal. El coeficiente de correlación va desde -1 a +1. Si la correlación es cero, significa que no existe correlación entre las variables de investigación (Pérez y Martín, 2023).

El presente estudio probabilístico se fundamentó en la teoría de la probabilidad y aplicó técnicas de muestreo aleatorio y análisis estadístico para inferir el comportamiento correlacional de las variables de investigación en el contexto específico de estudio (Frucio et al., 2022). Se seleccionó una muestra representativa de la población objetivo por el método irrestricto aleatorio que permitió hacer inferencias con un nivel de confianza del 95% con dos desviaciones estándar (Allende et al., 2022). La fórmula es la siguiente:

**Figura 2.**

*Cálculo de muestra de la población objetivo*

$$n = \frac{Npq}{(N - 1)(z)^e + pq}$$

$$n = \frac{633 * 0.9 * 0.1}{(633 - 1)\left(\frac{0.05}{1.96}\right)^2 + 0.9 * 0.1}$$

$$n = \frac{56.97}{0.09}$$

$$n = 63.30$$

**Nota:** La población objetivo es de 63,30 personas para poder obtener la información correspondiente a las encuestas y analizar resultados

**Fuente:** Elaborada por el Autor

En efecto, el estudio probabilístico determinó estimaciones precisas de los parámetros de la población con promedios, proporciones y correlaciones con intervalos de confianza que revelan la incertidumbre relacionada a las estimaciones realizadas (Santillán, 2022).

La investigación fue de tipo transversal u observacional que recopiló los datos en un solo punto en el tiempo, lo que permitió obtener una fotografía instantánea de la población objetivo (Quevedo et al., 2022). La característica esencial de la investigación trasversal fue su enfoque en la medición de los factores en un momento específico

(Vázquez et al., 2023). La técnica aplicada fue la encuesta con un cuestionario elaborado con escala de Likert. Se asignaron 5 opciones de respuesta siendo 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo. En la segunda parte del instrumento de medición se escribieron las variables de control que sirvieron para caracterizar al sujeto de investigación (Vargas, 2022).

La validación de contenido evaluó si el instrumento resuelve de forma adecuada el constructo teórico. La opinión de expertos permitió refinar el número de ítems del instrumento en función de la definición del concepto de cada variable de investigación (Guerrero et al., 2022). La validación de contenido permitió perfeccionar el instrumento de medición previa la aplicación de la prueba piloto que se hizo con treinta sujetos de estudio (Cartagena et al., 2022). A su vez, la fiabilidad del instrumento se midió mediante el coeficiente de Alpha de Cronbach, considerando 0.6 como el umbral de la consistencia interna de las variables observables con la definición del concepto de la dimensión de estudio (Melo et al., 2022).

**Tabla 1.**

*Medición de fiabilidad del instrumento Alpha de Cronbach*

<i>Variables Independientes</i>		
<b>X1 = Sobrepeso</b>	6	0.731
<b>X2 = Dislipidemia</b>	5	0.645
<b>X3=Hipertensión Arterial</b>	7	0.868
<i>Variables Dependientes</i>		
<b>Y1 =RIESGO LABORAL</b>	8	0.94
<b>Alpha de Cronbach de la escala general</b>	<b>26</b>	<b>0.824</b>

Fuente. Elaboración Propia

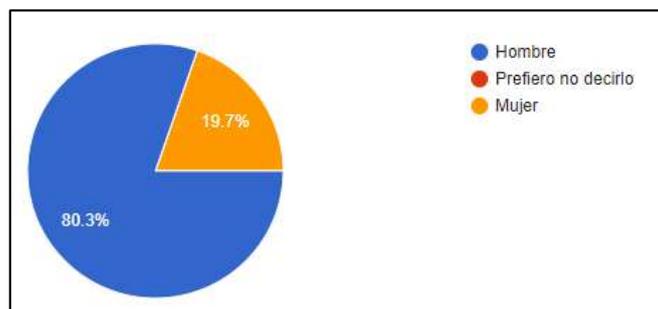
*Resultados de la investigación*

Los resultados de la investigación se presentan en dos momentos: en primer espacio se caracteriza al sujeto de estudio con los resultados de las variables de control. En segundo lugar, se describen los resultados de la prueba paramétrica, el histograma de frecuencias y las correlaciones no paramétricas.

*Caracterización del sujeto de estudio*

**Figura 3.**

*Resultado en diagrama tipo pastel del género de la población objetivo*

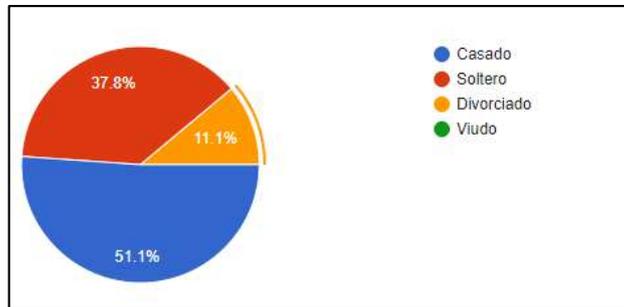


**Nota:** En base a los géneros tenemos mayor cantidad de colaboradores del sexo masculino ya que estamos enfocados en personal de operativo de producción

**Fuente:** Elaborada por el Autor

**Figura 4.**

*Resultado en diagrama tipo pastel del estado civil de la población objetivo*

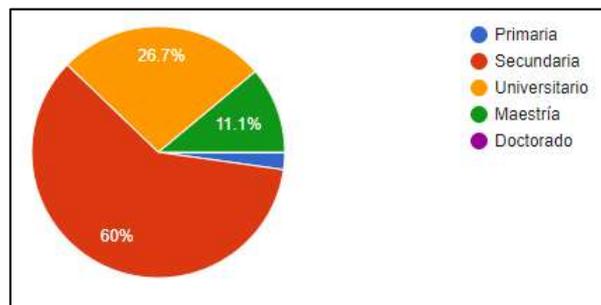


**Nota:** Mas del 50% de nuestro personal vive una vida matrimonial activa, lo que puede ser un factor importante para nuestro estudio.

**Fuente:** Elaborada por el Autor

**Figura 5.**

*Resultado en diagrama tipo pastel del nivel de estudio de la población objetivo*



**Nota:** En esta parte de la empresa se ve que la mayor parte de personas que trabajan aquí son de estudios de educación secundaria

**Fuente:** Elaborada por el Autor

*Prueba de parametría*

Se aplicó una prueba de parametría para conocer el comportamiento de los datos en el área bajo la curva. La prueba estadística corresponde al test de Kolmogorov-Smirnov porque n=64 sujetos de estudio. Los resultados de las variables de investigación son estadísticamente significativas al ser menores al p-valor 0,05. En consecuencia, la distribución de los datos tiene un comportamiento sesgado que se advertirá con mayor precisión en el histograma de frecuencias. Por tanto, se aplicó la correlación de Spearman como escribió Landero y González, (2016) citado por Solís Muñoz, J. B. (2022). (véase tabla 2).

**Tabla 2.**

*Prueba de normalidad*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl.	Sig.	Estadístico	Gl.	Sig.
Prom. Riesgo Laboral	,148	64	,001	,875	64	<,001
Prom. Obesidad	,091	64	,200*	,982	64	,454
Prom. _Dislipemia	,128	64	,011	,975	64	,211
Prom. _Hipertensión Arterial	,090	64	,200*	,987	64	,751

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

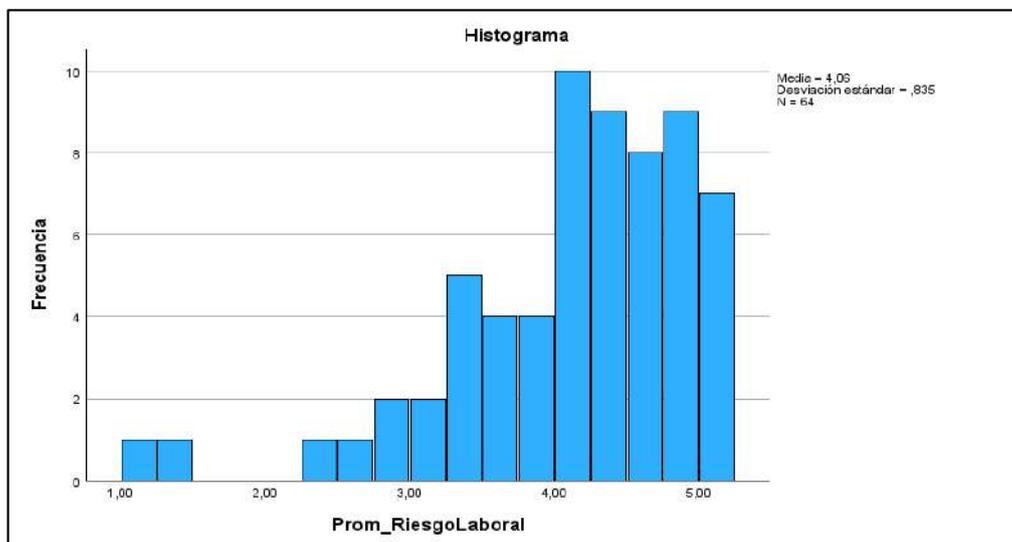
**Fuente:** Elaboración propia

*Análisis del histograma de frecuencias*

En la figura 3 se presenta el histograma de los resultados. El promedio es de 4,06 con una desviación estándar de 0,835. Significa que los datos están mayormente agrupados entre 3.225 y 4.895 La figura muestra un sesgo natural a la izquierda por lo que se confirma una distribución no paramétrica, (Véase tabla 3).

**Figura 6.**

*Histograma de Frecuencias Riesgo Laboral*



**Nota:** Histograma que permite luego analizar la correlación

**Fuente:** Elaborada por el Autor

*Correlaciones no paramétricas*

En la tabla 3 se presentan los resultados de las correlaciones no paramétricas obtenidas en la investigación. La variable Prom. Obesidad presenta una correlación positiva de (0,031) a un nivel de significancia bilateral de 0,810 mayor al p-valor de 0,01, por lo tanto, no es estadísticamente significativa. A medida que aumenta el número de obesidad aumenta las alteraciones de riesgo laboral o viceversa. La variable Prom.\_Dislipemia tiene una correlación positiva de (0,351) a un nivel de significancia bilateral de 0,005 menor al valor 0,01 Implica que, a medida que baja las dislipidemias, baja el riesgo laboral. La variable Prom. Hipertensión Arterial presenta una correlación de (0,029) una Significancia bilateral de 0,742 no es estadísticamente significativa por lo que, no existe correlación con el Prom. Riesgo Laboral en este contexto (Véase tabla 3).

**Tabla 3.**

*Correlaciones*

		Riesgo Laboral	Obesidad	Dislipemia	Hipertensión Arterial	
<b>Rho de Spearman</b>	Prom. Riesgo Laboral	Coeficiente de correlación	1,000	,031	,351**	,029
		Sig. (bilateral)	.	,810	,005	,820
		N	64	64	64	64
Prom. Obesidad		Coeficiente de correlación	,031	1,000	,615**	,089
		Sig. (bilateral)	,810	.	<,001	,485
		N	64	64	64	64
Prom. Dislipemia		Coeficiente de correlación	,351**	,615**	1,000	,083
		Sig. (bilateral)	,005	<,001	.	,514
		N	64	64	64	64
Prom. Hipertensión Arterial		Coeficiente de correlación	,029	,089	,083	1,000
		Sig. (bilateral)	,820	,485	,514	.
		N	64	64	64	64

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Fuente:** Elaboración Propia

### *Discusión de los resultados*

Se presenta la discusión de los resultados de un estudio transversal realizado en el Municipio San Cristóbal, Venezuela, Ochoa (2017), sobre síndrome metabólico, halló que, en efecto las dislipidemias, si guardan correlación con la variable del riesgo laboral a un nivel de (0,351\*\*) lo que, dialoga con el presente estudio realizado en la empresa de Indurama, Cuenca- Ecuador

Por otro lado, según Rojas et, al (2019), en el contexto de un estudio sobre el estilo de vida, no encontró asociación entre las variables sobrepeso, hipertensión arterial y las dislipidemias, lo que contradice el hallazgo empírico en el contexto ecuatoriano, concluyendo que los hábitos de vida saludables no se relacionan con la satisfacción laboral, lo que quiere decir que la satisfacción laboral es independiente a los hábitos de vida saludables.

### **Conclusiones**

- El estudio responde a la pregunta de investigación porque determina que, las dislipidemias si son factores correlacionados con el riesgo laboral en los trabajadores de la empresa productora de línea blanca Indurama en Cuenca Ecuador.
- Se concluye que todos los factores de riesgo los podemos relacionar con los malos hábitos que llevan las personas en la actualidad, como la falta de actividad física diaria, la mala alimentación, una vida en excesos, el estrés, la falta de sueño adecuado, entre otros aspectos, que pueden llevar a la obesidad y a padecer de enfermedades crónicas.
- Las dislipidemias y sus factores de riesgo, causan millones de muertes al año a nivel mundial, por lo que en la actualidad se recomienda llevar una alimentación sana, y así evitar padecer de algún factor de riesgo, que nos lleva a provocar alguna patología.
- También el estudio responde al objetivo general de investigación que fue: Determinar los factores asociados con el riesgo laboral. En efecto, mediante investigación aplicada se determinó que las dislipidemias si están asociados negativamente al riesgo laboral. En tanto que, la obesidad y la hipertensión arterial no obtuvo evidencia estadística significativa.

### **Referencias Bibliográficas**

Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz Restrepo, J. (2008). Recuperado el 29 de 07 de 2023, de CEO Centros de Estudio de Opinión:  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545>

- ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD (ACHS). (20 de 03 de 2013). Recuperado el 07 de 07 de 2023, de Seguridad LATAM Laboral: [https://www.seguridad-laboral.es/sl-latam/seguridad-laboral-en-america-latina\\_20130320.html](https://www.seguridad-laboral.es/sl-latam/seguridad-laboral-en-america-latina_20130320.html)
- Barrera Guarderas, F., & Rodriguez Prieto, E. E. (2022). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de ZENOOB: <https://zenodo.org/record/6662201>
- Beltran Rodriguez , C. (2016). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de Revista Ingeniería Matemáticas y Ciencias de la Información: <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/320>
- Benavides, S. (2023). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de Pro Quest: <https://www.proquest.com/docview/2782142093>
- Blazquez Fernandez, E. (2018). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de ANALES RANM: [https://analesranm.es/revista/2018/135\\_01/rev13](https://analesranm.es/revista/2018/135_01/rev13)
- Bonilla Ibañez, C. P., & Díaz Heredia, L. P. (2019). Recuperado el 11 de 07 de 2023, de Revista Cuidarte: <https://revistas.udes.edu.co/cuidarte/article/view/681>
- Chiqui , R. A., Bermúdez, V., Añez, R., Rojas, J., & Marcan, C. (2014). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de PrQuest: <https://www.proquest.com/docview/1716947082>
- EFE News Service. (2014). Recuperado el 25 de 07 de 2023, de ProQuest: <https://www.proquest.com/docview/1522267126>
- Espinoza Lolas, R., Moreno Doña, A., & Gómez Gonzalvo, F. (2019). Recuperado el 07 de 07 de 2023, de SCIELO: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/bc9QXbnyzWSFKTMmDMsxPRN/?lang=es#>
- Gonzalez Carrero, C. M., Quiroz Navarro, E. A., Lastre-Amell, G., Oróstegui Santander, M. A., & Peña González, G. E. (2020). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de ProQuest: <https://www.proquest.com/docview/2407573503>
- Gorgas Torner, M. Q. (2005). Recuperado el 12 de 07 de 2023, de ProQuest: <https://www.proquest.com/docview/225059288>
- Hernaiz Sierra, E. (2015). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de Proquest: <https://www.proquest.com/docview/1853887406>
- Infobae. (2021). Recuperado el 13 de 07 de 2023, de ProQuest: <https://www.proquest.com/docview/2609613953>

- Marin Alvarez, M. G., Vega Reyes, A. M., Arias Carrión, A. L., & Nieto Ariciaga, A. K. (2020). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de ProQuest:  
<https://www.proquest.com/docview/2444524701>
- Ortiz, R., Torres, M., Cordero, S., Rojas, M., & Crespo, J. (2017). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de ProQuest: <https://www.proquest.com/docview/1918308454>
- Revista Cubana de Medicina General Integral. (FEBRERO de 2021). La obesidad como factor de riesgo, sus determinantes y tratamiento. *SCIELO*, ISSN 1561(3038).
- Rodriguez, A. M., Sanchez León, M., & Martinez Valdés, L. (12 de 2002). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de SCIELO:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532002000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532002000300008)
- Rojas Lazaro, M. Y., Velandia Ortiz, Y. E., Angarita Soto, J. J., Rivera Porras, D., & Carrillo Sierra, S. M. (2020). Recuperado el 29 de 07 de 2023, de AVFT Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica:  
[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_aavft/article/view/17424](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aavft/article/view/17424)
- Romero Valdiviezo, A. J., Romero Valdiviezo, A. E., Peralta Sánchez, H. P., & Conza Mendoza, A. V. (2018). Recuperado el 12 de 07 de 2023, de ProQuest:  
<https://www.proquest.com/docview/2063281623>
- Ruiz Díaz, M. S., Mora García, G., & Gómez Camargo, D. (2018). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de SCIELO:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522018000100109](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522018000100109)
- Ruiz Futos, C., Declos, J., García, A. M., Ronda Perez, E., & Benavides, F. (2001). Recuperado el 7 de Agosto de 2023, de Dialnet:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=582585>
- Sanchez, K. T. (2016). Recuperado el 15 de 07 de 2023, de ProQuest:  
<https://www.proquest.com/docview/1765324882>
- Santos Muñoz, S. (2005). Recuperado el 11 de 07 de 2023, de ProQuest:  
<https://www.proquest.com/docview/2519470680>
- Solé Llussà, A., Luciañez Sánchez, G., & Valls i Bautista, C. (2021). Recuperado el 08 de 07 de 2023, de UNIVERSIDAD DE LLEIDA:  
<https://repositori.udl.cat/items/ea0a453c-a8a2-4e82-97cd-ad2a04e42a3a>

Torres Pérez, R. F., Quinteros León, M. S., Pérez Rodríguez, M. R., Molina Toca, E. P., Ávila Orellana, F. M., Molina Toca, S. C., . . . Ávila Orellana, P. A. (2021).

Recuperado el 09 de 07 de 2023, de zenodo: <https://zenodo.org/record/5812331>

Valdiviezo Gilces, D. C., Nieves Rodriguez, R. R., Abraca Parrales, F. L., & Velez Ibarra, L. S. (2019). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de ProQuest:

<https://www.proquest.com/docview/2215485278>

Vásquez, F., Andrade, M., Del Pilar Rodriguez, M., & Salazar , G. (2008). Recuperado el 11 de 07 de 2023, de ProQuest:

<https://www.proquest.com/docview/2082175575>

Yamunaque dela Cruz, E., Abril Ulloa, V., Arévalo Peláez, C., & Palacios Rojas, M. (2018). Recuperado el 09 de 07 de 2023, de Archivos Venezolanos de

farmacología y Terapeutica:

<https://www.redalyc.org/journal/559/55963208010/html/>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



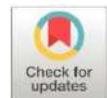
#### Indexaciones



## Propuesta de modelo matemático para calcular el rendimiento de mano de obra en mampostería de bloque. Caso: ciudad de Cuenca, parroquia Cañaribamba

*Proposal of a mathematical model to calculate the performance of work command in block masonry. case: Cuenca city, Cañaribamba Parish*

- <sup>1</sup> Micaela Geovanna Coronel García  <https://orcid.org/0009-0004-8652-0329>  
Maestría en Construcción con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[micaela.coronel.26@est.ucacue.edu.ec](mailto:micaela.coronel.26@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Carlos Julio Calle Castro  <https://orcid.org/0000-0002-6891-0030>  
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[cjcallec@ucacue.edu.ec](mailto:cjcallec@ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Marco Ávila Calle  <https://orcid.org/0000-0002-2134-1432>  
Maestría en Construcción con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador..  
[mavila@ucacue.edu.ec](mailto:mavila@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 07/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2938>

### Cítese:

Coronel García, M. G., Calle Castro, C. J., & Ávila Calle, M. (2024). Propuesta de modelo matemático para calcular el rendimiento de mano de obra en mampostería de bloque. Caso: ciudad de Cuenca, parroquia Cañaribamba. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 49-68. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2938>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

Rendimiento,  
regresión lineal,  
mano de obra,  
mampostería.

**Resumen**

**Introducción.** La colocación de la mampostería de bloque emerge como una fase crítica en el proceso constructivo, donde la eficiencia y precisión influyen directamente en la duración y calidad del proyecto. Esta actividad, aunque aparentemente simple, conlleva una complejidad inherente que a menudo resulta en retrasos significativos en la ejecución de la obra. La necesidad de comprender y abordar los factores que contribuyen a estos retrasos es evidente, ya que su impacto no solo se refleja en términos de cronograma y presupuesto, sino también en la satisfacción del cliente. **Objetivo.** Proponer un modelo matemático para calcular el rendimiento de la mano de obra en la colocación de mampostería con bloques en la Parroquia Cañaribamba, Cuenca, Ecuador. **Metodología.** El diseño metodológico adoptado sigue una orientación relacional y descriptiva, involucrando la recopilación de datos de nueve obras mediante una ficha de observación que abarca tanto factores externos como internos. Utilizando estos datos, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal mediante un programa estadístico. **Resultados.** Los resultados destacan que, individualmente, ningún factor analizado influye significativamente en el rendimiento laboral; sin embargo, la combinación de estos factores permite prever el rendimiento con una precisión del 93.3%. **Conclusión.** Se concluye que la regresión lineal emerge como una herramienta robusta para anticipar el rendimiento de cuadrillas de obreros en la Parroquia Cañaribamba, considerando la complejidad de factores tanto internos como externos en las obras. **Área de estudio general:** Ingeniería, Industria y Construcción **Área de estudio específica:** Administración de la Construcción

**Keywords:**

Performance,  
linear  
regression,  
labor, masonry.

**Abstract**

**Introduction.** The placement of block masonry emerges as a critical phase in the construction process, where efficiency and accuracy directly influence the duration and quality of the project. This activity, although seemingly simple, carries an inherent complexity that often results in significant delays in the execution of the work. The need to understand and address the factors contributing to these delays is evident, as their impact is not only reflected in terms of schedule and budget, but also in client satisfaction. **Objective.** To propose a mathematical model to

---

calculate the labor performance in the placement of masonry with blocks in Cañaribamba Parish, Cuenca, Ecuador. **Methodology.** The methodological design adopted follows a relational and descriptive orientation, involving the collection of data from nine construction sites by means of an observation sheet that covers both external and internal factors. Using these data, a linear regression analysis was carried out using a statistical program. **Results.** The results highlight that, individually, none of the factors analyzed significantly influences job performance; however, the combination of these factors allows predicting performance with an accuracy of 93.3%. **Conclusion.** It is concluded that linear regression emerges as a robust tool to anticipate the performance of work crews in the Cañaribamba Parish, considering the complexity of both internal and external factors in the works.

---

## Introducción

En la actualidad, el incremento de la competencia y las demandas cada vez más rigurosas en términos de calidad por parte de los consumidores han impulsado una evolución significativa en la gestión de proyectos constructivos (Jeremiah et al., 2019). Este desarrollo va más allá de simplemente lograr una ejecución de alta calidad, en la era moderna, la optimización de recursos se ha convertido en una prioridad para gerentes y administradores con el fin de generar valor y al mismo tiempo mitigar pérdidas potenciales en áreas clave como: tiempo, financiamiento y planificación en la industria de la construcción (Atencio et al., 2022).

Desde esta perspectiva, entre las herramientas esenciales a disposición de los administradores y gestores de construcción para la planificación y estimación de costos de operación, se encuentra el cálculo del rendimiento de la mano de obra. Este factor se establece como un determinante clave para lograr resultados gerenciales efectivos, asimismo, una precisa anticipación del rendimiento laboral es de suma importancia, ya que su aplicación incorrecta puede acarrear consecuencias desfavorables en términos de planificación, presupuesto, control de calidad y satisfacción del cliente (Ouyang et al., 2022).

En el mismo orden de ideas, en la industria de la construcción, existen varias actividades que se pueden considerar como: Actividades Críticas (AC), es decir, que tienen el potencial de generar grandes retrasos en obra si no son correctamente planificados y

ejecutados por personal eficiente (Yap et al., 2021). Entre estas AC se encuentra la colocación de mampostería de bloque que puede llegar a perjudicar los tiempos de ejecución de manera significativa si no son correctamente planificados (Xu et al., 2021). En el escenario dado, surgen algunas preguntas importantes: ¿Cuáles son los factores que ejercen un impacto perjudicial en el desempeño laboral de quienes intervienen en la colocación de mampostería de bloques? y ¿Es posible predecir el rendimiento de la mano de obra en la actividad de colocación de mampostería de bloque a través de un modelo matemático?

El objetivo principal de este estudio, es proponer un modelo matemático basado en la Regresión Lineal (RL), a través de la aplicación de instrumentos de recolección de datos en diferentes obras en la ciudad de Cuenca para identificar los factores que influyen de manera directa en el rendimiento de la mano de obra. La importancia de alcanzar este objetivo reside en su aporte al conocimiento integral dentro del ámbito de la construcción, particularmente en lo que respecta a los factores que influyen decisivamente en el desempeño de la mano de obra que se dedica a la colocación de bloques en la ciudad de Cuenca.

En este contexto, la utilización de una herramienta predictiva que incorpore los criterios antes mencionados conducirá a una mejor planificación de recursos y una mayor precisión en la proyección de los plazos de finalización del proyecto. El potencial de predecir el desempeño laboral utilizando estas características brinda a los gerentes la oportunidad de refinar sus estrategias con mayor precisión, reduciendo así posibles retrasos y maximizando la asignación de personas y recursos materiales. Es decir, el logro del objetivo planteado en esta investigación no sólo mejorará la progresión del conocimiento dentro del sector de la construcción, también proporcionará a los administradores un valioso instrumento para tomar decisiones bien informadas y formular planes estratégicos, maximizando así los resultados.

Esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Cuenca, específicamente en la Parroquia Cañaribamba, un sector que tiene las condiciones ideales para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación ya que se considera como un centro de expansión urbana continua y tiene varios proyectos de construcción en curso que incluyen a la colocación de mampostería de bloques como un eje central en la mayoría de proyectos.

La investigación se lleva a cabo en el contexto de nueve proyectos arquitectónicos distintos en la Parroquia Cañaribamba donde se están llevando a cabo las etapas iniciales de instalación de mampostería de bloques. Los proyectos antes mencionados fueron escogidos por estar ubicados en la zona de estudio en la fase de colocación de mampostería. La metodología de investigación empleada en este estudio es una combinación de líneas relacionales y descriptivas con un enfoque cuantitativo, que incorpora análisis estadístico y técnicas de regresión lineal. Este enfoque permitió

identificar tendencias entre variables cruciales y desarrollar modelos de predicción y recomendaciones destinadas a estandarizar y mejorar la eficiencia en los proyectos de construcción.

La Variable Dependiente (VD) de esta investigación es el Rendimiento de Mano de Obra (RMO) que se puede conceptualizar como el volumen de trabajo sobre unidad de tiempo (m<sup>2</sup>/hora) se obtiene mediante la recolección de datos obtenidos tanto de los trabajadores como de fuentes gubernamentales. Por otro lado, las Variables Independientes (VI) de esta investigación, son los factores que pueden influenciar en el RMO y fueron determinados a partir de la investigación de Cano y Duque (2000) tales como: el clima, tipo de actividad, equipamiento, supervisión y condiciones propias del trabajador. Los datos para la definición de las VI se determinarán a través de fichas de observación. El análisis de la interacción entre estas variables proporcionará información sobre los resultados de la colocación de bloques de mampostería en términos de rendimiento.

En el marco de lo expuesto, la presente investigación pretende calcular el rendimiento estándar en la colocación de la mampostería de bloque, para esto se realizaron análisis de correlación y se utilizó el método de regresión lineal para predecir o estimar dicho rendimiento en función de diferentes factores o variables explicativas. Se buscó proporcionar una herramienta que ayude a evaluar las probabilidades de alcanzar un alto rendimiento en los obreros en función de las variables independientes que afecta en el rendimiento de mano de obra de la colocación de la mampostería de bloque.

A continuación, se presenta el material teórico referencial que se utilizó para la elaboración de este documento que permitió caracterizar las variables bajo estudio:

#### Rendimiento de mano de obra

El RMO, se refiere a la capacidad de un trabajador o equipo para completar tareas en un período de tiempo específico. Esta medida, que frecuentemente se expresa en términos de producción por hora, día o semana, sirve como una evaluación básica de la efectividad y productividad de la fuerza laboral. Este indicador es más que un simple número; es fundamental para evaluar el desempeño y mejorar los procesos de trabajo. Al cuantificar la relación entre el trabajo completado y el tiempo invertido, las empresas pueden identificar áreas de fortaleza y oportunidades de optimización. Esto mejora la gestión de recursos y da como resultado mejores rendimientos laborales (Cock et al., 2022).

A lo mencionado, calcular el RMO es importante en la construcción por diversas razones. La primera ventaja es que permite a los directores de proyectos predecir cuánto trabajo pueden completar en un período de tiempo determinado, lo que facilita la planificación y programación del proyecto. En segundo lugar, al utilizar el cálculo del RMO para identificar cuellos de botella y puntos problemáticos en el proceso de construcción, los

administradores pueden tomar medidas para aumentar la productividad y la eficiencia. En tercer lugar, el cálculo del RMO puede ayudar a los gerentes a establecer metas alcanzables para el equipo de trabajo, aumentando el compromiso y la motivación de los empleados (Bartoschek y Kamenov, 2021).

Comprender los diversos factores que influyen en el RMO de la construcción tiene una importancia significativa, ya que permite a los gerentes de proyectos reconocer y resolver de manera efectiva cualquier inquietud que pueda estar impidiendo la productividad de los trabajadores. A través de una comprensión integral de los diversos factores que ejercen influencia en la productividad laboral, los gerentes de proyectos están capacitados para implementar medidas destinadas a mejorar la eficiencia de los trabajadores. Esto, a su vez, tiene el potencial de generar una reducción de costos y una elevación de la calidad general del trabajo. Además, mejorar el RMO puede conducir a una mayor ventaja competitiva para la empresa dentro del mercado y a una elevación de la satisfacción del cliente (Hamza et al., 2022).

Pero, ¿Cómo saber qué factores influyen el RMO? Para responder a este cuestionamiento, se puede utilizar algunos métodos de identificación de factores influyentes disponibles. En el caso de esta investigación se usa los criterios proporcionados por Cano y Duque (2000) quienes menciona dentro de su investigación que se puede determinar los factores anteriormente mencionados a través de 7 categorías que son:

1. En el ámbito de la economía existen diversos factores que influyen en la productividad. Estos factores abarcan la inflación, las tasas de interés, la disponibilidad de materiales y la competencia del mercado.
2. Dimensiones laborales: elementos relacionados con las condiciones de trabajo, abarcando aspectos como remuneración, seguridad social, capacitación y motivación.
3. El clima se refiere al conjunto de elementos ambientales que pueden afectar el desempeño de los trabajadores, abarcando factores como la temperatura, la humedad, las precipitaciones y la radiación solar.
4. Actividad: Factores relacionados con la actividad a realizar, incluido el nivel de dificultad, complejidad, duración e interconexión con otras actividades.
5. Equipo: Factores relativos a los equipos y herramientas empleados, abarcando aspectos como calidad, estado, suficiencia, mantenimiento y accesibilidad.
6. Supervisión: Este criterio abarca varios factores asociados con la supervisión y orientación brindada a las personas en su trabajo, incluida la calidad, cantidad, oportunidad y eficacia de la supervisión.
7. Los factores pertenecientes al trabajador abarcan varios aspectos, incluyendo su experiencia, nivel de habilidad, estado de salud, motivación y actitud.

## Regresión lineal

La RL es una metodología estadística empleada para establecer un modelo matemático que representa la asociación entre una VD y una o más VI. El propósito de este método es hacer predicciones sobre el valor de la VD utilizando los valores de las VI. La RL se basa en el supuesto de que existe una asociación lineal entre las variables, lo que implica que las alteraciones en las VI van acompañadas de modificaciones proporcionales en la VD. El objetivo de la RL es identificar la línea de regresión óptima que minimice la diferencia entre los valores observados y los valores predichos. La línea de mejor ajuste se determina mediante la aplicación del método de mínimos cuadrados, cuyo objetivo es minimizar la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores observados y los valores predichos (Maulud y Mohsin, 2020).

La utilización de la RL es un enfoque competente para evaluar la correlación entre una VD, como la productividad laboral, y múltiples variables independientes, como los factores que influyen en la productividad laboral. La utilización del análisis de regresión múltiple permite evaluar el impacto de VI individuales sobre la VD, al tiempo que tiene en cuenta la influencia potencial de otras variables independientes. Los coeficientes de regresión estandarizados se emplean para determinar el grado de influencia que cada factor ejerce sobre la productividad laboral (Hai y Tam, 2019).

La RL permite a los administradores hacer predicciones sobre valores de precisión futuros mediante la creación de un modelo de la relación entre variables. La importancia de esto radica en su capacidad para permitir a las organizaciones tomar decisiones bien informadas con respecto a la mejora de su eficacia gerencial. Por ejemplo, en el caso de que el análisis de regresión lineal indique una asociación significativa entre la precisión de la entrega de un proyecto y la gestión de objetivos, una organización puede implementar medidas para mejorar sus procedimientos de gestión de objetivos, lo que en consecuencia conducirá a una mejora en la precisión de la entrega de sus objetivos (Gata et al., 2019).

## Metodología

### Diseño

La presente investigación sigue un diseño metodológico enmarcado en la línea de investigación de tipo relacional - descriptivo que se centra en establecer patrones entre variables clave que afectan el rendimiento de la mano de obra en la colocación de mampostería de bloque, esto se desarrolló a través de análisis estadísticos basados en la regresión lineal, donde se pudo establecer modelos predictivos y recomendaciones para la predicción del posible rendimiento que se puede obtener de los obreros y la mejora de la eficiencia en este ámbito. Existen dos enfoques del problema: El primero; es el análisis

descriptivo mediante el cual se estudian las causas o factores que afectan al rendimiento real de mamposterías de bloque y las posibles situaciones que las potencian. El segundo; es el análisis relacional, objeto de estudio de este trabajo, cuya finalidad es analizar la correlación existente entre las VI y sus indicadores

El enfoque metodológico que se utilizó es el cuantitativo, puesto que los datos que se van a recolectar de las obras, así como su posterior análisis se van a realizar a través de un programa estadístico de información que permitió obtener relaciones numéricas entre las variables. Esta investigación utiliza 4 etapas metodológicas que se mencionan a continuación:

**Definición de variables**

Para realizar la recopilación de datos es importante iniciar con la operacionalización de las variables de estudio, de esta manera se puede definir de manera específica qué se pretende medir y como se planea realizar estas mediciones. En el caso específico de esta investigación, se mide una VD que es el RMO a través de diferentes VI identificados en la referenciación teórica y sus indicadores que están representados con una transposición numérica (valores equivalentes desde el 1-5) que se presentan a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1**  
Operacionalización de variables

VI	Indicadores	1	2	3	4	5
Clima	Tiempo	Tormenta	Aguacero	Llovizna	Nublado	Despejado
	Temperatura	Muy Caluroso/MuyFrio	N/A	Caluroso/Frio	N/A	Fresco
	Suelo	Pantanero	Charcos	Piso húmedo	Piso seco	Piso duro
	Cubierta	Sol	N/A	Normal	N/A	Sombra
	Dificultad	Difícil	N/A	Normal	N/A	Fácil
	Peligro	Peligrosa	Riesgosa	Normal	Moderado	Ningún peligro
Actividad	Interrupciones	≥ 1 hora	15≥60 min	5≥15 min	0≥5 min	Ninguna
	Orden y aseo	Difícil acceso	Escombros	Transitable	Poca suciedad	Aseo total y orden
	Actividades precedentes	Repetir	Mucho resane	Poco resane	Aceptable	Perfecta
	Tipicidad	De 1 a 5	De 5 a 10	De 10 a 15	De 15 a 20	Más de 20
Equipamiento	Tajo (Espacio de trabajo)	Muy estrecho	Estrecho	Normal	Amplio	Muy amplio
	Herramienta	Inadecuada	N/A	Adecuada	N/A	Especial
	Equipo	Inadecuada	N/A	Adecuada	N/A	Especial
	Mantenimiento	Nulo	N/A	Aceptable	N/A	Bueno
	Suministro	Nunca	N/A	A veces	N/A	Siempre
	Elemento de protección	Ninguno	N/A	Casi todos	N/A	Todos

**Tabla 1**

## Operacionalización de variables (continuación)

VI	Indicadores	1	2	3	4	5
Clima	Tiempo	Tormenta	Aguacero	Llovizna	Nublado	Despejado
	Temperatura	Muy Caluroso/MuyFrio	N/A	Caluroso/Frio	N/A	Fresco
Supervisión	Dirección (criterios de aceptación)	Ninguno	Informales	Verbales	Verbales previos	Bajo escrito
	Instrucción	Ninguna	N/A	Verbal - requerida	N/A	Documento requerido
	Seguimiento	Sin revisión	N/A	Revisión eventual	N/A	Siempre
	Supervisor (Maestro)	Malo	N/A	Regular	N/A	Bueno
	Aseguramiento de Calidad	No existe	Esfuerzos aislados	Inventoría	En proceso	Certificado ISO
Trabajador	Situación personal	Neurótico	Triste	Normal	Buena	Excelente
	Ritmo de trabajo	Lento	N/A	Normal	N/A	Rápido
	Salud	Enfermo	N/A	Normal	N/A	Excelente
	Habilidad	Inexperto	N/A	Hábil	N/A	Experto
	Capacitación	Ninguna	Aprendiz	Requerida	Experto	Certificado
Laborales	Contrato	Administración	N/A	N/A	N/A	Subcontratación
	Sindicato	Si	N/A	N/A	N/A	No
	Incentivos	No	N/A	N/A	N/A	Si
	Salario	SMLV	N/A	N/A	N/A	≥SMLV
	Seguridad social	Si	N/A	N/A	N/A	No

*Nota.* Adaptado de Cano y Duque (2000)

Elaborado por: Autores

Diseño de formulario de recolección de datos

Se creó una ficha de observación que fue aplicada en nueve obras distintas que permitió recopilar información sobre las variables identificadas en la operacionalización de las variables. La ficha de observación estuvo conformada por 26 opciones de respuesta que están alineadas con los indicadores de cada VI.

*Definición de universo y muestra*

El universo de estudio de esta investigación se enfoca en los proyectos arquitectónicos en la fase de colocación de mampostería en Cuenca, Ecuador, con la población objetivo constituida por las 21 construcciones en ejecución ubicadas en la parroquia Cañaribamba. La determinación de la muestra se llevó a cabo mediante la aplicación de la técnica de muestreo por conveniencia, la cual implica la selección no aleatoria de elementos basada

en la accesibilidad y conveniencia del investigador, en contraposición a un método de selección aleatoria más riguroso (Hernández, 2021). En este contexto, se eligió una muestra de seis proyectos arquitectónicos en proceso de colocación de mampostería, excluyendo aquellos en los que dicha fase ya había sido concluida. Para la recolección de datos de los obreros en esta muestra se utilizó a la totalidad de la mano de obra, es decir: 49 obreros.

#### *Análisis de los resultados*

El análisis de los datos se inició con pruebas de normalidad para cada factor, utilizando un programa estadístico que aplicó la prueba de Shapiro-Wilk (SW). Esta prueba proporcionó un valor P, el cual indica la homogeneidad de los datos y se interpreta según un umbral estándar de 0.05. Si el valor P resultante de la prueba SW es superior a 0.05, se considera que el factor sigue una distribución normal. Por otro lado, si el valor P es menor a este umbral, se concluye que los datos no cumplen con los criterios de normalidad.

Tras el análisis de normalidad, se optó por un método de correlación entre los distintos factores presentes en la tabla 1 y el rendimiento de los obreros en cada obra. En este caso particular, se empleó el análisis de Kruskal-Wallis (KW), el cual no requiere supuestos de normalidad para establecer correlaciones. El análisis de KW evalúa el nivel de asociación a través de la prueba de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), los grados de libertad (gl) y el nivel de significancia (p), proporcionando así una medida robusta de la relación entre variables sin depender de la distribución de los datos.

Tras el análisis correlacional, se procede con la construcción del modelo matemático basado en una regresión lineal múltiple. Esta regresión se divide en dos etapas distintas. La primera etapa involucra la utilización de medidas de ajuste que revelan la efectividad del modelo. Esto se logra mediante el coeficiente de correlación lineal (R) en conjunto con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), los cuales indican la fuerza y representatividad de las variables en el modelo.

Además, se han incorporado al análisis métricas esenciales como el AIC (Criterio de información de Akaike), el BIC (Criterio de información bayesiano) y el RMSE (Error cuadrático medio). El AIC y el BIC tienen funciones distintas: facilitan la comparación de modelos al tener en cuenta tanto la bondad del ajuste como la complejidad, mientras que el RMSE cuantifica la precisión del modelo midiendo las discrepancias entre los valores observados y anticipados.

En la segunda etapa de la regresión lineal, se calculan los coeficientes del modelo. Estos coeficientes se pueden clasificar en tres tipos principales, uno de los cuales es el Coeficiente Estimador (CE) que representa el vínculo entre las variables independientes

y dependientes. El coeficiente EE cuantifica la precisión de esta estimación, mientras que el coeficiente t evalúa el nivel de desviación de este valor respecto de cero. El coeficiente p cuantifica la probabilidad de observar esta conexión si no existe una relación genuina entre las variables

## Resultados

La primera prueba utilizada en los datos recolectados fue Shapiro-Wilk para comprobar supuestos de normalidad, evidenciando valores  $p \leq 0.001$  en todos los conjuntos de datos de los factores, por lo cual, no se tienen certeza o evidencia estadística que la información siga una distribución y homogeneidad normal. Ya que, la distribución no cumple con criterios de normalidad para realizar la correlación se usó el análisis de Kruskal-Wallis para los grupos de datos. Estos resultados se muestran en la tabla 2.

El análisis de Kruskal-Wallis arrojó hallazgos estadísticamente significativos para varios factores que impactan el desempeño laboral de los trabajadores. Los datos analizados demuestran una notable consistencia en su importancia estadística, como lo indican los valores altamente significativos de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) ( $p < .001$ ) en todas las categorías estudiadas. Varios factores, incluidas variables físicas como la temperatura, el suelo y la cobertura, así como elementos relacionados con el entorno laboral, como la gestión, la capacitación y la supervisión, impactaron significativamente la eficiencia del trabajo. Este análisis examina la relación entre diversos factores y la productividad en las obras arquitectónicas. Enfatiza la naturaleza compleja del desempeño laboral y proporciona una base sólida para implementar estrategias de mejora en entornos laborales similares.

**Tabla 2**

*Resultados del análisis de Kruskal-Wallis para factores que afectan rendimiento laboral*

Variable	$\chi^2$	gl	p
Tiempo	24.4	5	< .001
Temperatura	29.9	5	< .001
Suelo	35.4	5	< .001
Cubierta	26.2	5	< .001
Dificultad	25.5	5	< .001
Peligro	38.1	5	< .001
Continuidad	31.4	5	< .001
Orden y aseo	31.5	5	< .001
Base de trabajo	33.6	5	< .001
Tipicidad	35.3	5	< .001
Tajo	36.5	5	< .001
Herramienta	29.1	5	< .001
Equipo	22.3	5	< .001

**Tabla 2**

*Resultados del análisis de Kruskal-Wallis para factores que afectan rendimiento laboral (continuación)*

<b>Variable</b>	$\chi^2$	<b>gl</b>	<b>p</b>
Mantenimiento	22.5	5	< .001
Suministro	26.6	5	< .001
Elemento de protección	38.2	5	< .001
Dirección	38.0	5	< .001
Instrucción	33.3	5	< .001
Seguimiento	33.3	5	< .001
Calif. Maestro	27.5	5	< .001
Aserg. Calidad	33.3	5	< .001
Sit. Personal	27.5	5	< .001
Cansancio	21.2	5	< .001
Habilidad	38.0	5	< .001
Conocimiento	38.0	5	< .001
Capacitación	27.5	5	< .001

Luego de realizar el análisis de KW se procede con la conformación del modelo matemático basado en la regresión lineal múltiple. En este caso, el primer resultado evidenciado por el programa estadístico fueron las medidas de ajuste del modelo. Como se puede observar en la tabla 3. Los datos muestran una fuerte correlación ( $R = 0,968$ ) y un alto nivel de previsibilidad ( $R^2$  ajustado = 0,937), lo que sugiere que casi el 93,3% de la variación en el desempeño de la tarea puede atribuirse a estas variables. La presencia de valores negativos tanto en AIC (-99.1) como en BIC (-73.9) indica un ajuste muy favorable del modelo a los datos observados. Además, el valor bajo del error cuadrático medio (RMSE) de 0,0255 resalta la alta precisión del modelo para predecir el desempeño laboral utilizando estas características.

**Tabla 3**

*Medidas de ajuste del modelo*

<b>Modelo</b>	<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup> corregida</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>	<b>RMSE</b>
<i>1</i>	<i>0.968</i>	<i>0.933</i>	<i>-99.1</i>	<i>-73.9</i>	<i>0.0255</i>

El segundo hallazgo destacado, derivado del análisis mediante regresión lineal, se centra en los coeficientes del modelo. Al examinar la Tabla 4, se observa que las variables independientes, evaluadas de forma individual, no exhiben una correlación significativa con el rendimiento de los obreros. Este resultado se sustenta en los valores p calculados, los cuales superan el umbral de 0.05. En consecuencia, se infiere que, a nivel individual,

estas variables no poseen una influencia estadísticamente significativa en el rendimiento laboral de los obreros en la actividad estudiada.

En relación con los estimadores, se destaca la presencia de dos direcciones distintas para VI, según lo establecido por el modelo. Se observa que las VI de suelo, cubierta, peligro, actividad precedente, tipicidad, tajo, suministro, seguimiento y supervisión muestran estimadores negativos, indicando una relación inversa con el rendimiento laboral. Es decir, un incremento en estas variables se asocia con una disminución en el rendimiento. Por otro lado, las restantes variables presentan estimadores positivos, señalando una relación proporcional directa con el rendimiento, donde un aumento en estas VI se relaciona con un incremento en el rendimiento laboral.

**Tabla 4**

Coeficientes del Modelo - Rendimiento

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	1.7887	1.2793	1.398	0.185
Tiempo	0.0863	0.0849	1.016	0.328
Temperatura	0.1174	0.1100	1.067	0.305
Suelo	-0.6763	0.8077	-0.837	0.418
Cubierta	-0.2479	0.1385	-1.790	0.097
Dificultad	0.4917	0.6010	0.818	0.428
Peligro	-0.0212	0.1412	-0.150	0.883
Interrupciones	0.8660	0.9334	0.928	0.370
Orden y aseo	0.0400	0.0773	0.517	0.614
Actividades precedentes	-0.2083	0.1724	-1.208	0.248
Tipicidad	-0.1278	0.0635	-2.012	0.065
Tajo (Espacio de trabajo)	-0.5193	0.7314	-0.710	0.490
Herramienta	0.3254	0.2292	1.420	0.179
Equipo	0.1263	0.0933	1.354	0.199
Suministro	-0.0177	0.0542	-0.327	0.749
Seguimiento	-0.0256	0.0411	-0.624	0.543
Supervisor (Maestro)	-0.0312	0.0452	-0.689	0.503

Una vez se calcularon los coeficientes se procede a usar el coeficiente estimador para armar el modelo a través de la fórmula general de la regresión lineal múltiple, y queda de la siguiente manera:

$$Y = 1.7887 + 0.0863*tiempo + 0.1174*temperatura - 0.6763*suelo - 0.2479*cubierta + 0.4917*dificultad - 0.0212*peligro + 0.8660*Interrupciones + 0.0400*Orden y aseo - 0.2083*actividades precedentes - 0.1278*tipicidad - 0.5193*tajo + 0.3254*herramienta + 0.1263*equipo - 0.0177*suministro - 0.0256*seguimiento - 0.0312*supervisor$$

Con el propósito de validar la efectividad del modelo propuesto, se lleva a cabo una comparación entre los rendimientos promedio reales alcanzados por los obreros, el rendimiento teórico proporcionado por el Gad Autónomo Descentralizado (GAD) de Cuenca que es de 1.25 m<sup>2</sup>/hora y los rendimientos determinados mediante la aplicación de la fórmula de regresión lineal múltiple presentada previamente. Esta comparación se realizó para cada una de las obras analizadas y se presenta a continuación en la tabla 5. Como se evidencia en la tabla, las condiciones climáticas, la actividad laboral, el equipamiento disponible, la supervisión, las capacidades individuales del trabajador y las condiciones laborales variaron entre las distintas obras. Esta variabilidad se reflejó en los niveles de rendimiento obtenidos, los cuales no fueron uniformes en todos los casos.

En la obra 1, los rendimientos oscilaron entre 1,22 y 1,27 m<sup>2</sup>/hora, mientras que en la obra 2 la variación fue entre 1,20 y 1,27 m<sup>2</sup>/hora. Por otro lado, en la obra 3, los rendimientos variaron significativamente, entre 0,98 y 1,25 m<sup>2</sup>/hora, en la obra 4 la variación fue entre 0,99 y 1,10 m<sup>2</sup>/hora, en la obra 5 se observó una variación entre 1,01 y 1,15 m<sup>2</sup>/hora, en la obra 6, oscilaron entre 1,00 y 1,05 m<sup>2</sup>/hora. Por su parte, en la obra 7 la variación fue entre 1,06 y 1,27 m<sup>2</sup>/hora, en la obra 8 entre 1,22 y 1,27 m<sup>2</sup>/hora y en la obra 9 entre 1,10 y 1,27.

Estos datos revelan dos aspectos importantes. En primer lugar, que solo en 12 casos los rendimientos de los obreros alcanzaron o superaron el rendimiento teórico estipulado por el GAD de Cuenca, que es de 1,25 m<sup>2</sup>/hora, mientras que en los demás casos los rendimientos estuvieron por debajo de esta cifra. En segundo lugar, se observa que el rendimiento de los obreros no sigue una tendencia lineal, y que incluso dentro de una misma edificación pueden existir variaciones significativas en el rendimiento.

**Tabla 5**

Comparación de rendimientos de obreros en función de indicadores

Obra	Obrero	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Interrupciones	Orden y aseo	Actividades precedentes	Tipicidad	Tajo (Espacio de trabajo)	Herramienta	Equipo	Suministro	Seguimiento	Supervisor (Maestro)	Rendimiento real	Datos de rendimiento calculado	Rendimiento del GAD de Cuenca
1	1	4	5	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	4	4	1,27	1,26	1,25

**Tabla 5**

Comparación de rendimientos de obreros en función de indicadores (continuación)

Obra	Obrero	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Interrupciones	Orden y aseo	Actividades precedentes	Tipicidad	Tajo (Espacio de trabajo)	Herramienta	Equipo	Suministro	Seguimiento	Supervisor (Maestro)	Rendimiento real	Datos de rendimiento calculado	Rendimiento del GAD de Cuenca
2	2	5	4	4	5	2	3	5	3	5	3	5	3	4	5	4	4	1,22	1,25	1,25
	3	5	4	4	4	3	2	4	4	5	4	5	4	3	5	5	4	1,22	1,23	1,25
	4	4	4	5	4	2	3	5	3	5	3	4	3	4	4	4	5	1,25	1,25	1,25
	5	5	4	4	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	5	5	4	1,22	1,21	1,25
	6	4	4	5	5	3	2	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	1,27	1,21	1,25
	1	4	4	4	5	3	2	4	4	4	4	3	5	4	3	5	5	1,21	1,21	1,25
3	2	5	4	5	4	2	3	5	3	5	3	4	3	3	4	4	5	1,21	1,21	1,25
	3	5	4	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	5	4	1,20	1,21	1,25
	4	4	5	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	4	4	1,26	1,26	1,25
	5	5	4	4	4	4	3	2	4	4	5	4	5	4	3	5	5	1,25	1,23	1,25
	6	4	5	4	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	4	1,27	1,26	1,25
	1	5	4	4	5	2	3	5	3	5	3	5	3	4	5	4	4	1,25	1,25	1,25
4	2	3	4	3	3	2	1	3	2	3	2	4	2	2	4	4	3	1,07	1,06	1,25
	3	4	3	3	4	1	2	4	2	4	2	4	2	3	4	3	3	1,06	1,08	1,25
	4	4	3	3	3	2	1	3	3	4	3	4	3	2	4	4	3	1,07	1,06	1,25
	5	4	3	3	2	1	3	2	3	2	4	2	2	3	3	3	4	1,05	1,05	1,25
	6	3	3	4	4	2	1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	0,98	1,03	1,25
	1	4	3	4	3	1	2	4	2	4	2	3	2	2	2	3	4	1,00	1,05	1,25
5	2	4	3	4	3	4	3	2	1	4	2	3	2	4	2	4	3	0,99	0,99	1,25
	3	4	3	3	4	1	2	4	2	4	2	4	2	3	4	3	4	1,05	1,05	1,25
	4	4	3	4	4	2	1	4	3	4	3	4	3	2	4	4	3	0,99	1,00	1,25
	5	3	3	4	4	2	1	4	2	4	2	4	3	3	4	4	4	1,10	1,10	1,25
	6	4	3	4	4	2	1	4	3	4	2	4	3	2	4	4	4	1,10	1,10	1,25
	1	4	3	3	4	1	2	4	2	4	2	4	2	3	4	3	3	1,15	1,08	1,25
5	2	4	3	4	3	1	2	4	2	4	2	3	2	2	2	3	4	1,10	1,05	1,25
	3	3	4	3	3	2	1	3	2	3	2	4	2	2	4	4	3	1,05	1,06	1,25
5	4	4	3	4	4	2	1	4	3	4	3	4	3	2	4	4	3	1,01	1,00	1,25

Tabla 5

Comparación de rendimientos de obreros en función de indicadores (continuación)

Obra	Obrero	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Interrupciones	Orden y aseo	Actividades precedentes	Tipicidad	Tajo (Espacio de trabajo)	Herramienta	Equipo	Suministro	Seguimiento	Supervisor (Maestro)	Rendimiento real	Datos de rendimiento calculado	Rendimiento del GAD de Cuenca
6	5	4	3	4	4	2	1	4	3	4	3	4	3	2	4	4	3	1,01	1,00	1,25
	1	3	4	3	3	2	1	3	2	3	2	4	2	2	4	4	3	1,05	1,06	1,25
	2	4	3	3	3	2	1	3	3	4	3	4	3	2	4	4	3	1,05	1,06	1,25
	3	4	3	3	2	1	3	2	3	2	4	2	2	3	3	3	4	1,05	1,05	1,25
	4	3	3	4	4	2	1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	1,00	1,03	1,25
	5	4	3	4	3	1	2	4	2	4	2	3	2	2	2	3	4	1,00	1,05	1,25
7	6	4	3	4	3	4	3	2	1	4	2	3	2	4	2	4	3	1,00	0,99	1,25
	1	5	4	4	4	3	2	4	4	5	4	5	4	3	5	5	4	1,25	1,23	1,25
	2	4	5	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	4	4	1,27	1,26	1,25
	3	5	4	4	5	2	3	5	3	5	3	5	3	4	5	4	4	1,25	1,25	1,25
	4	3	4	3	3	2	1	3	2	3	2	4	2	2	4	4	3	1,07	1,06	1,25
	5	4	3	3	4	1	2	4	2	4	2	4	2	3	4	3	3	1,06	1,08	1,25
8	6	4	3	3	3	2	1	3	3	4	3	4	3	2	4	4	3	1,07	1,06	1,25
	1	4	5	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	4	4	1,27	1,26	1,25
	2	5	4	4	5	2	3	5	3	5	3	5	3	4	5	4	4	1,22	1,22	1,25
	3	5	4	4	4	3	2	4	4	5	4	5	4	3	5	5	4	1,22	1,23	1,25
9	4	4	4	5	4	2	3	5	3	5	3	4	3	4	4	4	5	1,25	1,25	1,25
	1	5	4	4	4	3	2	4	3	4	3	5	3	3	5	5	4	1,22	1,21	1,25
	2	4	4	5	5	3	2	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	1,27	1,21	1,25
	3	4	4	4	5	3	2	4	4	4	3	5	4	3	5	5	5	1,21	1,21	1,25
	4	3	3	4	4	2	1	4	2	4	2	4	3	3	4	4	4	1,10	1,10	1,25

Para ilustrar de manera más efectiva las fluctuaciones en los rendimientos de los obreros, se presenta en la figura 1 una representación gráfica que compara los rendimientos reales de los obreros, el rendimiento teórico establecido por el GAD de Cuenca y el rendimiento calculado mediante el modelo matemático.

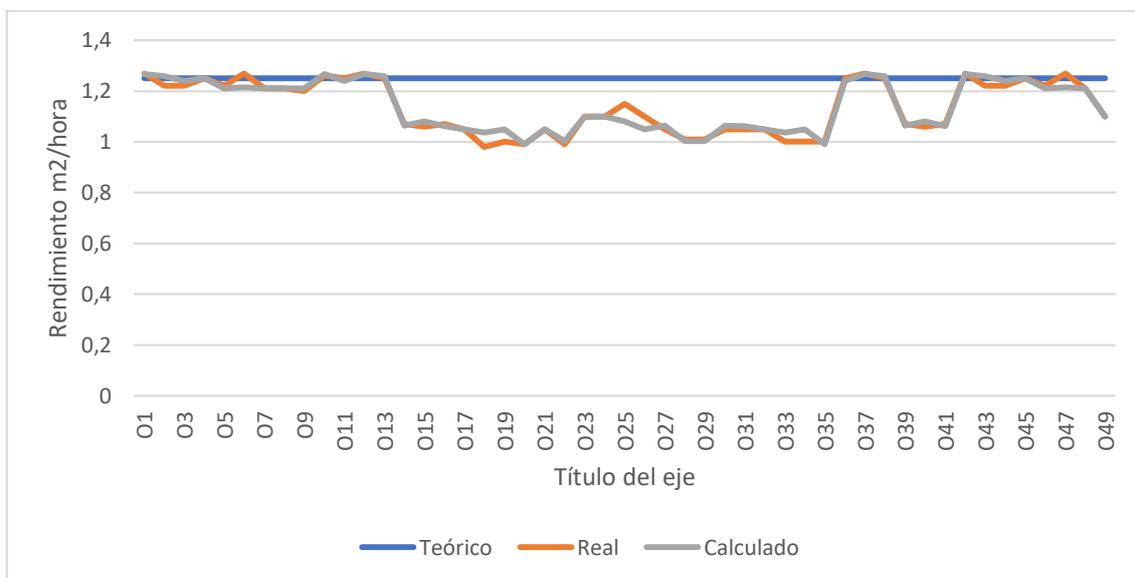
Como se puede observar, el rendimiento real de los trabajadores no sigue una tendencia lineal, sino que fluctúa notablemente y en muchas ocasiones se sitúa por debajo del

rendimiento esperado. Esto sugiere que, si un administrador de obra basa sus planificaciones únicamente en el rendimiento promedio teórico, es probable que se enfrenten a retrasos o incumplimientos en los plazos de entrega.

En contraste, el rendimiento calculado mediante el modelo matemático se ajusta de manera satisfactoria a estas variaciones. Esto proporciona un promedio más realista del rendimiento que se puede esperar, teniendo en cuenta las diversas condiciones tanto externas como internas que afectan a los trabajadores.

**Figura 1**

*Comparación rendimientos promedios reales y teóricos de obra 1*



## Conclusiones

- Al explorar las correlaciones individuales entre las variables independientes en este estudio, se constató que ningún factor analizado ejerce, por sí solo, una influencia significativa en el rendimiento laboral. No obstante, la conjunción de estos factores permite prever el rendimiento de un trabajador con una precisión de hasta el 93.3% según el análisis estadístico realizado ( $R^2$  corregido). La similitud entre el rendimiento teórico estimado y el rendimiento promedio real de los obreros respalda la efectividad de la regresión lineal para anticipar estos rendimientos en función de los diversos factores evaluados.
- El modelo matemático derivado de la regresión lineal, presentado en esta investigación, se revela como una herramienta potente para predecir el rendimiento de las cuadrillas de obreros en la Parroquia Cañaribamba, considerando tanto factores externos como internos de la obra. Esta aplicación

podría resultar en la optimización significativa de los tiempos de ejecución y la reducción de los costos asociados a retrasos e incumplimientos de plazos en proyectos de construcción. Este modelo se puede extrapolar a otras parroquias de Cuenca que tengan un contexto similar y condiciones semejantes a las presentadas en este documento.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

### Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestrías en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### Referencias bibliográficas

- Atencio, E., Bustos, G., y Mancini, M. (2022). Enterprise Architecture Approach for Project Management and Project-Based Organizations: A Review. *Sustainability*, 14. <https://doi.org/10.3390/su14169801>
- Bartoschek, P., y Kamenov, F. (2021). *Labor Productivity Influence in the Construction Industry* [masterThesis, Jonkoping University]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1560486/FULLTEXT01.pdf>
- Cano R; Duque A. (2000). Trabajo de investigación. SENA-CAMACOL. Medellín.
- Cock, J., Prager, S., Meinke, H., y Echeverria, R. (2022). Labour productivity: The forgotten yield gap. *Agricultural Systems*, 201, 103452. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103452>
- Gata, W., Novitasari, H. B., Nurfalah, R., Hernawati, R., y Shidiq, M. J. (2019). Analysis of Regression Algorithm to Predict Administration, Production, and Delivery to Accuracy of Delivery of Products in Cosmetic Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(7), 072006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/7/072006>
- Hai, D., y Tam, N. (2019). Application of the Regression Model for Evaluating Factors Affecting Construction Workers' Labor Productivity in Vietnam. *The Open*

*Construction and Building Technology Journal*, 13, 353-362.  
<https://doi.org/10.2174/1874836801913010353>

Hamza, M., Shahid, S., Bin Hainin, M. R., y Nashwan, M. S. (2022). Construction labour productivity: Review of factors identified. *International Journal of Construction Management*, 22(3), 413-425.  
<https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1627503>

Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstractypid=S0864-21252021000300002yln=esynrm=isoytln=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstractypid=S0864-21252021000300002yln=esynrm=isoytln=es)

Jeremiah, M., Kabeyi, B., y Kabeyi, M. (2019). Evolution of Project Management, Monitoring and Evaluation, with Historical Events and Projects that Have Shaped the Development of Project Management as a Profession. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8, 63-79.  
<https://doi.org/10.21275/ART20202078>

Maulud, D., y Mohsin Abdulazeez, A. (2020). A Review on Linear Regression Comprehensive in Machine Learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 1, 140-147. <https://doi.org/10.38094/jastt1457>

Ouyang, T., Liu, F., y Huang, B. (2022). Dynamic econometric analysis on influencing factors of production efficiency in construction industry of Guangxi province in China. *Scientific Reports*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22374-y>

Xu, C., Liu, J., Li, S., Wu, Z., y Chen, Y. F. (2021). Optimal brick layout of masonry walls based on intelligent evolutionary algorithm and building information modeling. *Automation in Construction*, 129, 103824.  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103824>

Yap, J. B. H., Goay, P. L., Woon, Y. B., y Skitmore, M. (2021). Revisiting critical delay factors for construction: Analysing projects in Malaysia. *Alexandria Engineering Journal*, 60(1), 1717-1729. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.11.021>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



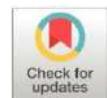
#### Indexaciones



## Propuesta de modelo matemático de rendimiento de mano de obra en enlucidos de mampostería. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

*Proposal of a mathematical model of labor performance in masonry plastering. Case study: city of Cuenca*

- <sup>1</sup> Karla Denisse Campoverde Chicaiza  <https://orcid.org/0009-0009-7235-6077>  
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[karla.campoverde.08@est.ucacue.edu.ec](mailto:karla.campoverde.08@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Carlos Julio Calle Castro  <https://orcid.org/0000-0002-6891-0030>  
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[cjcallec@ucacue.edu.ec](mailto:cjcallec@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Marco Ávila Calle  <https://orcid.org/0000-0002-2134-1432>  
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[mavila@ucacue.edu.ec](mailto:mavila@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 08/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2939>

**Cítese:** Campoverde Chicaiza, K. D., Calle Castro, C. J., & Ávila Calle, M. (2024). Propuesta de modelo matemático de rendimiento de mano de obra en enlucidos de mampostería. Caso de estudio: ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 69-90. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2939>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

Rendimiento de  
mano de obra,  
Enlucido,  
Modelo  
matemático,  
Regresión  
lineal.

**Keywords:**

Labor  
performance,

**Resumen**

**Introducción.** La predicción del rendimiento de la mano de obra en la actividad de enlucido con mampostería es crucial para garantizar una planificación eficiente en el sector de la construcción. Una predicción precisa de esta actividad es vital para evitar retrasos, controlar los costos y cumplir con los plazos contractuales, lo que resalta la importancia de este estudio en la optimización de procesos constructivos. **Objetivo.** El propósito de esta investigación es presentar un modelo matemático para anticipar el rendimiento de la mano de obra en la actividad de enlucido de mampostería con mortero, empleando una técnica de regresión lineal. **Metodología.** Se adoptó un diseño metodológico relacional-descriptivo, que comenzó con una revisión de la literatura para identificar los factores que influyen en el rendimiento de los trabajadores. Posteriormente, se diseñó un instrumento de recolección de datos que se aplicó a una muestra de siete obras registradas en la base de datos del GAD municipal de Cuenca, ubicadas en la fase de enlucido con mortero en la parroquia de Yanuncaí. Los datos recopilados se analizaron utilizando un programa estadístico, lo que permitió desarrollar un modelo matemático para prever el rendimiento de los trabajadores en función de los factores estudiados. **Resultados.** Los resultados revelaron que el modelo desarrollado puede predecir de manera efectiva el rendimiento de los trabajadores considerando tanto los factores externos como internos de la obra. Se encontró que, para la actividad de enlucidos de mampostería, solo ciertos factores, como el tiempo, la temperatura, el tipo de suelo, las características de la cubierta, el nivel de dificultad, los riesgos asociados, los métodos de trabajo y la habilidad del trabajador, pueden prever este rendimiento mediante la regresión lineal. **Conclusión.** En conclusión, se evidencia que el rendimiento teórico no es eficaz para predecir el rendimiento real de la mano de obra, y se destaca la eficacia de la regresión lineal para mejorar la capacidad de planificación de tiempos de ejecución de los administradores del sector de la construcción en la ciudad de Cuenca. **Área de estudio general:** Ingeniería, Industria y Construcción. **Área de estudio específica:** Administración de la Construcción

**Abstract**

**Introduction.** The prediction of labor performance in the masonry plastering activity is crucial to ensure efficient planning in the

Plastering,  
Mathematical  
model, Linear  
regression,  
linear  
regression

---

construction industry. Accurate prediction of this activity is vital to avoid delays, control costs and meet contractual deadlines, which highlights the importance of this study in the optimization of construction processes. **Objective.** The purpose of this research is to present a mathematical model to anticipate labor performance in the activity of masonry plastering with mortar, using a linear regression technique. **Methodology.** A relational-descriptive methodological design was adopted, which began with a literature review to identify the factors that influence workers' performance. Subsequently, a data collection instrument was designed and applied to a sample of seven construction sites registered in the database of the GAD municipal de Cuenca, located in the mortar plastering phase in the parish of Yanuncaí. The data collected were analyzed using a statistical program, which allowed the development of a mathematical model to predict the performance of workers according to the factors studied. **Results.** The results revealed that the model developed can effectively predict the performance of the workers considering both external and internal factors of the construction site. It was found that, for the masonry plastering activity, only certain factors, such as time, temperature, soil type, roof characteristics, level of difficulty, associated risks, work methods and worker skill, can predict this performance using linear regression. **Conclusion.** In conclusion, it is evident that theoretical performance is not effective in predicting actual labor performance, and the effectiveness of linear regression in improving the planning capacity of construction sector managers in the city of Cuenca is highlighted.

---

## Introducción

La Industria de la Construcción (IC) es ampliamente reconocida como un sector económico muy prometedor con un importante potencial de crecimiento a escala global (Pheng y Hou, 2019). En este contexto, Ecuador también está experimentando el impacto positivo de esta tendencia. El sector antes mencionado no sólo ha contribuido consistentemente al crecimiento de la economía de este país, sino que también ha desempeñado un papel fundamental en la generación de oportunidades de empleo (Díaz et al., 2022). Esta afirmación se sustenta en datos obtenidos del Banco Central del Ecuador, que revelan que cada 40m<sup>2</sup> de actividad de construcción resulta en una duración

de 18 meses de empleo en obra civil. Durante el trimestre inicial de 2023, este fenómeno resultó en la involucración de aproximadamente 495.000 empleados, generando posteriormente un efecto dominó en diversos sectores del comercio y la industria (Osorio y Cazares, 2019)

Como se mencionó con anterioridad, la IC está experimentando un aumento de la demanda en todo el país actualmente (Flores et al., 2019). Es crucial reconocer que, en la ciudad de Cuenca, este fenómeno se ha visto amplificado aún más por la expansión urbana y el crecimiento demográfico, lo que ha resultado en una mayor necesidad de proyectos de construcción (Flores y Carrera, 2022). Con este escenario en mente, se subraya la necesidad de que las entidades, empresas, profesionales de la ingeniería, arquitectura y construcción en general que se dedican a esta labor, sean capaces de sobresalir en un entorno altamente competitivo (Azeem et al., 2020). Para seguir siendo relevantes en el mercado, es importante que las organizaciones prioricen la gestión eficiente de los recursos y la optimización de los procesos de construcción (Zhang et al., 2021)

En el contexto anteriormente mencionado, que está caracterizado por una competencia cada vez mayor, la importancia de una gestión eficaz para mantener la competitividad dentro del mercado adquiere una gran importancia. Uno de los elementos cruciales para lograr este objetivo es la gestión eficaz y el aumento de la productividad de los trabajadores que se mide a través de su rendimiento o comúnmente denominado Rendimiento de Mano de Obra o por sus siglas RMO (Oboreh et al., 2022). Este aspecto muestra interconexiones con varios otros conceptos importantes, incluido el control de operaciones, la ejecución de procesos, la planificación de actividades y la aplicación de estudios (Castillo et al., 2021). Además, vale la pena señalar que, en el contexto de Ecuador, donde los gastos laborales representan aproximadamente del 28% al 40% de los gastos totales de construcción, la implementación efectiva del RMO asume un papel fundamental para las empresas constructoras que operan dentro de un mercado cada vez más competitivo (Valdez y Toledo, 2021)

A pesar de lo mencionado, el cálculo del RMO en el contexto ecuatoriano sigue siendo limitado en términos de una estandarización sólida o métodos que posibiliten predecir con precisión el rendimiento potencial de un trabajador, considerando diversos factores que puedan influir en dicho rendimiento (Encalada y Calle, 2021). Esta carencia de estandarización aumenta la incertidumbre entre los responsables de la gestión, lo que puede llevar a situaciones en las que el rendimiento real de los trabajadores sea notablemente menor de lo esperado. Esto, a su vez, desencadena retrasos, interrupciones en la continuidad del trabajo, incremento de costos y obstaculiza el avance de las fases subsiguientes del proyecto, que dependen de la finalización oportuna de las actividades previas (Tola et al., 2023).

Un ejemplo de actividades constructivas que pueden provocar demoras, pero que a menudo no se consideran críticas en la planificación, es el enlucido de mampostería con mortero 1:3. Este procedimiento implica la aplicación directa de capas de mortero sobre la superficie de la mampostería, con el propósito de mejorar la uniformidad y la estética de las paredes. A pesar de que comúnmente se subestima, esta actividad puede tener un impacto significativo en el proyecto si no se aborda adecuadamente en la planificación. De hecho, su ejecución mal gestionada podría dar lugar a considerables demoras, contribuyendo al aumento de los costos y complicando el desarrollo del proyecto en su conjunto (Mahzuz et al., 2020).

Ante la problemática anteriormente mencionada, se realiza la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede mejorar la planificación y gestión del enlucido de mampostería con mortero 1:3 para evitar retrasos y costos adicionales en proyectos de construcción? Para responder a este cuestionamiento, se plantea el siguiente objetivo: Proponer un modelo matemático para predecir el rendimiento de la mano de obra en la actividad de enlucido de mampostería con mortero a través de la aplicación de una regresión lineal para mejorar la capacidad de planificación de tiempos de ejecución de los administradores del sector de la construcción en la ciudad de Cuenca.

La importancia de cumplir con el objetivo propuesto de esta investigación es mitigar retrasos evitables y gastos adicionales provocados por una planificación ineficiente de los rendimientos de los obreros en la actividad del enlucido con mortero. Al abordar este asunto, tanto los profesionales de la construcción como las empresas obtendrán una herramienta importante para realizar sus planificaciones de manera eficiente, reduciendo así la incertidumbre generada en esta actividad. Asimismo, esta investigación dará un aporte técnico que podrá ser implantado para mejorar los presupuestos al momento de cuantificar los rendimientos de la mano de obra en la ejecución de rubros en la construcción de enlucidos con mortero.

La presente investigación, se realiza en la ciudad de Cuenca, un entorno poblacional que se caracteriza por ser un sector con grandes expansiones territoriales donde la demanda constructiva ha aumentado considerablemente (Herrera et al., 2023). La variable dependiente de esta investigación es el RMO que se puede definir como la cantidad de trabajo realizado por un obrero sobre la unidad de tiempo medido. Por su parte, las variables independientes son todos los factores que pueden influir sobre el RMO que pueden ser: factores climáticos, el tipo de actividad que realizan los obreros, el tipo y calidad de las herramientas proporcionadas, el tipo de supervisión que se realice en la obra y las condiciones del trabajador. A continuación, se presenta el marco teórico referencial utilizado para caracterizar cada una de las variables anteriormente citadas:

### *Factores que afectan el rendimiento de mano de obra*

Antes de abordar específicamente la temática planteada de cuáles son los factores que afectan el rendimiento de la mano de obra, es importante iniciar definiendo qué es el RMO y cuáles son las implicaciones que tiene sobre las obras de construcción.

El concepto de rendimiento se puede definir como la capacidad de un individuo, equipo o sistema para alcanzar metas y objetivos utilizando los recursos disponibles, es decir, evalúa la eficacia y eficiencia en el desempeño de las tareas y el logro de los resultados deseados (Adebowale y Agumba, 2022). En el campo de la construcción, específicamente a lo concerniente al RMO, se puede definir como el volumen de trabajo o de producción que es capaz de producir un trabajador por unidad de tiempo en un periodo establecido, es decir, es la eficiencia con la que un trabajador es capaz de realizar una actividad durante su jornada laboral que puede ser medido como: cantidad de trabajo/unidad de tiempo, donde las unidades dependerán del tipo de actividad realizada y los periodos de tiempo que use la empresa (Sugiyanto et al., 2022).

El impacto del desempeño laboral en las obras de construcción es de considerable importancia, ya que tiene una influencia directa en la productividad y eficiencia del trabajo que se realiza. En caso de que el desempeño laboral no sea óptimo, existe la posibilidad de que el tiempo de finalización del proyecto se prolongue, lo que generará mayores gastos y retrasos en la entrega del proyecto. Además, un desempeño laboral deficiente tiene el potencial de comprometer la calidad del trabajo y aumentar la probabilidad de accidentes laborales. Por lo tanto, es crucial conocer las variables que influyen en el desempeño laboral e implementar medidas para mejorarlas (Valdez y Toledo, 2021)

La importancia de comprender estos determinantes, pues este entendimiento permite optimizar los procesos constructivos y reducir costos en los proyectos de vivienda. Al comprender los diversos factores que afectan el rendimiento de los trabajadores, es posible discernir oportunidades para mejorar la planificación y ejecución del trabajo. Esto, a su vez, puede dar como resultado una mayor eficiencia y productividad en el sitio de construcción. Además, la optimización de los procesos constructivos puede producir resultados favorables en términos de calidad de la construcción y satisfacción del cliente (Abdelnour, 2022).

En la actualidad, hay varios factores o variables que pueden llegar a influir el RMO, un ejemplo de esto, es la investigación realizada por Luís Fernando Botero quien señala varias causas que pueden reducir o mejorar estos rendimientos que se clasifican en 5 categorías y se menciona a continuación (Botero, 2002):

Condiciones ambientales: como la lluvia, la exposición prolongada al sol, el uso de cubiertas y la temperatura, pueden incidir en el rendimiento de los obreros, dependiendo de la intensidad de estas condiciones y la duración de la exposición. La segunda categoría corresponde al tipo de actividad en cuestión. Elementos como la dificultad, el riesgo inherente, la tipicidad y el área de trabajo pueden influir directamente en el tipo de rendimiento que se puede esperar.

El tipo de equipamiento constituye otra categoría relevante. La calidad, disponibilidad y mantenimiento oportuno de las herramientas pueden determinar la efectividad del rendimiento obtenido por un trabajador. La cuarta categoría se refiere a la supervisión. Botero sostiene que el RMO está intrínsecamente ligado a las condiciones de supervisión presentes en el lugar de trabajo. Finalmente, la quinta categoría resalta las condiciones del trabajador en sí mismo. Factores como la situación personal, nivel de conocimientos, capacitación y nivel de fatiga desempeñan un rol crucial en su rendimiento. Estas categorías identificadas brindan un panorama claro de las variables que tienen un impacto en el RMO, destacando la complejidad y multiplicidad de factores que influyen en la productividad de los obreros en el campo de la construcción.

### Metodología

El diseño metodológico utilizado en esta investigación corresponde al tipo relacional – descriptivo, puesto que se va a comprobar la influencia que tienen diferentes factores externos e internos de los obreros sobre su rendimiento en la actividad enlucido de mampostería. Asimismo, se usa un enfoque cuantitativo, puesto que los datos y análisis utilizados en la elaboración de toda la investigación se realizan de manera estadística a través de un software de análisis numérico.

La variable dependiente de esta investigación es el rendimiento de la mano de obra de los empleados que trabajan dentro del rubro del enlucido por mortero. Mientras que las variables independientes, son los factores que son capaces de influir esta variable. En la tabla 1, se presentan las variables independientes usadas para la investigación que corresponden a: condiciones climáticas, tipo de actividad ejecutada por los obreros, tipo de equipamiento, tipo de supervisión implementada en la obra y las condiciones propias de los trabajadores que son ajenos a la organización o empresa contratante.

El universo de investigación aborda las estructuras arquitectónicas ubicadas en la ciudad de Cuenca, Ecuador, específicamente aquellas que se hallan en la fase de enlucido con mortero y que están en la base de datos del GAD de Cuenca. La selección de la población objeto de estudio se centró en las edificaciones en curso dentro de la parroquia de Yanuncai, se eligió esta población por la presencia de obras en ejecución en la mencionada etapa constructiva. Para la determinación de la muestra, se adoptó un enfoque de muestreo no aleatorio, con un énfasis en las construcciones que se encontraban, al

momento de llevar a cabo esta investigación, en la fase de enlucido. Este tipo de muestreo específico se clasifica como muestreo por conveniencia, que garantizó una focalización precisa en el objeto de estudio en cuestión y que dio como resultado un total de 7 obras dentro de la parroquia anterior mencionada.

Para la toma de los datos, se utilizó la totalidad de los obreros que se encontraban ejecutando la actividad de enlucido con mortero en el momento de la toma de los datos, e inició con una exhaustiva caracterización de los obreros, solicitándoles información general sobre sus actividades en las obras. Esta fase permitió clasificar al personal en dos categorías: los albañiles, responsables de llevar a cabo el enlucido con mampostería, y los ayudantes/peones, encargados de tareas como limpieza, preparación de mezclas y colocación de encofrados para los filos.

Una vez completada la caracterización, se procedió a la recopilación de datos mediante una ficha de observación diseñada en base a las variables independientes y sus respectivos indicadores, detallados en la tabla 1. Estos datos se tradujeron en equivalencias numéricas y se introdujeron en un software de análisis estadístico para realizar cálculos de normalidad, análisis de varianza, correlación entre variables y la determinación de una regresión lineal. Estos análisis permitieron la creación de un modelo matemático que estima el rendimiento de la mano de obra en trabajos de enlucido con mampostería.

**Tabla 1**

*Variables independientes e indicadores*

Variable	Indicadores	1	2	3	4	5
Clima	Tiempo	Tormenta	Aguacero	Llovizna	Nublado	Despejado
	Temperatura	Muy Caluroso/Muy Frio		Caluroso/Frio		Fresco
	Suelo Cubierta	Pantanero Sol	Charcos	Piso húmedo Normal	Piso seco	Piso duro Sombra
	Dificultad	Difícil		Normal		Fácil
Actividad	Peligro	Peligrosa	Riesgosa	Normal	Moderado	Ningún peligro
	Interrupciones	≥ 1 hora	15 ≥ 60 min	5 ≥ 15 min	0 ≥ 5 min	Ninguna
	Orden y aseo	Difícil acceso	Escombros	Transitable	Poca suciedad	Aseo total y orden
	Actividades precedentes	Repetir	Mucho resane	Poco resane	Aceptable	Perfecta

**Tabla 1**

*Variables independientes e indicadores (continuación)*

Variable	Indicadores	1	2	3	4	5
Equipamiento	Tipicidad	De 1 a 5	De 5 a 10	De 10 a 15	De 15 a 20	Más de 20
	Tajo (Espacio de trabajo)	Muy estrecho	Estrecho	Normal	Amplio	Muy amplio
	Herramienta	Inadecuada		Adecuada		Especial
	Equipo	Inadecuada		Adecuada		Especial
	Mantenimiento	Nulo		Aceptable		Bueno
Supervisión	Suministro	Nunca		A veces		Siempre
	Elemento de protección	Ninguno		Casi todos		Todos
	Dirección (criterios de aceptación)	Ninguno	Informales	Verbales	Verbales previos	Bajo escrito
	Instrucción	Ninguna		Verbal - requerida		Documento requerido
Trabajador	Seguimiento	Sin revisión		Revisión eventual		Siempre
	Supervisor (Maestro)	Malo		Regular		Bueno
	Aseguramiento de Calidad	No existe	Esfuerzos aislados	Inventoría	En proceso	Certificado ISO
	Situación personal	Neurótico	Triste	Normal	Buena	Excelente
	Ritmo de trabajo	Lento		Normal		Rápido
Laborales	Salud	Enfermo		Normal		Excelente
	Habilidad	Inexperto		Hábil		Experto
	Capacitación	Ninguna	Aprendiz	Requerida	Experto	Certificado
	Contrato	Administración				Subcontratación
	Sindicato	Si				No
	Incentivos	No				Si
	Salario	SMLV				≥SMLV
	Seguridad social	Si				No

Nota. Adaptado de Botero (2002)

Elaborado por: Karla Denisse Campoverde Chicaiza (2023)

Para la evaluación de la normalidad de los datos, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk, reconocida por su capacidad para determinar si los datos recolectados se adhieren a una distribución normal y si presentan homogeneidad en sus varianzas. Esta prueba se basa en la obtención de un valor de P, con un umbral estándar establecido en  $p\text{-value}=0.05$ . En este contexto, un valor P superior a 0.05 indica una distribución normal de los datos, mientras que un valor P inferior sugiere que los datos no cumplen con los supuestos de normalidad.

El análisis de varianza se determinó a partir de la evaluación de la normalidad de los datos. En este estudio, se aplicó el método Kruskal-Wallis, que emplea el cálculo de un valor chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Esta medida estadística nos permite determinar si existe una correlación sustancial entre conjuntos de datos categóricos. Los grados de libertad (gl) en este estudio representan el número de variables independientes que pueden modificarse sin afectar las restricciones establecidas. Además, se tuvo en cuenta un nivel predeterminado de significancia ( $p$ ), que establece el umbral para determinar si los hallazgos del estudio son estadísticamente significativos o simplemente una consecuencia del azar. El nivel de significancia normalmente se establece en niveles convencionales, como 0,05 o 0,01. Sin embargo, puede modificarse según las circunstancias específicas y el nivel deseado de precisión para la investigación que se está realizando.

Seguidamente, se procede con el cálculo de regresión lineal, que inicia con las medidas de ajuste del modelo a través de: El coeficiente de correlación lineal ( $R$ ) que cuantifica la magnitud y dirección de la asociación entre variables, mientras que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) mide la fracción de variabilidad contabilizada por el modelo. El Criterio de información de Akaike (AIC) y el Criterio de información bayesiano (BIC) son métricas que evalúan la calidad relativa de un modelo con el objetivo de disminuir sus valores para determinar el mejor ajuste. El error cuadrático medio (RMSE) cuantifica la diferencia entre los valores predichos y observados, y sirve como medida de la precisión del modelo al pronosticar los resultados reales. Estas métricas ofrecen una evaluación completa y precisa de la capacidad de predicción y la idoneidad del modelo estadístico para los datos investigados.

Posteriormente, se procede a calcular los coeficientes del modelo utilizando las métricas de desempeño y las variables independientes aclaradas en la tabla 1. Algunos de los coeficientes clave del modelo incluyen: El valor estimador representa la pendiente calculada o la correlación entre la variable independiente y la variable dependiente. en el modelo. El coeficiente EE mide la precisión de la estimación del coeficiente y cuantifica la variabilidad de la estimación en varias muestras. El coeficiente t se utiliza para evaluar si el coeficiente se desvía significativamente de cero. El coeficiente p indica la probabilidad de observar el coeficiente si no existe una relación verdadera entre las variables.

Una vez se obtuvieron los valores de los coeficientes, se puede proseguir con la estimación de la fórmula general del modelo matemático basado en la regresión lineal que tiene la siguiente forma base:

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_N * X_n$$

Donde:

- $y$  = Variable de interés o variable dependiente
- $X_1, X_2, \dots, X_n$  = variables independientes
- $b_0$  = término independiente, valor esperado de  $y$  cuando  $X_1, \dots, X_n$  son cero
- $b_1$  = mide cambio en  $y$  por cada cambio unitario en  $X_1$ , manteniendo  $X_2, X_3, \dots, X_n$  constantes
- $b_2$  = mide el cambio en  $y$  por cada cambio unitario en  $X_2$ , manteniendo  $X_1, X_3, \dots, X_n$  constantes
- $b_n$  = mide el cambio en  $y$  por cada cambio unitario en  $X_n$ , manteniendo  $X_1, \dots, X_{n-1}$  constantes

## Resultados

Antes de comenzar los análisis, los datos se sometieron a pruebas de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados sugieren que los datos no se ajustan a una distribución normal y que las varianzas no son iguales (valor  $p < 0,05$  en todas las pruebas). Debido a la falta de conformidad con los requisitos de normalidad y homogeneidad, el análisis de varianza convencional (ANOVA) no es adecuado. Alternativamente, se optó por emplear la prueba de Kruskal-Wallis, que es una alternativa no paramétrica que evita la necesidad de supuestos de normalidad. Esta prueba permite la comparación de medianas entre varios grupos incluso cuando los datos no se ajustan a una distribución normal.

Como se observa en la tabla 2, el análisis de Kruskal-Wallis demostró evidencia sólida ( $p < .001$  para la mayoría de las variables) de discrepancias en el desempeño laboral en relación con diversos factores evaluados. Esto fue corroborado por estadísticas de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) que oscilaron entre 8,31 y 29,00, con 3 grados de libertad en cada caso. Los resultados demuestran variaciones estadísticamente significativas entre las muestras evaluadas, abarcando factores como la duración, la temperatura, la dificultad, las interrupciones, las herramientas utilizadas y los entornos de seguridad. En otras palabras, el análisis de Kruskal-Wallis demuestra que los factores utilizados sí tienen un impacto significativo sobre la variable rendimiento.

**Tabla 2**

Análisis de Kruskal-Wallis

Factor	X <sup>2</sup>	gl	p
Tiempo	29.00	3	< .001
Temperatura	27.55	3	< .001
Suelo	19.92	3	< .001
Cubierta	29.00	3	< .001
Dificultad	21.08	3	< .001
Peligro	8.31	3	0.040
Interrupciones	29.00	3	< .001
Orden y aseo	27.55	3	< .001
Actividades precedentes	29.00	3	< .001
Tajo (Espacio de trabajo)	21.21	3	< .001
Herramienta	29.00	3	< .001
Equipo	29.00	3	< .001
Mantenimiento	29.00	3	< .001
Suministro	29.00	3	< .001
Elemento de protección	21.21	3	< .001
Dirección (criterios de aceptación)	29.00	3	< .001
Instrucción	29.00	3	< .001
Seguimiento	29.00	3	< .001
Supervisor (Maestro)	21.21	3	< .001
Aseguramiento de Calidad	29.00	3	< .001
Situación personal	21.21	3	< .001
Ritmo de trabajo	29.00	3	< .001
Salud	29.00	3	< .001
Habilidad	15.38	3	0.002
Capacitación	29.00	3	< .001

Nota. datos estadísticos determinados a partir de la información recolectada en la población objetivo.

Después de confirmar el impacto individual de los componentes en la RMO, procedemos a construir el modelo mediante regresión lineal múltiple en la herramienta JAMOVI. La tabla 3 presenta las medidas de ajuste del modelo, destacando una correlación significativa entre las variables como resultado principal de la investigación. Las variables independientes (R y R<sup>2</sup>) representan aproximadamente el 99% de la variación de la variable dependiente, lo que sugiere que el modelo se ajusta excepcionalmente bien a los datos. Los valores de AIC y BIC indican un nivel bajo, lo que implica que este modelo es más favorable. Además, los pronósticos presentan poco error, lo que indica que las estimaciones del modelo son muy precisas y están estrechamente alineadas con los valores reales.

**Tabla 3**

Medidas de ajuste del modelo

Modelo	R	R <sup>2</sup>	AIC	BIC	RMSE
1	0.994	0.988	-123	-109	0.0221

La tabla 4 muestra los coeficientes del modelo, ilustrando la correlación entre el rendimiento laboral y otros parámetros. Los valores del "Estimador" representan el impacto estimado de cada componente en el rendimiento. Por ejemplo, el estimador del tiempo es 0,1400, lo que muestra que un aumento en el tiempo está vinculado a un aumento de 0,1400 en el rendimiento. Por otro lado, el estimador para el suelo es -0,0700, lo que implica que las condiciones específicas del suelo están asociadas con una disminución del rendimiento del 0,0700. Los valores "t" y "p" representan la significación estadística de cada factor. El valor "t" mide en qué medida el estimador se desvía de cero, mientras que el valor "p" indica si esta desviación es estadísticamente significativa. A modo de ilustración, la variable temperatura exhibe un valor p de 1.000, lo que demuestra que carece de una influencia sustancial en el rendimiento. Por el contrario, las variables dificultad y habilidad tienen valores p de 0,250 y 0,045 respectivamente, lo que demuestra que pueden tener un impacto algo menos significativo, pero aún significativo, en el desempeño de la tarea.

Es importante subrayar que algunos predictores no se emplearon en el cálculo de los coeficientes debido a la baja variabilidad en sus datos. Esta falta de variación no garantizaba una contribución sólida al modelo de regresión lineal múltiple, lo que comprometería la confiabilidad de las predicciones. Por esta razón, se excluyeron de los análisis aquellos predictores que no ofrecían suficiente información, manteniendo únicamente los presentados a continuación.

**Tabla 4**

Coeficientes del modelo – rendimiento

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	0.5250	0.0926	5.67	< .001
Tiempo	0.1400	0.0361	3.87	< .001
Temperatura	2.20e-15	0.0286	7.70e-14	1.000
Suelo	-0.0700	0.0153	-4.58	< .001
Cubierta	0.1550	0.0315	4.92	< .001
Dificultad	0.0350	0.0296	1.18	0.250

**Tabla 4**

Coefficientes del modelo – rendimiento (continuación)

Predictor	Estimador	EE	t	p
Peligro	-0.0700	0.0246	-2.84	0.010
Tajo (Espacio de trabajo)	-0.0700	0.0392	-1.78	0.089
Habilidad	0.0700	0.0328	2.14	0.045

Nota. Datos determinados de la muestra de estudio.

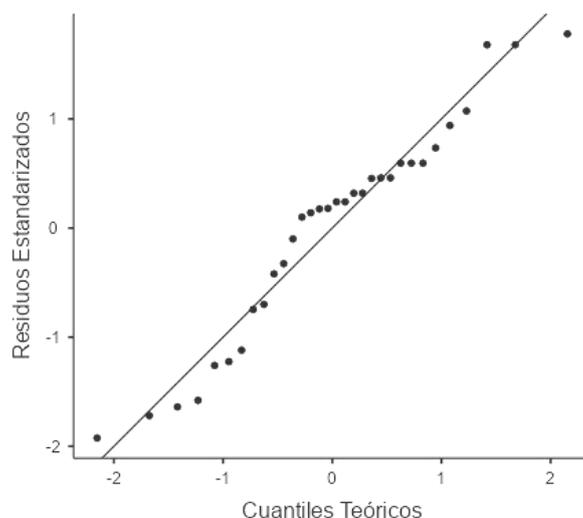
Con los coeficientes calculados ya se puede estimar la formula general del modelo, usando para ello los estimadores, dando como resultado la siguiente formula:

$$y = 0.5250 + 0.14 * \text{Tiempo} + 2.20e-15 * \text{Temperatura} - 0.07 * \text{Suelo} + 0.155 * \text{Cubierta} + 0.035 * \text{dificultad} - 0.07 * \text{Peligro} - 0.07 * \text{Tajo} + 0.07 * \text{Habilidad}$$

Del mismo modo se procedió a graficar los residuos estandarizados vs los cuantiles teóricos, que, como se ve en la figura 1 se acerca mucho a la distribución de la recta.

**Figura 1.**

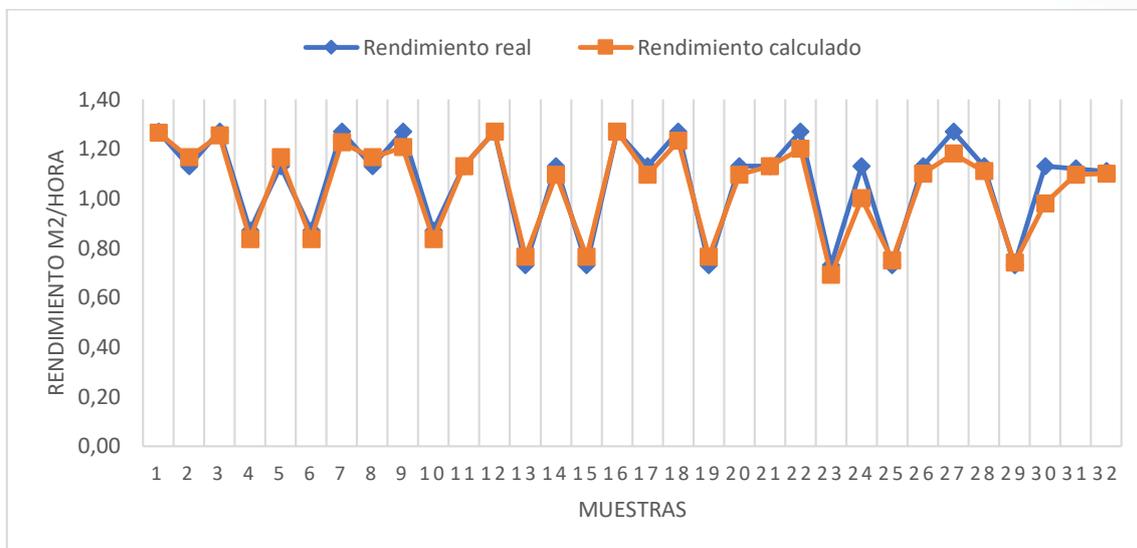
Gráfica Q-Q



Para evidenciar la eficiencia del modelo para predecir el rendimiento de los obreros en la actividad de colocación de enlucidos de mampostería, se presenta en la figura 2, una comparación entre el rendimiento promedio real y el rendimiento calculado o rendimiento teórico que fue determinado a partir de la fórmula de la regresión lineal.

**Figura 2.**

*Comparación de rendimientos, teórico y real*

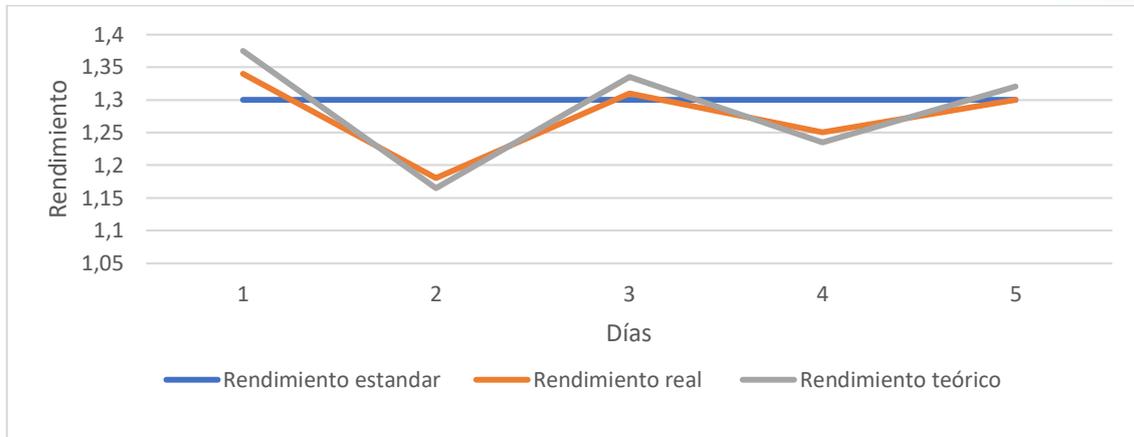


Con el propósito de validar la eficacia de la fórmula determinada, se procedió a aplicarla en seis obras distintas a aquellas utilizadas en la primera recopilación de datos. En dicha fase, se registraron datos relativos al tiempo, temperatura, tipo de suelo, características de la cubierta, nivel de dificultad, riesgos, métodos de trabajo y habilidad de los operarios, así como el rendimiento al término de cada jornada. Este proceso se llevó a cabo durante una semana completa, asegurando así que los cálculos de rendimiento obtenidos guardaran coherencia con los rendimientos reales observados. Además, se compararon estos resultados con el rendimiento estándar establecido por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal de Cuenca para la actividad de colocación de enlucidos de mampostería.

Como se evidencia en la Figura 3, el rendimiento estimado por el GAD de Cuenca es de 1.3 m<sup>2</sup>/hora. Sin embargo, los rendimientos de los trabajadores en la obra 1 fluctuaron a lo largo de los días de recopilación de datos, siendo el día 2 el que muestra el rendimiento más bajo y el día 1 el de rendimiento más alto. La fórmula desarrollada demostró su eficacia al prever con precisión el rendimiento de los trabajadores, ya que los valores calculados se asemejan a los rendimientos observados. Al analizar las características de los factores en estos dos días específicos, se observó que las únicas condiciones que variaron fueron el tiempo y el nivel de peligro asociado a la actividad. En el día 1, se registró un clima nublado y un nivel de peligro considerado normal, dado que los trabajadores estaban en una primera planta. Por otro lado, en el día 2, se presentó llovizna y un nivel de peligro moderado, ya que el enlucido se llevó a cabo en un andamio.

**Figura 3.**

*Comparación de rendimientos en la obra Iexterna a la muestra*



A continuación, se presenta en la tabla 4 los valores de rendimiento estándar del GAD de Cuenca, el rendimiento real que obtuvieron los trabajadores y el rendimiento teórico calculado por el modelo matemático basado en la regresión lineal de las 6 obras. Como se puede observar los rendimientos reales de los obreros no se mantienen estáticos, varían en función de las condiciones de cada día y la formula logra anticipar con precisión estas variaciones.

**Tabla 3**

*Coefficientes del modelo – rendimiento*

Obra	Día	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Tajo	Habilidad	Rendimiento Estándar	Rendimiento real	Rendimiento calculado
Obra 1	1	4	3	3	3	3	3	3	5	1,3	1,34	1,38
	2	3	3	3	3	3	4	3	5	1,3	1,18	1,17
	3	4	1	4	5	3	4	4	3	1,3	1,31	1,34
	4	5	5	4	3	3	4	3	3	1,3	1,25	1,24
	5	4	3	4	4	3	3	3	3	1,3	1,3	1,32
Obra 2	1	1	1	3	5	1	3	2	5	1,3	1,28	1,27
	2	1	1	2	5	1	2	3	5	1,3	1,31	1,34
	3	3	3	3	3	1	2	3	5	1,3	1,24	1,24
	4	1	1	2	3	1	1	2	5	1,3	1,18	1,17
	5	4	5	3	3	1	3	2	5	1,3	1,34	1,38
Obra 3	1	2	1	2	5	1	1	3	5	1,3	1,35	1,55
	2	5	3	3	3	3	4	2	5	1,3	1,32	1,52

**Tabla 3**

*Coefficientes del modelo – rendimiento (continuación)*

Obra	Día	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Tajo	Habilidad	Rendimiento Estándar	Rendimiento real	Rendimiento calculado
	3	5	5	3	3	3	3	3	5	1,3	1,32	1,52
	4	5	3	4	1	3	4	2	5	1,3	1,12	1,14
	5	5	3	4	3	3	4	3	5	1,3	1,25	1,38
	1	5	3	3	3	1	4	2	5	1,3	1,35	1,45
	2	5	1	4	1	1	3	3	5	1,3	1,12	1,07
Obra 4	3	5	1	4	3	1	2	2	5	1,3	1,35	1,52
	4	5	1	4	1	1	2	4	5	1,3	1,12	1,07
	5	5	1	4	3	1	2	3	5	1,3	1,35	1,45
	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1,3	1,12	1,10
	2	4	3	4	3	3	3	2	3	1,3	1,25	1,24
Obra 5	3	3	1	3	5	3	3	4	3	1,3	1,35	1,34
	4	4	5	4	3	3	3	3	3	1,3	1,12	1,17
	5	4	3	4	3	3	3	2	3	1,3	1,12	1,24
	1	3	3	4	5	3	4	3	3	1,3	1,35	1,27
	2	2	1	3	5	3	3	2	3	1,3	1,35	1,34
Obra 6	3	2	1	4	5	3	3	4	3	1,3	1,12	1,13
	4	4	5	4	3	3	3	3	3	1,3	1,12	1,17
	5	4	3	4	5	3	3	4	3	1,3	1,35	1,41

### Discusión

Los resultados obtenidos revelaron que, si bien tanto los factores externos como internos de una obra tienen la capacidad de influir en el rendimiento de la mano de obra, al incorporarlos de manera conjunta en el modelo matemático, solo algunos de estos factores son capaces de prever con precisión el rendimiento que puede alcanzar un obrero. En el contexto de la actividad de enlucidos de mampostería, el análisis estadístico demostró que únicamente los factores de tiempo, temperatura, tipo de suelo, características de la cubierta, nivel de dificultad, riesgos asociados, métodos de trabajo y habilidad del trabajador pueden realizar esta predicción mediante la regresión lineal.

A pesar de que el GAD de Cuenca presenta un rendimiento estimado de 1.3 m<sup>2</sup>/hora, estos valores no se mantuvieron constantes y fluctuaron en función de los factores mencionados anteriormente, lo que indica que las variaciones en las condiciones pueden influir en el rendimiento de los trabajadores. Por lo tanto, para realizar estimaciones precisas sobre el

rendimiento real de un obrero, no se puede depender exclusivamente de los estándares globales de las organizaciones, sino que se deben considerar detalladamente los factores específicos del entorno de trabajo.

El modelo de regresión lineal desarrollado en esta investigación demostró su eficacia al prever con precisión el rendimiento de obras externas a la muestra inicial, validando así su aplicabilidad en la parroquia Yanuncaí bajo las condiciones mencionadas anteriormente. De esta manera, los gestores de obras pueden utilizar este modelo para anticipar el rendimiento de sus trabajadores teniendo en cuenta las condiciones laborales, climáticas y las habilidades de los obreros.

### Conclusiones

- A través de la recopilación de datos de los trabajadores, se pudo demostrar que el modelo de regresión lineal es capaz de predecir con precisión el rendimiento que un trabajador puede alcanzar en la actividad de colocación de enlucido con mortero, considerando tanto factores internos como externos.
- El análisis del rendimiento real de los trabajadores reveló diferencias significativas entre la teoría y la práctica. Mientras que el rendimiento teórico estándar establecido por el municipio sigue un patrón lineal y no considera las posibles variaciones en el sitio de trabajo, el rendimiento promedio calculado mediante el modelo matemático se ajusta de manera coherente a estas variaciones, lo que sugiere una mayor precisión en la estimación del rendimiento real.
- Aunque varios factores tanto internos como externos pueden influir en el rendimiento final de los trabajadores, el análisis estadístico demostró que solo ciertos factores, incluyendo el tiempo, la temperatura, el tipo de suelo, las características de la cubierta, el nivel de dificultad, los riesgos asociados, los métodos de trabajo y la habilidad del trabajador, pueden predecir de manera efectiva el rendimiento mediante la regresión lineal.
- El modelo matemático desarrollado en esta investigación ofrece la capacidad de prever el rendimiento de la mano de obra en la colocación de enlucido con mortero, teniendo en cuenta múltiples factores relacionados con las obras. Esto brinda una mayor capacidad de planificación de los tiempos de ejecución para los administradores del sector de la construcción en la ciudad de Cuenca, específicamente en Yanuncaí. Además, dada la homogeneidad de las condiciones en las provincias de Cuenca, existe la posibilidad de que este modelo pueda ser aplicado en otros sectores de la misma ciudad con resultados similares.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

### Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### Referencias bibliográficas

- Abdelnour, E. M. (2022). Estimación de rendimientos de mano de obra y material en la aplicación de morteros de repello industrializado en proyectos de vivienda. *Métodos y Materiales*, 12, 32-41. <https://doi.org/10.15517/mym.v12i0.47921>
- Adebowale, O. J., y Agumba, J. N. (2022). A scientometric analysis and review of construction labour productivity research. *International Journal of Productivity and Performance Management*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2021-0505>
- Azeem, M., Ullah, F., Thaheem, M. J., y Qayyum, S. (2020). Competitiveness in the construction industry: A contractor's perspective on barriers to improving the construction industry performance. *Journal of Construction Engineering*, 3, 193-219. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2020.03193219>
- Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 38(128), 9-21. <http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17243>
- Castillo, E. B., Arévalo, A. Q., Revilla, A. C., y Alarcón, H. A. M. (2021). Gestión por resultados en el desempeño de especialistas del área de Gestión Pedagógica-UGEL, Utcubamba, Amazonas. *Revista Científica Pakamuros*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.37787/4hgv8x10>
- Díaz-Kovalenko, I. E., Larrea-Rosas, K. P., y Barros-Naranjo, J. (2022). El sector de la construcción en la economía ecuatoriana, importancia y perspectivas. *Ciencias Sociales y Económicas*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.18779/csye.v6i2.598>
- Encalada-Terreros, A. C., y Calle-Castro, C. J. (2021). Determinación del rendimiento para la actividad de excavación a mano en la ciudad de Cuenca. *Domino de las Ciencias*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1830>

- Flores, O. G. M., Baidal, N. E. C., Almeida, P. A. A., y Choez, C. G. P. (2019). Oferta y Demanda en Mercados Competitivos: Enfoque al Sector de la Construcción en el Ecuador. *Visionario Digital*, 3(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v3i2.396>
- Flores-Juca, E., y Carrera, M. B. (2022). Análisis prospectivo de la incidencia de la expansión urbana en el ámbito de la planificación territorial: ciudad de Cuenca. *Revista Geoespacial*, 19(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.24133/geoespacial.v19i1.2817>
- Herrera, J. F. R., Campoverde, J. D. Q., y Calle, M. A. (2023). Análisis y propuesta de mejora del rendimiento de mano de obra en la instalación de cerámica para pisos en el cantón Cuenca. *Polo del Conocimiento*, 8(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v8i1.5159>
- Mahzuz, H. M. A., Bhuiyan, Md. M. H., y Oshin, N. J. (2020). Influence of delayed casting on compressive strength of concrete: An experimental study. *SN Applied Sciences*, 2(3), 316. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2135-3>
- Oboreh, J., Eze, E., y Egwunatum, S. (2022). *Impact of productivity on the survival of construction organisations in a competitive market*. 25, 1-18.
- Osorio, N. E. G., y Cazares, X. del C. T. (2019). La construcción en el Producto Interno Bruto del Ecuador, 2000-2018. *PODIUM*, 35, Article 35.  
<https://doi.org/10.31095/podium.2019.35.4>
- Pheng, L. S., y Hou, L. S. (2019). The Economy and the Construction Industry. *Construction Quality and the Economy*, 21-54. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0_2)
- Sugiyanto, S., Wena, M., y Dewi, C. P. (2022). Effect of socioeconomic conditions and work environment on labour productivity in bricklaying and plastering walls for single-storey house. *AIP Conference Proceedings*, 2489(1), 030032.  
<https://doi.org/10.1063/5.0094770>
- Tola, C. F. G., Mora, S. L. C., y Quiroz, P. T. V. (2023). Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: Ciudad de Cuenca. *Ciencia Digital*, 7(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2629>
- Valdez, J. D. C., y Toledo, J. F. T. (2021). Análisis del rendimiento de la mano de obra en la construcción del rubro de enlucido liso en la ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 4(4.1), Article 4.1.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i4.1.1921>

Zhang, X., He, W., y Gao, T. (2021). Construction Company Competitiveness Research on Informationization Policies. *Proceedings of the 4th International Conference on Information Management and Management Science*, 24-30.  
<https://doi.org/10.1145/3485190.3485195>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



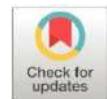
#### Indexaciones



## Rendimiento de mano de obra en cielo raso. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

*Labor performance in ceiling. Study case: Cuenca city*

- <sup>1</sup> Jorge Luis Zhicay Arbito  <https://orcid.org/0009-0000-1909-5132>  
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable,  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[jorge.zhicay.67@est.ucacue.edu.ec](mailto:jorge.zhicay.67@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Carlos Julio Calle Castro  <https://orcid.org/0000-0002-6891-0030>  
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable,  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[cjcallec@ucacue.edu.ec](mailto:cjcallec@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Nayra Mendoza Enríquez  <https://orcid.org/0000-0002-6673-2306>  
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable,  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[nayra.mendoza@ucacue.edu.ec](mailto:nayra.mendoza@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 08/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2940>

**Cítese:** Zhicay Arbito, J. L., Calle Castro, C. J., & Mendoza Enríquez, N. (2024). Rendimiento de mano de obra en cielo raso. Caso de estudio: ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 91-112. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2940>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International*. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

Rendimiento de mano de obra, Cielo raso, Modelo matemático, Regresión lineal, Proyección de rendimiento.

**Resumen**

**Introducción.** La colocación de cielo raso es una tarea esencial en la construcción, cuyos rendimientos son clave para la planificación y ejecución eficientes de proyectos. Sin embargo, los enfoques actuales de predicción del rendimiento en esta actividad a menudo son simplistas al asumir una linealidad en los resultados, sin considerar la variabilidad inherente en el desempeño de los obreros.

**Objetivo.** El objetivo primordial de este estudio es la creación de un modelo matemático eficiente para proyectar el rendimiento de la mano de obra en proyectos de instalación de cielo raso en la ciudad de Cuenca, particularmente en la parroquia San Sebastián.

**Metodología.** Se implementó una metodología de enfoque relacional-descriptivo con un enfoque cuantitativo. Se inició con una exhaustiva revisión de la literatura para identificar los posibles factores que podrían influir en el rendimiento de la mano de obra. Con esta información, se diseñó una ficha de observación que se aplicó a 45 trabajadores en seis diferentes sitios de construcción dentro de la zona de estudio. Los datos recopilados fueron analizados mediante un software estadístico para establecer un modelo matemático que permitiera predecir el rendimiento de los obreros en función de los factores identificados. Posteriormente, se compararon estos valores con el rendimiento real y teórico obtenido. **Resultados.** Uno de los hallazgos más destacados fue la notable diferencia entre el rendimiento real de los obreros y el rendimiento teórico, indicando que el rendimiento no sigue una tendencia lineal en el tiempo y varía en función de diversos factores como las condiciones climáticas, el equipo utilizado, la supervisión y las características individuales del trabajador. **Conclusión.** El modelo matemático desarrollado en esta investigación demostró ser eficaz para prever el rendimiento de los obreros en base a los factores analizados. **Área de estudio general:** Ingeniería, Industria y Construcción. **Área de estudio específica:** Administración de la Construcción

**Keywords:**

Labor performance, Ceiling, Mathematical model, Linear

**Abstract**

**Introduction.** Ceiling installation is an essential task in construction, whose performance is key to efficient project planning and execution. However, current approaches to predicting performance in this activity are often simplistic in that they assume linearity in results, without considering the inherent variability in

regression,  
Performance  
projection.

worker performance. **Objective.** The main objective of this study is the creation of an efficient mathematical model to project labor performance in ceiling installation projects in the city of Cuenca, particularly in the San Sebastian parish. **Methodology.** A relational-descriptive methodology with a quantitative approach was implemented. It began with an exhaustive review of the literature to identify possible factors that could influence labor performance. With this information, an observation form was designed and applied to 45 workers at six different construction sites within the study area. The data collected were analyzed using statistical software to establish a mathematical model to predict the performance of the workers based on the factors identified. Subsequently, these values were compared with the actual and theoretical performance obtained. **Results.** One of the most outstanding findings was the notable difference between the actual performance of the workers and the theoretical performance, indicating that performance does not follow a linear trend over time and varies according to various factors such as climatic conditions, equipment used, supervision and individual worker characteristics. **Conclusion.** The mathematical model developed in this research proved to be effective in predicting worker performance based on the factors analyzed.

## Introducción

En el panorama competitivo actual del sector de la construcción, donde las empresas se esfuerzan por diferenciarse, la capacidad de evaluar y mejorar la productividad emerge como un factor crucial para alcanzar una posición destacada en el mercado (Azeem et al., 2020). Una manera para mejorar esta productividad es a través del perfeccionamiento en la comprensión del rendimiento de los trabajadores, pues son los obreros quienes, a través de sus capacidades pueden ejecutar las actividades de manera efectiva para cumplir con los tiempos de entrega de manera oportuna (Shehata y Gohary, 2019).

El Rendimiento de la Mano de Obra (RMO) se puede conceptualizar como la cantidad de trabajo que un obrero puede realizar en un período de tiempo determinado y representa un indicador clave de la productividad laboral que puede ser un factor importante en el éxito o fracaso de cualquier empresa o proyecto. Por lo general, el control o identificación del RMO durante una actividad constructiva se lo realiza mediante estándares nacionales, internacionales, locales o normativos que permiten conocer cuál es la cantidad de trabajo

(m<sup>2</sup>) realizado que se puede esperar de un obrero por cada jornada laboral ya sea medida en días, horas o minutos (Assaad et al., 2022).

Sin embargo, el RMO no es una cantidad constante que se pueda utilizar en todos los contextos de la construcción, pues el rendimiento que se puede esperar de un obrero va a depender de muchos factores, tanto externos como internos que van a provocar variaciones (Ángeles et al., 2022). Entre los factores que pueden influenciar el RMO se encuentran: administrativos, contractuales, personales, técnicos, procedimentales e incluso culturales que pueden variar de región a región que van a provocar una diversificación del rendimiento que se puede obtener de un trabajador, según el contexto socio-cultural en donde se emplace la obra (Van et al., 2021).

Los factores anteriormente mencionados conllevan que los administradores realicen sus planificaciones de trabajo con mayor incertidumbre, ya que no hay garantía de que los trabajadores puedan cumplir con la carga de trabajo requerida dentro del plazo previsto. Además, si un director de construcción organiza meticulosamente su trabajo basándose en un presupuesto de rendimiento predeterminado y, posteriormente, los trabajadores no cumplen con los estándares previstos, se puede incumplir los plazos de entrega. Esto puede generar diversas complicaciones, incluido: el aumento de gastos, complicaciones legales y descontento del cliente, entre otras cuestiones (Wang et al., 2023).

En el marco local, específicamente en Cuenca-Ecuador que es donde se lleva a cabo esta investigación, los administradores de obras no están exentos de la realidad antes mencionada, pues en esta ciudad, los gestores de obra también deben trabajar con incertidumbre al momento de realizar sus planificaciones, pues, pese a tener datos de RMO provenientes de organizaciones como la cámara de construcción y de colegios profesionales emplazados en Cuenca, la pluriculturalidad de los obreros, diferentes estilos de trabajo y la falta de estandarización en la ejecución de obras de esta ciudad dificulta significativamente esta labor (Encalada y Calle, 2021; Fajardo y Quizhpe, 2021).

Por el contrario, hay tareas de construcción que, si bien no suelen considerarse críticos, tienen la capacidad de provocar retrasos importantes si no se planifican adecuadamente. Estas tareas incluyen la instalación del cielo raso, una actividad que a menudo se subestima en términos de su influencia en la duración total de un proyecto. Si bien puede parecer menos importante en comparación con otras fases de construcción, la implementación efectiva de la instalación del techo es crucial para mantener los cronogramas y gestionar los costos. Por lo tanto, es importante abordar este esfuerzo con una estrategia meticulosa y una comprensión integral de las variables que impactan la eficiencia de la fuerza laboral dedicada a este objetivo (Arias et al., 2022).

Ante la problemática previamente mencionada, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede proyectar de manera eficaz el rendimiento de la mano de

obra en proyectos de instalación de cielo raso? Con el fin de abordar este interrogante, el propósito de esta investigación es aplicar un modelo matemático, para formular una proyección del rendimiento de la mano de obra en la actividad de instalación de cielo raso en Cuenca, a través de la caracterización de una de sus parroquias más importantes, es decir la Parroquia San Sebastián. El objetivo final de esta investigación es reducir la incertidumbre que afrontan los gestores de proyectos de construcción en esta área.

La proyección del RMO en proyectos de construcción durante la fase de instalación de cielo raso no solo reducirá significativamente la incertidumbre que enfrentan los gerentes de construcción, sino que también proporcionará información valiosa sobre los factores, tanto internos como externos, que ejercen una influencia significativa en el rendimiento de los trabajadores. Esto, a su vez, facilitará la planificación más efectiva de proyectos, aumentando la eficiencia y la satisfacción tanto de la industria de la construcción como de sus clientes.

Los principales destinatarios de esta investigación son las empresas constructoras, los directores de proyectos y los trabajadores de la construcción. Podrán utilizar los resultados y pronósticos obtenidos del modelo matemático para mejorar la planificación e implementación de proyectos de instalación de cielo raso. Además, la comunidad en general experimentará ventajas como una mayor eficiencia en la finalización de proyectos de construcción y la posibilidad de reducir gastos. Estos beneficios contribuirán al crecimiento y progreso a largo plazo de la Parroquia San Sebastián y de la Ciudad de Cuenca en general.

En esta investigación, la variable dependiente analizada es el RMO en la actividad de instalación de cielo raso. Mientras que las variables independientes que se estudian comprenden una serie de factores, tanto internos como externos, relacionados con estas tareas que ejercen influencia sobre el rendimiento. Para lograr una comprensión más sólida de estas variables, se proporciona a continuación un marco de referencia detallado:

#### Rendimiento de Mano de Obra (RMO) y factores que lo afectan

El desempeño de la fuerza laboral en la industria de la construcción es un factor crucial que impacta directamente en la finalización exitosa de los proyectos. Tanto las empresas constructoras como los gestores de proyectos consideran crucial la capacidad de predecir y gestionar eficientemente este desempeño. Sin embargo, comprender los diversos factores que influyen en el desempeño de los trabajadores en este ámbito es una tarea compleja, ya que abarca un amplio espectro de elementos, que van desde las condiciones laborales y administrativas hasta los factores individuales. Esta sección examinará diferentes puntos de vista y metodologías relativas al RMO y analizará el impacto de estos factores en la productividad y eficacia del trabajo en la industria de la construcción.

En primera instancia, el RMO en el contexto de la industria de la construcción se define de manera práctica y funcional como la cantidad de trabajo realizado en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) por unidad de tiempo, generalmente expresada en horas, lo que se representa como m<sup>2</sup>/hora (Assaad et al., 2022). Según datos de la Cámara de Construcción de Cuenca, la mayoría de las actividades constructivas ya cuentan con estándares establecidos por diversas organizaciones especializadas en la medición del RMO. En otras palabras, cada actividad en el sector de la construcción posee una tasa mínima de metros cuadrados por hora que se considera como norma o rendimiento satisfactorio (Espinoza et al., 2023).

Para garantizar que un empleado de la industria de la construcción cumpla con los estándares mínimos o satisfactorios de desempeño, es crucial crear un ambiente de trabajo favorable que facilite el cumplimiento eficiente de sus tareas. Este contexto abarca factores como legislación y regulaciones, normas culturales, recursos, dinámica laboral, condiciones de trabajo, así como elementos ambientales internos y externos, entre otros. También destacan la importancia de identificar rápida y adecuadamente los factores que podrían influir en el desempeño durante la fase de contratación y la ejecución del proyecto. No comprender estos elementos puede afectar negativamente el rendimiento general y provocar retrasos (Lakhiar et al., 2021).

En cuanto a la identificación de factores que influyen en el RMO, se han considerado múltiples perspectivas. Factores como la comunicación ineficaz en el lugar de trabajo, la autonomía laboral limitada, el diseño del entorno laboral subóptimo, la ausencia de proactividad y la incapacidad para proponer ideas y enfoques innovadores para la ejecución de tareas pueden disminuir considerablemente el desempeño de los trabajadores (Diamantidis y Chatzoglou, 2019). Desde otro punto de vista, se puede considerar que el desempeño se ve afectado principalmente por factores inherentes a los trabajadores, como capacidades cognitivas limitadas, experiencia laboral insuficiente, conocimiento inadecuado en el trabajo de construcción y falta de disciplina (Manoharan et al., 2022).

Sin embargo, el impacto sustancial de los factores administrativos en el RMO de los trabajadores, se puede abordar desde un punto de vista diferente al de los autores anteriormente mencionados. Factores como la gestión y coordinación del sitio, el liderazgo, la administración financiera, la planificación, el compromiso y la coordinación entre la gerencia y los contratistas pueden mejorar o dificultar el desempeño de los empleados (Dixit, 2019). La gestión ineficaz de un proyecto de construcción puede afectar significativamente el rendimiento. Esto incluye cuestiones como el empleo de trabajadores no calificados, capacitación y desarrollo inadecuado de la fuerza laboral, problemas logísticos, errores, omisiones y retrabajos, así como congestión y hacinamiento en el área de trabajo, junto con una coordinación insuficiente (Assaad et al., 2022).

Las contribuciones anteriores han presentado diversas perspectivas sobre los factores que influyen en el desempeño laboral en la industria de la construcción. Sin embargo, en esta investigación adoptaremos el enfoque sugerido por Luis Fernando Botero. El estudio de Botero presenta un enfoque holístico que toma en cuenta diversos factores como económicos, laborales, condiciones climatológicas, actividades, equipamiento, supervisión y aspectos específicos de los trabajadores. Este enfoque abarca y amplía los puntos de vista mencionados anteriormente, ofreciendo una perspectiva más integral para evaluar el desempeño de la fuerza laboral (RMO) desde múltiples dimensiones (Botero, 2002).

Los siguientes son los factores identificados por Botero que impactan el desempeño laboral en el sector de la construcción. Estos factores abarcan una multitud de dimensiones: El factor "Clima" abarca la evaluación de las condiciones ambientales en el lugar de trabajo, incluidos aspectos como la temperatura, las precipitaciones y las condiciones del suelo. Las condiciones climáticas pueden ejercer una influencia sustancial en la eficiencia de los trabajadores. El factor "Actividad" se refiere a las acciones realizadas por los trabajadores en la construcción y engloba elementos como la complejidad de las tareas, el nivel de riesgo involucrado, la consistencia de las actividades, el nivel de orden y limpieza durante la ejecución, la tipicidad de las actividades y la organización de los espacios de trabajo.

Por el contrario, el aspecto "Equipo" engloba componentes cruciales como la accesibilidad a herramientas adecuadas para cada tarea, la presencia de equipos de seguridad, el suministro continuo de materiales y otros recursos imprescindibles para la ejecución de los trabajos de construcción. El factor "Supervisión" se refiere a los procedimientos involucrados en la supervisión de los trabajadores y sus tareas, abarcando elementos tales como orientación, instrucción, seguimiento, capacitación y garantía de la calidad del trabajo. El factor "Trabajador" se refiere a las circunstancias individuales de cada trabajador, teniendo en cuenta factores como el grado de fatiga acumulada, la capacidad para realizar tareas, los conocimientos previos y la formación recibida. Estos componentes específicos también impactan la eficiencia de la mano de obra de la construcción.

En resumen, se puede observar en esta sección que el desempeño laboral en la industria de la construcción es un fenómeno complejo que abarca una amplia gama de influencias, incluidas las condiciones laborales, factores individuales y aspectos administrativos y económicos. Varios puntos de vista han enfatizado la importancia de comprender y controlar estos factores para lograr el desempeño más favorable del trabajador. La implementación del enfoque integral que considere diferentes puntos de vista proporciona una visión holística que toma en cuenta todos estos factores en conjunto, lo cual es crucial para mejorar la productividad y la eficiencia en la industria de la construcción. Un examen

en profundidad de estos factores permitirá a las empresas constructoras y a los gerentes de proyectos tomar decisiones bien informadas e idear estrategias eficientes para mejorar el desempeño laboral en este contexto particular.

### *Regresión lineal como modelo de proyección del rendimiento*

La Regresión Lineal (RL) es un poderoso modelo matemático ampliamente empleado en estadística para proyectar, predecir y entender el comportamiento de un fenómeno en función de variables relevantes. En el contexto de la industria de la construcción, la RL desempeña un papel significativo, permitiendo la proyección de variables clave, como el RMO. En esta sección, exploraremos los fundamentos de la RL, sus diversas variantes, fórmulas y respaldo a través de investigaciones, destacando su importancia en la predicción y gestión del rendimiento en este sector.

La RL se puede definir como una técnica estadística empleada para establecer un modelo matemático que representa la conexión entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Se emplea para pronosticar el valor de la variable dependiente considerando los valores de variables autónomas. En la RL simple existe una única variable independiente, mientras que en la RL múltiple hay dos o más variables independientes. Para los fines de esta investigación, se empleará la regresión lineal múltiple (Maulud y Mohsin, 2020). La expresión de esta variable se presenta a continuación en la fórmula 1.

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_N * X_n \quad (1)$$

Donde:

- $y$  = Variable de interés o variable dependiente
- $X_1, X_2, \dots, X_n$  = variables independientes
- $b_0$  = término independiente, valor esperado de  $y$  cuando  $X_1, \dots, X_n$  son cero
- $b_1$  = mide cambio en  $y$  por cada cambio unitario en  $X_1$ , manteniendo  $X_2, X_3, \dots, X_n$  constantes
- $b_2$  = mide el cambio en  $y$  por cada cambio unitario en  $X_2$ , manteniendo  $X_1, X_3, \dots, X_n$  constantes
- $b_n$  = mide el cambio en  $y$  por cada cambio unitario en  $X_n$ , manteniendo  $X_1, \dots, X_{n-1}$  constantes

La RL tiene múltiples usos, entre los cuales, se destacan la proyección de rendimientos, un ejemplo de esto es la investigación titulada: “Análisis de Rendimiento y/o Productividad de la Mano de Obra en la Construcción de Edificaciones en la Ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana: Etapa de Estructuras” en la cual, se utilizaron el modelo de RL múltiple para establecer los modelos de ecuaciones que representan

matemáticamente el comportamiento de las actividades objeto de estudio, con respecto a los factores de afectación y su incidencia en el rendimiento y/o la productividad de la mano de obra en edificaciones del Área Metropolitana de Bucaramanga (Molina y Páez, 2013).

Asimismo, el estudio titulado: “Terminación del rendimiento de mano de obra en 1 /4' pavimentos rígidos de la ciudad de huancavelica, aplicando el modelo de regresión múltiple con variables ficticia” en Perú específicamente en la ciudad de Huancavelica, quienes usaron la RL para predecir el rendimiento que se puede obtener de los obreros en la colocación de pavimentos rígidos o en el plano local (Cayetano y Zuñiga, 2015). La investigación titulada: “Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: ciudad de Cuenca” quienes usaron la RL para predecir cual es el rendimiento que pueden esperar de los obreros en la actividad de excavaciones a mano en la ciudad de Cuenca (Tola et al., 2023).

Como se ha evidenciado en los aportes de esta sección, la RL se presenta como un modelo estadístico coherente y adecuado para el propósito central de esta investigación: proyectar el rendimiento de la mano de obra. Específicamente, la RL múltiple ha surgido como la opción más apropiada, dada su capacidad para incorporar múltiples variables independientes y su aplicabilidad en la predicción del rendimiento de los trabajadores. Este modelo se establecerá como una sólida base para anticipar el rendimiento en la instalación de cielo raso en la ciudad de Cuenca, teniendo en cuenta los factores que influyen en dicha actividad.

## Metodología

### *Diseño*

El diseño de investigación empleado en este estudio se alinea con el tipo relacional-descriptivo. Su objetivo es examinar el impacto de diversos factores externos e internos en el desempeño de los trabajadores que se dedican a la colocación de cielo raso dentro de la parroquia San Sebastián ubicada en la Ciudad de Cuenca, Ecuador. De manera similar, se emplea un enfoque cuantitativo, ya que los datos y el análisis utilizados en la investigación se realizan estadísticamente a través de un software de análisis numérico. Para esta investigación, nos centraremos en el desempeño laboral de los empleados como variable dependiente.

El paso inicial de la metodología mencionada implica presentar los criterios utilizados para el instrumento de recolección de datos que se utilizó para la toma de la información que se muestra en la tabla 1. El cuadro comienza con las variables descritas en la literatura de Botero, mencionados anteriormente en la sección teórica de la introducción que incluyen las condiciones climáticas, factores asociados con la actividad misma, el tipo y

calidad del equipo de los trabajadores, la frecuencia y naturaleza de la supervisión proporcionada por la organización y las condiciones específicas de cada trabajador individual. Cada variable se subdivide en diferentes indicadores que tienen una numeración específica que va desde la condición más desfavorable; corresponde a 1, a la condición más favorable; corresponde a 5.

**Tabla 1**

Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	1	2	3	4	5
Clima	Tiempo	Tormenta	Aguacero	Llovizna	Nublado	Despejado
	Temperatura	Muy Caluroso/MuyFrio		Caluroso/Frio		Fresco
	Suelo	Pantanero	Charcos	Piso húmedo	Piso seco	Piso duro
	Cubierta	Sol		Normal		Sombra
Actividad	Dificultad	Difícil		Normal		Fácil
	Peligro	Peligrosa	Riesgosa	Normal	Moderado	Ningún peligro
	Interrupciones	≥ 1 hora	15≥60 min	5≥15 min	0≥5 min	Ninguna
	Orden y aseo	Difícil acceso	Escombros	Transitable	Poca suciedad	Aseo total y orden
	Actividades precedentes	Repetir	Mucho resane	Poco resane	Aceptable	Perfecta
	Tipicidad	De 1 a 5	De 5 a 10	De 10 a 15	De 15 a 20	Más de 20
	Tajo (Espacio de trabajo)	Muy estrecho	Estrecho	Normal	Amplio	Muy amplio
Equipamiento	Herramienta	Inadecuada		Adecuada		Especial
	Equipo	Inadecuada		Adecuada		Especial
	Mantenimiento	Nulo		Aceptable		Bueno
	Suministro	Nunca		A veces		Siempre
	Elemento de protección	Ninguno		Casi todos		Todos
Supervisión	Dirección (criterios de aceptación)	Ninguno	Informales	Verbales	Verbales previos	Bajo escrito
	Instrucción	Ninguna		Verbal - requerida		Documento requerido
	Seguimiento	Sin revisión		Revisión eventual		Siempre
	Supervisor (Maestro)	Malo		Regular		Bueno
	Aseguramiento de Calidad	No existe	Esfuerzos aislados	Inventoría	En proceso	Certificado ISO

**Tabla 1**

Operacionalización de variables (continuación)

Variable	Indicadores	1	2	3	4	5
Trabajador	Situación personal	Neurótico	Triste	Normal	Buena	Excelente
	Ritmo de trabajo	Lento		Normal		Rápido
	Salud	Enfermo		Normal		Excelente
	Habilidad	Inexperto		Hábil		Experto
	Capacitación	Ninguna	Aprendiz	Requerida	Experto	Certificado
Laborales	Contrato	Administración			Subcontratación	
	Sindicato	Si				No
	Incentivos	No				Si
	Salario	SMLV				≥SMLV
	Seguridad social	Si				No

*Nota.* Adaptado de Botero (2002)

Elaborado por: Autores

El universo de estudio de la presente investigación abarca las construcciones en curso dentro de la parroquia de San Sebastián. La selección poblacional se centra en las edificaciones de una y dos plantas que se encuentran en la fase de instalación de cielo raso, contando con los permisos pertinentes emitidos por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal de Cuenca. La muestra de estudio se determinó siguiendo un riguroso criterio: se eligieron construcciones que estuvieran actualmente en la etapa de colocación de cielo raso durante el período de recolección de datos, con administradores dispuestos a colaborar proporcionando los permisos y el acceso necesario para el estudio, y obras que no hubieran iniciado la colocación del cielo raso antes del inicio de la investigación.

Tras un exhaustivo proceso de selección, se conformó una muestra final de seis construcciones que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. El proceso de recolección de datos se llevó a cabo con la participación de todos los obreros involucrados en la instalación del cielo raso, lo que resultó en un total de 45 trabajadores observados.

La siguiente fase fue el análisis de los resultados, que estuvo conformado por una prueba de normalidad, relación entre conjuntos categóricos, regresión lineal y una comparación entre los rendimientos teóricos, reales y calculados. En primer lugar, la prueba de Shapiro-Wilk se emplea para determinar si una muestra de datos sigue una distribución normal. Su valor de  $p$ , habitualmente establecido en 0.05, indica si hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que los datos se originan en una población

con distribución normal. Si el valor de  $p$  es mayor que este umbral, no se dispone de pruebas sólidas para rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que los datos podrían ser normalmente distribuidos. Sin embargo, si el valor de  $p$  es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula, indicando que los datos no se ajustan a una distribución normal.

El análisis de varianza se llevó a cabo tras evaluar la normalidad de los datos y se empleó el método de Kruskal-Wallis, el cual utiliza el cálculo de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para determinar relaciones entre conjuntos de datos categóricos, prescindiendo de la suposición de normalidad. Los grados de libertad (gl) en este contexto representan las variables independientes que pueden cambiar sin afectar las restricciones establecidas por el análisis. Además, se consideró un nivel de significancia ( $p$ ) predefinido, comúnmente fijado en 0.05 o 0.01, pero ajustable según el grado de precisión requerido para valorar la importancia estadística de los resultados obtenidos en el estudio. Este nivel de significancia permite determinar si las diferencias entre grupos son lo suficientemente grandes como para no atribuirse simplemente al azar.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal, iniciando con la evaluación de la adecuación del modelo. Se emplearon métricas como el coeficiente de correlación lineal ( $R$ ) para medir la relación entre las variables y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para cuantificar cuánta variabilidad es explicada por el modelo. Además, se utilizaron los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) con el propósito de evaluar la calidad del modelo, buscando minimizar sus valores. Se recurrió a la raíz del error cuadrático medio (RMSE) para valorar la precisión del modelo en la predicción de resultados reales, ofreciendo así una evaluación integral de su capacidad predictiva.

Después, los coeficientes del modelo fueron obtenidos utilizando las métricas de desempeño y las variables independientes indicadas en la Tabla 1. Estos coeficientes reflejan diferentes aspectos: el valor estimado representa la pendiente calculada entre las variables, el coeficiente EE mide la precisión de esa estimación y el coeficiente  $t$  evalúa las desviaciones significativas. Finalmente, el coeficiente  $p$  indica la probabilidad de observar ese coeficiente si no hay una relación real entre las variables. Estas métricas ayudan a entender la fiabilidad de las estimaciones y determinar qué relaciones entre las variables son estadísticamente significativas.

## Resultados

Los análisis de normalidad, realizados a través del test de Shapiro-Wilk, revelaron hallazgos significativos, con valores de  $p$  por debajo del umbral de 0.05. Estos resultados confirman de manera firme que los datos no exhiben un patrón de distribución normal. Esta discrepancia con la distribución esperada es esencial para determinar las estrategias de análisis estadístico más adecuadas y asegurar la precisión en la interpretación de los resultados posteriores, pues al no seguir una distribución normal se deben usar estrategias

que no sean dispensables de la normalidad como el análisis Kruskal-Wallis que sus resultados se muestran a continuación en la tabla 2:

**Tabla 2**

*Análisis de Kruskal-Wallis*

	$\chi^2$	gl	p
Capacitación	38.3	20	0.008
Tiempo	31.8	20	0.045
Temperatura	37.5	20	0.010
Suelo	33.9	20	0.027
Cubierta	26.8	20	0.140
Dificultad	30.7	20	0.060
Peligro	23.1	20	0.284
Interrupciones	27.2	20	0.129
Orden y aseo	12.8	20	0.887
Actividades precedentes	28.8	20	0.092
Tipicidad	28.2	20	0.106
Tajo (Espacio de trabajo)	28.1	20	0.107
Herramienta	28.2	20	0.104
Equipo	27.6	20	0.118
Mantenimiento	37.2	20	0.011
Suministro	29.5	20	0.079
Elemento de protección	40.2	20	0.005
Dirección (criterios de aceptación)	36.6	20	0.013
Instrucción	37.2	20	0.011
Seguimiento	37.3	20	0.011
Supervisor (Maestro)	22.5	20	0.312
Aseguramiento de Calidad	37.5	20	0.010
Situación personal	38.2	20	0.008
Ritmo de trabajo	29.7	20	0.075
Salud	35.9	20	0.016
Habilidad	38.4	20	0.008

Los resultados presentados en la tabla 2 revelan que ciertos factores, tales como capacitación, temperatura, condiciones del suelo, mantenimiento, uso de elementos de protección, dirección (evaluada según criterios específicos), nivel de instrucción,

seguimiento del trabajo, aseguramiento de calidad, situación personal, salud y habilidades, exhiben diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ). Esto indica que estos factores individualmente poseen la capacidad de influir notablemente en el rendimiento de los obreros. En contraste, los restantes factores no alcanzan el mismo nivel de significancia estadística ( $p \geq 0.05$ ). Por lo tanto, se deduce que estos factores no ejercen una influencia significativa en el rendimiento final de los obreros en la actividad evaluada.

Luego, se procede con el cálculo de ajuste del modelo, como se observa en la tabla 3 estos datos revelan un modelo estadístico altamente robusto y preciso. El coeficiente de correlación lineal (R) de 0.963 sugiere una fuerte relación entre las variables del modelo, mientras que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.927 indica que aproximadamente el 92.7% de la variabilidad en la variable dependiente puede explicarse por las variables independientes, señalando un poder predictivo notablemente alto. Los valores negativos de AIC (-107) y BIC (-68.7) indican un ajuste favorable del modelo, siendo más bajos los valores que sugieren una mejor adaptación. Por último, el bajo valor de RMSE (Raíz del Error Cuadrático Medio) de 0.0464 indica una mínima diferencia entre las predicciones del modelo y los valores reales, evidenciando una alta precisión en las predicciones del modelo.

**Tabla 3**

*Medidas de ajuste del modelo*

Modelo	R	$R^2$	AIC	BIC	RMSE
1	0.963	0.927	-107	-68.7	0.0464

Con este ajuste se procede con los coeficientes del modelo mostrados en la tabla 4. El valor de -0.98162 indica el rendimiento esperado cuando todas las variables predictoras son cero. Sin embargo, dado que el valor p es mayor que 0.05, no es estadísticamente significativo. En cuanto al factor tiempo el coeficiente de 0.04212 sugiere que un aumento en el tiempo está asociado con un incremento en el rendimiento, pero este efecto no es estadísticamente significativo ( $p > 0.05$ ). Para el factor de temperatura, se observa un coeficiente negativo de -0.55393 indica que a medida que la temperatura aumenta, el rendimiento tiende a disminuir, pero nuevamente, este efecto no es significativo. En cuanto a los demás factores como: Suelo, Cubierta, Dificultad, Peligro, Tajo (Espacio de trabajo), Interrupciones, Orden y aseo, Actividades precedentes, Herramienta, Equipo, Mantenimiento, Suministro, Elemento de protección, Dirección (criterios de aceptación), Seguimiento: Para cada una de estas variables, sus coeficientes y valores p indican su efecto sobre el rendimiento. Sin embargo, ninguno de estos efectos es estadísticamente significativo dado que los valores p son mayores que 0.05.

**Tabla 4**
*Coefficientes del Modelo - Rendimiento*

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	-0.98162	2.8819	-0.3406	0.736
Tiempo	0.04212	0.0323	1.3041	0.204
Temperatura	-0.55393	0.3980	-1.3917	0.176
Suelo	-0.00333	0.0568	-0.0587	0.954
Cubierta	-0.73809	0.4932	-1.4965	0.147
Dificultad	-0.17167	0.0951	-1.8057	0.083
Peligro	-0.02500	0.0762	-0.3280	0.746
Tajo (Espacio de trabajo)	-0.52708	0.3089	-1.7066	0.100
Habilidad	0.12500	0.1164	1.0735	0.293
Interrupciones	0.06336	0.1029	0.6157	0.544
Orden y aseo	0.41393	0.3925	1.0546	0.302
Actividades precedentes	-0.30360	0.2116	-1.4347	0.164
Tipicidad	1.27388	0.8520	1.4951	0.147
Herramienta	-0.19414	0.3479	-0.5580	0.582
Equipo	0.33536	0.3039	1.1036	0.280
Mantenimiento	0.27324	0.3003	0.9098	0.372
Suministro	0.24107	0.2157	1.1174	0.274
Elemento de protección	0.68042	0.3832	1.7756	0.088
Dirección (criterios de aceptación)	1.04507	0.7726	1.3527	0.188
Seguimiento	-0.58771	0.4079	-1.4408	0.162

Con los datos de los estimadores se procede a calcular la formula del modelo matemático mostrado a continuación:

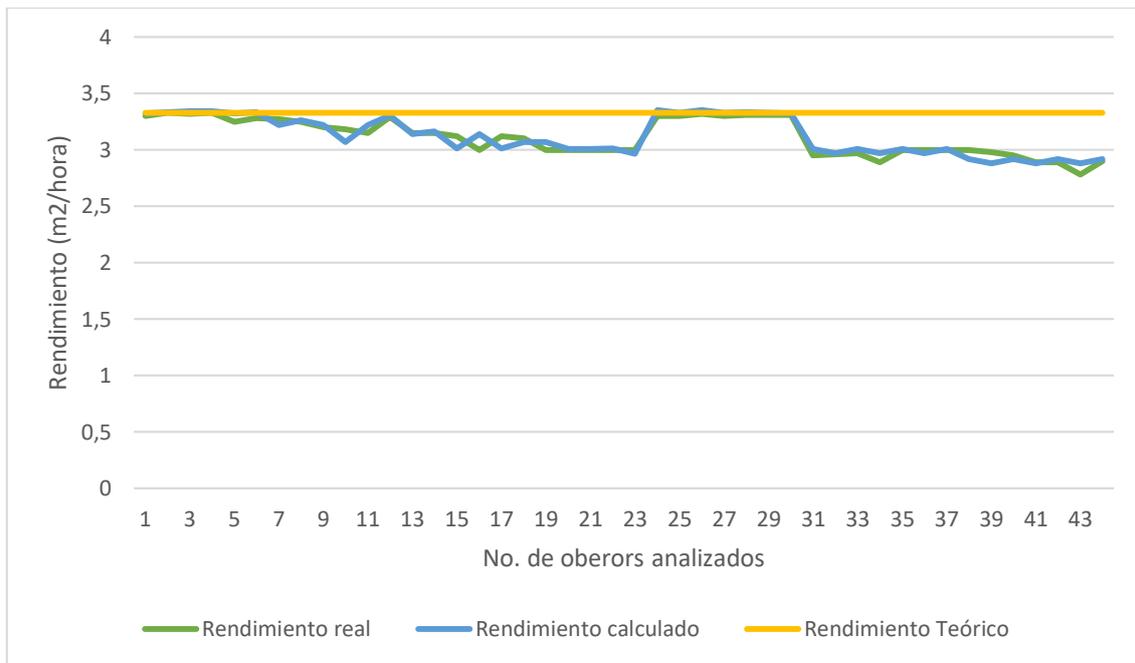
$$\begin{aligned}
 Y = & - 0.98162 + 0.04212 * \text{tiempo} - 0.55393 * \text{temperatura} - 0.00333 * \text{suelo} - \\
 & 0.73809 * \text{cubierta} - 0.17167 * \text{dificultad} - 0.02500 * \text{peligro} - 0.52708 * \text{tajo} + \\
 & 0.12500 * \text{habilidad} + 0.06336 * \text{Interrupciones} + 0.41393 * \text{orden\_aseo} - \\
 & 0.30360 * \text{actividades\_precedentes} + 1.27388 * \text{tipicidad} - 0.19414 * \text{herramienta} + \\
 & 0.33536 * \text{equipo} + 0.27324 * \text{mantenimiento} + 0.24107 * \text{Suministro} + 0.68042 * \text{protección} \\
 & + 1.04507 * \text{dirección} - 0.58771 * \text{seguimiento}
 \end{aligned}$$

Para evidenciar la eficiencia del rendimiento calculado por la formula, se procede a realizar una comparación entre el rendimiento real de los obreros que fue determinado a

partir de las observaciones realizadas en el sitio de trabajo, el rendimiento teórico, que es el rendimiento promedio proporcionado por el GAD municipal de Cuenca que corresponde a 3,33 m<sup>2</sup>/hora, y el rendimiento calculado por el modelo matemático aplicado en esta investigación.

**Figura 1**

*Comparación entre rendimiento real, teórico y calculado*

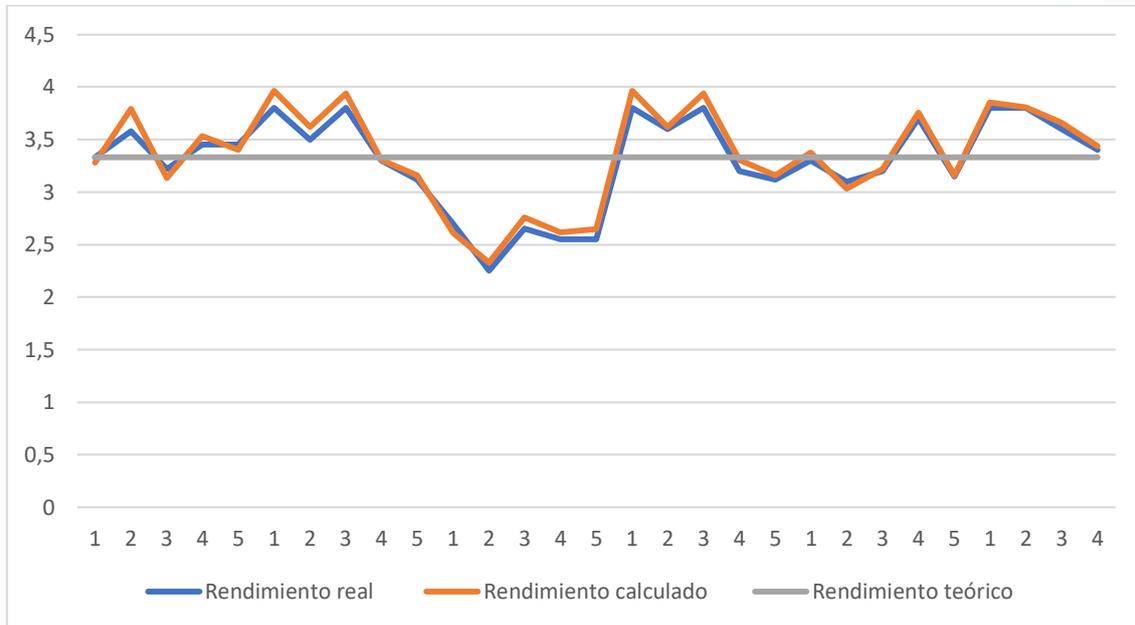


La Figura 1 ilustra cómo el rendimiento real de los obreros no se mantiene constantemente en relación con el rendimiento teórico de 3.33 m<sup>2</sup>/hora establecida por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal de Cuenca, sino que fluctúa entre este valor teórico y un mínimo de 2.89 m<sup>2</sup>/hora. Sin embargo, se observa que el rendimiento calculado utilizando el modelo matemático basado en la regresión lineal se ajusta de manera más precisa a esta variabilidad en el rendimiento.

Con la finalidad de comprobar la efectividad de la fórmula fuera de los datos recolectados de la muestra para la elaboración del modelo, se realizó una segunda aplicación en 7 obras distintas dentro de la parroquia San Sebastián. Se acogió un obrero al azar en cada una de las construcciones y se realizó un seguimiento con la ficha de observación durante una semana laboral, es decir, 5 días. Luego, se comparó los resultados de los rendimientos reales de los obreros con los rendimientos calculados con la fórmula y el rendimiento teórico que se muestra en la Figura 2.

**Figura 2**

*Comparación entre rendimiento real, teórico y calculado*



Según se aprecia en la Figura 2, el desempeño efectivo de los obreros mostró variaciones con respecto al rendimiento teórico; en ciertos casos, el rendimiento superó ampliamente las expectativas, mientras que en otros se redujo considerablemente. Además, se evidencia que el rendimiento calculado fue capaz de prever con precisión estas fluctuaciones. La tabla de resultados por obrero se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5**

Rendimientos de obreros en nuevas obras

Obra	Día	Rendimiento real	Rendimiento calculado	Rendimiento teórico
Obra 1	1	3,3	3,27	3,33
	2	3,68	3,79	3,33
	3	3,2	3,13	3,33
	4	3,5	3,53	3,33
	5	3,4	3,40	3,33
Obra 2	1	3,8	3,96	3,33
	2	3,6	3,61	3,33
	3	3,8	3,94	3,33
	4	3,3	3,30	3,33
	5	3,15	3,15	3,33

**Tabla 5**

Rendimientos de obreros en nuevas obras (continuación)

Obra	Día	Rendimiento real	Rendimiento calculado	Rendimiento teórico
Obra 3	1	2,7	2,61	3,33
	2	2,25	2,32	3,33
	3	2,7	2,75	3,33
	4	2,6	2,61	3,33
	5	2,6	2,64	3,33
Obra 4	1	3,9	3,96	3,33
	2	3,6	3,61	3,33
	3	3,9	3,94	3,33
	4	3,3	3,30	3,33
	5	3,15	3,15	3,33
Obra 5	1	3,3	3,37	3,33
	2	3,1	3,03	3,33
	3	3,2	3,21	3,33
	4	3,7	3,75	3,33
	5	3,15	3,15	3,33
Obra 6	1	3,8	3,85	3,33
	2	3,8	3,80	3,33
	3	3,6	3,65	3,33
	4	3,4	3,43	3,33
	5	3,1	3,04	3,33
Obra 7	1	2,5	2,43	3,33
	2	3,1	3,12	3,33
	3	3,35	3,38	3,33
	4	2,5	2,53	3,33
	5	1,8	1,79	3,33

### Conclusiones

- El análisis estadístico revela que solo algunas variables, incluyendo: capacitación, temperatura, condiciones del suelo, mantenimiento, uso de elementos de protección, dirección, nivel de instrucción, seguimiento del trabajo, aseguramiento de calidad, situación personal, salud y habilidades, influyen de manera significativa en el rendimiento de los obreros durante la actividad de colocación de cielo raso en la parroquia San Sebastián de la ciudad de Cuenca.
- Aunque no todas las variables muestran diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), las medidas de ajuste indican que mediante la aplicación

de la regresión lineal es posible desarrollar un modelo predictivo con una efectividad del 92.7%.

- Al contrastar el rendimiento real de los obreros con el rendimiento teórico proporcionado por el GAD de Cuenca, se observa una diferencia significativa. Este rendimiento no sigue una tendencia lineal a lo largo del tiempo y varía según las condiciones climáticas, la actividad específica, el equipo utilizado, la supervisión y las características individuales del trabajador.
- El modelo matemático desarrollado en esta investigación demostró ser efectivo para predecir el rendimiento de los obreros en función de los factores estudiados. Por lo tanto, puede ser utilizado como una herramienta predictiva para la colocación de cielo raso en el contexto de San Sebastián y, más ampliamente, para la ciudad de Cuenca debido a la similitud de su entorno.

### Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestrías en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### Referencias bibliográficas

- Ángeles López-Cabarcos, M., Vázquez-Rodríguez, P., y Quiñoá-Piñeiro, L. M. (2022). An approach to employees' job performance through work environmental variables and leadership behaviours. *Journal of Business Research*, 140, 361-369. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.11.006>
- Arias, B. P. A., Garzón, P. V. D., y Quiroz, P. T. V. (2022). Análisis del rendimiento y productividad de mano de obra en la ejecución de cielo raso liso en el cantón Cuenca. *Dominio de las Ciencias*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i4.3034>
- Assaad, R., El-adaway, I., Hastak, M., y Needy, K. (2022). Key Factors Affecting Labor Productivity in Offsite Construction Projects. *Journal of Construction*

- Engineering and Management*, 149, 04022158.  
<https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-12654>
- Azeem, M., Ullah, F., Thaheem, M. J., y Qayyum, S. (2020). Competitiveness in the construction industry: A contractor's perspective on barriers to improving the construction industry performance. *Journal of Construction Engineering*, 3, 193-219. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2020.03193219>
- Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 38(128), 9-21.  
<http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17243>
- Cayetano Taype, D., y Zuñiga Gomez, J. (2015). Terminación del rendimiento de mano de obra en 1 /4' pavimentos rígidos de la ciudad de huancavelica, aplicando el modelo de regresión múltiple con variables ficticia. *Repositorio Institucional - UNH*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1926>
- Diamantidis, A. D., y Chatzoglou, P. (2019). Factors affecting employee performance: An empirical approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 171-193. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2018-0012>
- Dixit, S. (2019). Study of factors affecting the performance of construction projects in AEC industry. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 12(1), 2275-2282. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2020-0022>
- Encalada-Terreros, A. C., y Calle-Castro, C. J. (2021). Determinación del rendimiento para la actividad de excavación a mano en la ciudad de Cuenca. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 819-834. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1830>
- Espinoza, L. A. C., Campoverde, J. D. Q., y Enríquez, N. M. (2023). Análisis de los rendimientos de mano de obra en rubros de mampostería en viviendas de dos plantas en la ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 6(1.1), Article 1.1. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i1.1.2462>
- Fajardo Guapisaca, W. M., y Quizhpe Campoverde, J. D. (2021). Determinación de factores que afectan el rendimiento de la mano de obra en la actividad de colocación de cerámica en la ciudad de Cuenca. *Dominio de las Ciencias*, 7(Extra 4), 138. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383979>
- Lakhiar, M., Abdullah, A. H., y Lakhiar, M. (2021). *Analysis of the Relationship Between the Working Environment and Employee Performance in Selected Construction Firms in Karachi City*.

- Manoharan, K., Dissanayake, P., Pathirana, C., Deegahawature, D., y Silva, R. (2022). Labour-related factors affecting construction productivity in Sri Lankan building projects: Perspectives of engineers and managers. *Frontiers in Engineering and Built Environment*, 2(4), 218-232. <https://doi.org/10.1108/FEBE-03-2022-0009>
- Maulud, D., y Mohsin Abdulazeez, A. (2020). A Review on Linear Regression Comprehensive in Machine Learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 1, 140-147. <https://doi.org/10.38094/jastt1457>
- Molina Fonseca, P. A., y Páez Sarmiento, C. M. (2013). *Análisis de Rendimiento y/o Productividad de la Mano de Obra en la Construcción de Edificaciones en la Ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana: Etapa de Estructuras*. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5098>
- Shehata, M., y El-Gohary, K. (2019). Towards improving construction labor productivity and projects' performance. *Alexandria Engineering Journal*, 50, 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2012.02.001>
- Tola, C. F. G., Mora, S. L. C., y Quiroz, P. T. V. (2023). Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: Ciudad de Cuenca. *Ciencia Digital*, 7(3), Article 3. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2629>
- Van Tam, N., Quoc Toan, N., Tuan Hai, D., y Le Dinh Quy, N. (2021). Critical factors affecting construction labor productivity: A comparison between perceptions of project managers and contractors. *Cogent Business y Management*, 8(1), 1863303. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1863303>
- Wang, S., Feng, K., y Wang, Y. (2023). Modeling Performance and Uncertainty of Construction Planning under Deep Uncertainty: A Prediction Interval Approach. *Buildings*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/buildings13010254>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



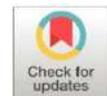
#### Indexaciones



## Análisis de riesgo de inundación en áreas aledañas al río Burgay en la ciudad de Biblián

*Flood risk analysis in areas surrounding the Burgay river in the Biblián city*

- 1 Juan Pablo Idrovo Ortiz  <https://orcid.org/0009-0003-1903-6804>  
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[juan.idrovo.03@est.ucacue.edu.ec](mailto:juan.idrovo.03@est.ucacue.edu.ec)
- 2 José Abelardo Paucar Camacho  <http://orcid.org/0000-0003-2722-1850>  
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca  
[jose.paucarcamacho@ucacue.edu.ec](mailto:jose.paucarcamacho@ucacue.edu.ec)
- 3 Numa Inain Gaibor Velasco <https://orcid.org/0000-0002-4295-1969>  
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca; Ingeniería en Riesgos de Desastres, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.  
[numa.gaibor@ueb.edu.ec](mailto:numa.gaibor@ueb.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 09/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2941>

**Cítese:** Idrovo Ortiz, J. P., Paucar Camacho, J. A., & aibor Velasco, N. I. (2024). Análisis de riesgo de inundación en áreas aledañas al río Burgay en la ciudad de Biblián. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 113-133. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2941>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

Amenaza,  
Áreas  
vulnerables,  
Elementos  
expuestos,  
Riesgo de  
inundación.

**Keywords:**

Exposed  
elements  
Flood risk  
Hazard,  
Vulnerable  
areas

**Resumen**

**Introducción.** Dadas las recurrentes inundaciones durante la temporada de lluvias, este estudio se enfoca en modelar el riesgo de inundación en las áreas adyacentes al río Burgay, ubicado en la zona urbana del cantón Biblián de la provincia del Cañar, Ecuador.

**Objetivo.** Identificar el riesgo de inundaciones causada por la crecida del río Burgay en el cantón Biblián a través de la aplicación del método hidrológico – hidráulico para evaluar la amenaza, el uso de un GIS la zonificación de elementos expuestos a inundaciones para establecer estrategias para la reducción de riesgos.

**Metodología.** Se emplea una metodología descriptiva-correlacional para detallar el fenómeno y evaluar las interrelaciones entre variables relevantes para este riesgo. **Resultados.** Los resultados destacan una distribución significativa de áreas expuestas a diferentes niveles de amenaza de inundación en las proximidades del río Burgay. Se identifican extensiones considerables con niveles preocupantes de riesgo, principalmente áreas de alta y media amenaza, abarcando un porcentaje considerable del territorio evaluado. Aspectos fundamentales de la infraestructura, como las edificaciones, la red de agua potable, el sistema de alcantarillado y las vías urbanas, muestran una notable exposición a estos niveles de riesgo, especialmente en las categorías de alta y media amenaza.

**Conclusión.** La conclusión principal resalta la urgencia de implementar medidas preventivas y estrategias de gestión del riesgo en estas áreas vulnerables y expuestas. Estas acciones se tornan imperativas para mitigar los posibles impactos de futuras inundaciones, preservando la funcionalidad de la infraestructura crítica y garantizando la seguridad de la comunidad en el cantón Biblián de la provincia del Cañar, Ecuador. **Área de estudio general:** Ingeniería. **Área de estudio específica:** Construcción sustentable

**Abstract**

**Introduction.** Given the recurrent flooding during the rainy season, this study focuses on modeling the flood risk in the areas adjacent to the Burgay river, located in the urban area of Biblián canton in the province of Cañar, Ecuador. **Objective.** Identify the risk of flooding caused by the flooding of the Burgay river in the Biblián canton through the application of the hydrological-hydraulic method to evaluate the threat, the use of a GIS and the zoning of

---

elements exposed to flooding to establish strategies for risk reduction. **Methodology.** A descriptive-correlational methodology is used to detail the phenomenon and evaluate the interrelationships between variables relevant to this risk. **Results.** The results highlight a significant distribution of areas exposed to different levels of flood hazards in the vicinity of the Burgay River. Considerable extensions with worrying levels of risk are identified, mainly areas of high and medium threat, covering a considerable percentage of the evaluated territory. Fundamental aspects of the infrastructure, such as buildings, the drinking water network, the sewage system and urban roads, show a notable exposure to these risk levels, especially in the high and medium hazard categories. **Conclusion.** The main conclusion highlights the urgency of implementing preventive measures and risk management strategies in these vulnerable and exposed areas. These actions become imperative to mitigate the possible impacts of future floods, preserving the functionality of critical infrastructure and guaranteeing the safety of the community in the Biblián canton of the province of Cañar, Ecuador. **General area of study:** Engineering. **Specific Area of Study:** Sustainable Construction

---

## Introducción

La frecuencia de las catástrofes naturales, especialmente las inundaciones, ha pasado a primer plano como una de las principales preocupaciones a nivel mundial, la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres o por sus siglas ONURRD, informó que la frecuencia de este tipo de incidentes ha aumentado significativamente en las últimas décadas. En particular, hay un notable incremento en el número de inundaciones, que pasó de 1.389 casos entre 1980 y 1999 a un promedio de 3.254 casos sólo entre 2000 y 2019. Esta preocupante tendencia sugiere un importante crecimiento del 234% en menos de 20 años. La misma organización también destaca que aproximadamente el 44% de todas las catástrofes naturales a nivel mundial tienen un origen hidrológico, es decir, causados por inundaciones o daños inherentes a las precipitaciones (ONURRD, 2019).

En el contexto del Ecuador las inundaciones no se consideran eventos únicos o infrecuentes, por el contrario, como resultado de los atributos climáticos y geográficos específicos de la nación, existe una incidencia recurrente de fenómenos hidrológicos desfavorables a lo largo del año (Vallecilla et al., 2022). La Secretaría de Gestión de

Riesgos (SGR) proporciona registros que ofrecen una ilustración clara de esta situación. Estos registros indican que, solo durante el mes de febrero de 2023, hubo 132 episodios de inundaciones documentados, entre los que se destacan: 7 casos de aluviones, 42 incidentes de colapso estructural, 6 eventos de granizadas, 11 eventos de socavación, 1 evento de tormenta eléctrica y 16 eventos de vendavales. El conjunto de datos ilustra efectivamente los considerables peligros hidrológicos que enfrenta Ecuador de manera regular (SGR, 2023).

Un ejemplo del fenómeno antes mencionado es el cantón Biblián, ubicado en la provincia de Cañar en Ecuador, que actualmente enfrenta importantes desafíos derivados de las intensas precipitaciones que experimenta durante el período invernal. La región se ve afectada por estas intensas lluvias, lo que ha provoca muchos peligros y calamidades relacionadas con las inundaciones. El cantón sufre desde hace varios años las consecuencias de estas fuertes tormentas. Un hecho destacable ocurrió en abril de 2022, cuando el río Burgay se desbordó, provocando una destrucción considerable del complejo deportivo Biblián, la Feria Ganadera y 27 propiedades residenciales (Primicias, 2022)

La necesidad de abordar los daños materiales y las pérdidas económicas causadas por estos desastres impulsa la búsqueda de soluciones viables destinadas a mitigar los riesgos y minimizar su impacto en la comunidad, pues, el desbordamiento del río, además de causar daños físicos y económicos, plantean un riesgo importante para la seguridad, la interrupción de los servicios esenciales, el desplazamiento de las viviendas y la exposición a peligros que tienen impactos significativos en el bienestar de las personas que residen en las áreas impactadas (Prefectura del Cañar, 2022).

Ante el problema descrito con anterioridad, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera es posible efectuar una modelación a detalle del riesgo de inundaciones en las zonas adyacentes al río Burgay, ubicado en la ciudad de Biblián, con el propósito de prevenir a las autoridades locales sobre la eventualidad de desastres futuros? Para responder a esta pregunta se puede aludir que, una estrategia viable y eficaz para la reducción del riesgo de desastres provocados por inundaciones sería integrar un análisis sistemático de las zonas de riesgos más susceptibles a los desastres para integrarlos en los procedimientos de gestión y planificación del desarrollo local y nacional (Román, 2021).

Una estrategia para llevar a cabo estos análisis implica la utilización de la tecnología de modelado digital que recopile información hidráulico e hidrológico para determinar las zonas de amenaza e identificar cuáles son los elementos expuestos. Esta conjunción de enfoques facilita la identificación de patrones espaciales, respalda las decisiones al permitir el análisis simultáneo de amplias cantidades de datos y proporciona respuestas a interrogantes vinculadas con la ubicación, causalidad y metodología.

Con base en las consideraciones expuestas, el presente estudio establece como objetivo general la identificación del riesgo elevado de inundaciones causadas por el aumento del caudal del río Burgay en el Cantón Biblián, empleando un enfoque de modelado digital que incorpora datos hidráulicos e hidrológicos específicos de la región. Este propósito se alinea con la hipótesis de que, al realizar una caracterización exhaustiva de la hidrodinámica del río y del comportamiento hidrológico, respaldada por la aplicación de diversas herramientas tecnológicas como SAGA, IBER y GIS, se logrará discernir de manera eficaz y precisa el nivel de riesgo asociado a las inundaciones originadas por el río Burgay en el entorno urbano de Biblián.

El logro del objetivo de esta investigación permite recopilar y analizar datos numéricos y espaciales que brindan una visión precisa de la probabilidad de inundaciones y su impacto en la región. La investigación también se centra en identificar los elementos y zonas expuestas a inundaciones, lo que ayuda a desarrollar recomendaciones y estrategias específicas para mitigar los efectos de los desastres. Estas recomendaciones podrán ser consideradas por las autoridades locales y otras entidades relevantes para la toma de decisiones y la implementación de medidas preventivas y de mitigación.

La importancia de esta investigación radica principalmente en la población de Biblián pues este estudio permite evaluar de manera científica y basada en datos el riesgo de inundación, identificar las áreas más vulnerables y expuestas, y diseñar estrategias efectivas de prevención y mitigación. Además, proporciona información crucial sobre los factores subyacentes que contribuyen a las inundaciones, que favorezcan a una planificación urbana más resiliente y una gestión del riesgo adecuada.

Los resultados obtenidos tendrán un impacto directo en la toma de decisiones a nivel local, la asignación de recursos y la implementación de políticas públicas orientadas a proteger a la población y reducir los impactos sociales, económicos y ambientales de las inundaciones. Asimismo, esta investigación contribuye al conocimiento científico en el campo de la gestión de riesgos y la resiliencia frente a desastres naturales, lo que proporciona lecciones y buenas prácticas que pueden ser compartidas y utilizadas en otros contextos similares, para promover así la seguridad y el bienestar de las comunidades afectadas por inundaciones.

La variable dependiente de esta investigación son las áreas de inundación que se puede concebir como la acumulación excesiva de agua en lugares normalmente secos, pues el desbordamiento de ríos, lagos, canales o la acumulación de agua en áreas planas ocurre cuando los niveles de agua superan la capacidad del suelo para absorber agua o la capacidad del sistema de drenaje actual (Tariq et al., 2022). Del mismo modo, la variable independiente en este estudio son las características hidráulicas e hidrológicas de la zona, que se pueden definir como los atributos y condiciones relacionados con el comportamiento hidráulico de un cuerpo de agua y la dinámica hidrológica de la región

circundante. Estas variables incluyen, entre otros aspectos, la topografía del terreno, el caudal, las tasas de precipitación, la capacidad de retención del suelo y la geografía específica del área de estudio (Sequeira, 2021). A continuación, se presenta el referencial teórico que caracteriza las variables de estudio a través de los aportes de diferentes autores.

#### *Modelado hidrológico y características hidráulicas*

El modelado hidrológico es una herramienta crucial que utiliza modelos matemáticos y computacionales para simular con precisión el comportamiento del agua en una cuenca hidrográfica, esta herramienta permite realizar simulaciones predictivas en diversas situaciones mediante la utilización de una recopilación completa de datos hidrológicos, que incluyen precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía. La obtención de resultados de alta calidad depende en gran medida de la precisión de los datos hidrológicos y del modelo matemático utilizado, por lo cual, es fundamental recopilar información de forma rigurosa y precisa para garantizar resultados fiables. El modelado hidrológico tiene la flexibilidad de ser distribuido o agrupado, según la escala y la complejidad del estudio, además de su amplia gama de aplicaciones, desde la planificación de los recursos hídricos hasta la gestión de inundaciones y la evaluación del impacto ambiental, destaca su papel vital en la toma de decisiones para la gestión de los recursos hídricos y la prevención de desastres naturales relacionados con el agua (Camargo, 2021).

Para que la modelización hidrológica sea efectiva es necesario pasar por un proceso de ajuste del modelo que implica la aplicación de diferentes enfoques, herramientas o técnicas numéricas para corregir los parámetros. El propósito de este ajuste es garantizar que los resultados simulados coincidan con los datos reales que pueden abarcar modificaciones en las mediciones de caudales, niveles de agua y otros factores hidrológicos pertinentes. El objetivo de la calibración es determinar la combinación más efectiva de parámetros que permita al modelo replicar fielmente los patrones hidrológicos observados en el área de investigación, este procedimiento puede implicar la utilización de algoritmos de optimización, que ayudan a identificar la combinación óptima de parámetros que minimiza las disparidades entre los resultados simulados y los datos observados (Dutta y Sarma, 2020).

Por su parte, el concepto de: “característica hidráulica” hace referencia a una rama de la física que se ocupa del estudio y aplicación de las propiedades y el comportamiento de los fluidos, especialmente de los líquidos, en movimiento o en reposo. Esta disciplina abarca conceptos como la presión, la velocidad, el caudal y la fuerza aplicados a los fluidos, y se aplica en diversas áreas de la ingeniería, pues se utiliza para diseñar y analizar sistemas que involucran la transferencia de energía mediante fluidos. Esto puede incluir

el diseño de redes de suministro de agua, presas, canales, modelado de inundaciones, entre otros (Pooni et al., 2022).

En esta investigación, la característica hidráulica que se utiliza es el flujo, el cual es esencial para el modelado hidrológico con el fin de pronosticar áreas susceptibles a inundaciones. El caudal es la medida del volumen de agua o cualquier otro fluido que pasa por un lugar determinado dentro de un período de tiempo determinado. El caudal volumétrico es una medida cuantitativa de la velocidad a la que fluye un fluido y normalmente se indica en medidas como metros cúbicos por segundo ( $m^3/\text{segundo}$ ), litros por segundo (l/s) o galones por minuto (gpm) que depende del sistema de unidades elegido (Avila, 2015).

#### *Sistema de información geográfica (SIG)*

Antes de discutir las conceptualizaciones más pertinentes de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es imperativo comenzar con un examen exhaustivo de los inicios de la geomática (a menudo denominada geoinformática). Los recientes avances en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han provocado una transformación significativa en varios dominios científicos. Estos avances han facilitado la creación de aplicaciones que poseen la capacidad de manejar eficazmente cantidades sustanciales de datos, incluida la información geográfica (Annamalai et al., 2022).

El dominio de la geomática abarca la obtención, examen y utilización de datos descriptivos e información espacial pertenecientes a entidades georreferenciadas. El campo de la Geomática abarca una amplia gama de aplicaciones en varios campos que dependen en gran medida de datos espaciales. Estos dominios incluyen, entre otros, investigación ambiental, desarrollo urbano, transporte, uso y tenencia de la tierra. El alcance de la investigación abarca varios temas, incluida la integración de bases de datos espaciales y sistemas de información, manipulación de imágenes digitales, desarrollo de software, apoyo a la toma de decisiones, utilización basada en web de tecnologías de información geográfica, gestión de información geográfica, modelado ambiental, control remoto de dispositivos, cartografía, y utilización del sistema de posicionamiento global o por sus siglas GPS (Song y Wu, 2021).

La tecnología SIG facilita la detección de patrones espaciales y mejora los procesos de toma de decisiones mediante el análisis simultáneo de extensos conjuntos de datos. Además, esta plataforma brinda resolución a consultas relacionadas con posicionamiento geográfico, relaciones causales y metodologías de investigación. Además, estos sistemas permiten la adquisición de mapas temáticos basados en las necesidades y preferencias específicas de los clientes. Los datos proporcionados se consideran precisos y pueden estar sujetos a cambios según se considere apropiado. Los SIG son una combinación integral de hardware, software y datos geográficos que se ha desarrollado para adquirir,

retener, alterar, examinar y presentar información geográfica de manera efectiva en sus diversas formas, con el objetivo general de abordar problemas complejos (Alarcón y Ordoñez, 2019).

De manera similar, los SIG funcionan como un sistema de almacenamiento de datos espaciales que se vinculan a los elementos visuales de un mapa digital mediante un identificador compartido. La práctica de hacer referencia a objetos se puede utilizar para identificar los atributos de un objeto. Alternativamente, es factible determinar las coordenadas espaciales de un objeto dentro del marco cartográfico mediante la utilización de una base de datos (Caceres et al., 2018).

Un SIG posee la capacidad de atender una amplia gama de consultas, que pueden variar en términos de su grado de complejidad. Las tareas antes mencionadas abarcan una gama diversa de actividades. Estas actividades incluyen examinar los atributos de una región en particular, evaluar el cumplimiento de los requisitos de sistemas designados, comparar distintos escenarios espaciales o temporales, identificar rutas óptimas entre múltiples ubicaciones, identificar configuraciones espaciales y construir modelos basados en fenómenos o acciones simuladas. Por el contrario, la utilización de diversos programas de software permite la recuperación, transmisión, conversión, superposición, manipulación y visualización de información geográfica (Chambilla, 2019).

#### *Topografía y uso de suelo*

Uno de los métodos más factible que se tiene en la actualidad para revisar la topografía y uso de suelo de una región es a través de la revisión de los documentos institucionales y legales que posee una sociedad. Para fines de esta investigación a más de un análisis en GIS se va a revisar 2 tipos que son: catastro y el plan de desarrollo y ordenamiento territorial. A continuación, se mencionan cada una de estas.

El Catastro se puede definir como una base de datos integral que abarca datos físicos, legales y financieros pertenecientes a propiedades dentro de un área geográfica específica. El sistema descrito anteriormente es ampliamente reconocido como una base de datos inmobiliaria que reúne atributos esenciales de las propiedades y sus ocupantes. Su objetivo principal es comprender el registro de propiedad y brindar información a las autoridades gubernamentales. El catastro urbano es un instrumento especializado utilizado dentro de entornos urbanos, destinado principalmente al propósito de recopilar y distribuir datos financieros relacionados con la infraestructura de la ciudad. Esta información se emplea posteriormente en procesos de planificación administrativa. Lo anterior es considerado como un inventario especializado que abarca datos geográficos, geométricos, jurídicos y físico-constructivo (Lucio, 2020).

En lo que respecta a la segunda categoría mencionada anteriormente, el proceso de planificación territorial del Ecuador está regulado por dos leyes importantes: la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de la Tierra - LOOTUGS y el Código Orgánico de Descentralización de la Autonomía de Organización Territorial - COOTAD. El principal objetivo en LOOTUGS es defender la utilización responsable y sostenible de los recursos territoriales, salvaguardar el patrimonio natural-cultural y regular eficazmente las actividades dentro del territorio. Para lograrlo, se establece un amplio marco de instrumentos que abarcan varios niveles, incluidos el supranacional, nacional, regional, provincial, cantonal, rural, parroquial y especial (LOOTUGS, 2016; COOTAD, 2010).

En el ámbito de los asuntos supranacionales, se diseñan diversos planes para promover la integración latinoamericana y su compromiso estratégico en el escenario internacional. A escala nacional se produce la formulación y aprobación de la Estrategia Territorial Nacional, Planes Especiales para Proyectos Nacionales de Carácter Estratégico y Planes Sectoriales del Ejecutivo con impacto en el territorio. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados de diversos niveles, incluidos los regionales, provinciales, cantonales, parroquiales rurales y de régimen especial, tienen la facultad de aprobar Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, así como los Planes Complementarios. El Régimen Especial de Galápagos cuenta con una estrategia bien definida para promover el desarrollo sostenible y una planificación territorial efectiva.

El COOTAD enfatiza la importancia de la colaboración entre los gobiernos autónomos descentralizados para articular sus planes de desarrollo territorial con el Plan Nacional de Desarrollo y gestionar sus competencias de manera complementaria. El código también describe la Estrategia Territorial Nacional como una herramienta adicional al Plan Nacional de Desarrollo. Enfatiza la necesidad de coordinación y armonización entre el gobierno central y los gobiernos autónomos descentralizados para una planificación territorial efectiva dentro de sus respectivas jurisdicciones (COOTAD, 2010).

La coordinación de la planificación nacional es facilitada por el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa. Este sistema incluye diversas entidades como el Consejo Nacional de Planificación, la Secretaría Técnica del Sistema, los Consejos de Planificación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los Consejos Sectoriales de Política Pública de la Función Ejecutiva, los Consejos Nacionales de Igualdad e instancias de participación social como los Consejos Ciudadanos, Consejos Consultivos y otras formas de participación.

### Metodología

Este estudio emplea un diseño de investigación descriptivo-correlacional que combina dos enfoques distintos. El diseño descriptivo se enfoca en proporcionar una

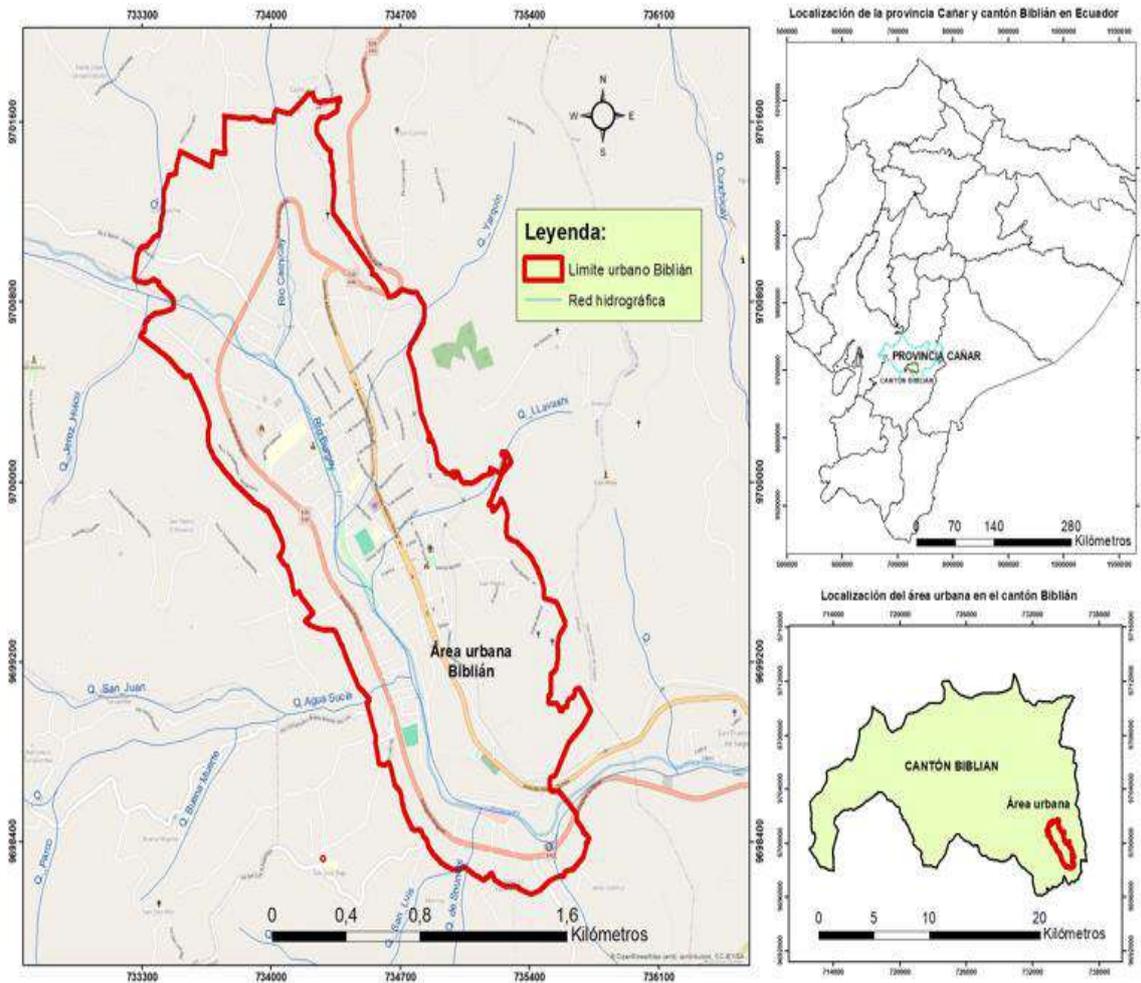
caracterización detallada y completa del estado actual del fenómeno de estudio, mediante la recolección exhaustiva de datos de la zona. Mientras tanto, el diseño correlacional se centra en medir y evaluar las relaciones existentes entre dos o más variables relevantes (Osada et al., 2021). En el contexto de esta investigación, se implementa este diseño para delinear las áreas susceptibles a inundaciones en Biblián, específicamente aquellas cercanas al río Burgay en el área urbana. Se recopilaron datos topográficos, hidrológicos e hidráulicos de la región, los cuales se integran en un programa de análisis estadístico. Esta integración permite examinar la relación entre las características del terreno y la probabilidad de inundación para un tiempo de retorno de 50 años, lo que establece posibles patrones de dependencia.

El estudio se adhiere a un enfoque cuantitativo, ya que implica el tratamiento y análisis numérico de la información recolectada utilizando programas especializados como SAGA, IBER y GIS. Estas herramientas se emplean específicamente para realizar el modelado hidrológico e hidráulico, así como, para identificar las áreas de amenaza e inundación. Este enfoque cuantitativo posibilita mediciones precisas y objetivas al centrarse en el análisis de datos numéricos, reduciendo la interpretación subjetiva y aumentando significativamente la eficacia, validez, reproducibilidad y capacidad predictiva de los resultados obtenidos (Cienfuegos et al., 2019).

Esta investigación se desarrolla en el cantón Biblián, situado en la provincia del Cañar, con una extensión territorial de 205,30 km<sup>2</sup>. Dentro de su sistema hidrográfico, destaca el río Burgay que representan una fuente vital de productividad para el cantón, ya que aporta una significativa humedad al suelo, convirtiendo a Biblián en uno de los puntos más fértiles del austro ecuatoriano. La muestra de estudio se enfoca en el área urbana de influencia del río Burgay, la cual abarca una longitud aproximada de 25 km. Esta selección se fundamenta en los registros previos de inundaciones que este sector ha experimentado durante períodos de lluvias intensas. La extensión total de la zona de estudio comprende alrededor de 55 km<sup>2</sup>, englobando las áreas adyacentes al río. En la figura 1 se muestra la zona de estudio:

Figura 1

Localización del área urbana de Biblián



En la evaluación y estimación de la amenaza, se implementa dos tipos de modelamientos: el modelado hidrológico (cálculo de caudal) y el modelado hidráulico (calados y área de inundación). Además, se determina las zonas y niveles de amenaza de inundación, posteriormente, se identifican los elementos expuestos a inundaciones. A continuación, se detalla cada uno de estos procedimientos:

#### Modelado hidrológico

Para este proceso, se determina el caudal previsto que podría registrar el río Burgay en los próximos 50 años. Se utiliza la información del estudio titulado “Diseño de un puente de 20 metros de luz sobre el río Burgay” (Clavijo, 2015). Se empleó el método Racional para el cálculo un caudal de 128,69 metros cúbicos por segundo ( $m^3$ /segundo) para un

período de retorno de 50 años, dato que se empleó en el modelado de la amenaza de inundación.

*Modelado hidráulico*

Para iniciar, se desarrolla el Modelo Digital de Elevaciones (DEM) utilizando imágenes satelitales con una resolución espacial de 12,5 metros obtenidas del satélite de la Agencia Espacial Europea (ESA) y mediante el software SAS Planet (ESA, 2022). Este DEM se mejora para lograr un mayor detalle de la topografía del río Burgay mediante extrapolaciones utilizando el software GLOBAL MAPPER (versión 24). Luego, se utiliza los datos del modelado hidrológico y el DEM del río Burgay, para llevar a cabo el modelado de la amenaza de inundación en el software IBER versión 3.3.1). Los resultados se presentan en imágenes ráster que muestran la altura o calado del agua en metros (m) para un período de retorno (TR) de 50 años para el área de influencia del río Burgay en la zona urbana de Biblián.

*Determinación de zonas de amenaza e identificación de elementos expuestos*

Se determina las zonas de amenaza, a partir de la imagen ráster (modelamiento en IBER) que indica la altura de la inundación, utilizando el software ArcGIS (versión 10.3), se clasifica y establece las zonas y niveles de amenaza de inundación tal como se describe en la tabla 1 (Paucar, 2016). En cuanto a la identificación de elementos expuestos a la amenaza de inundación, se correlaciona el mapa de amenaza con TR de 50 años con los mapas de infraestructuras, construcciones, redes de agua potable, alcantarillado, vías urbanas y puentes, basándose en los datos suministrados por la Unidad o Departamento de Catastros del Gobierno Autónomo Descentralizado – GAD de Biblián del año 2023.

**Tabla 1**

*Zonas y niveles de amenaza de inundación con TR 50 años en el río Burgay*

<b>Zonas y niveles de amenaza inundación</b>	<b>Criterios</b>	<b>Posibles afectaciones</b>
Amenaza alta	Calados o altura de lámina de agua = igual o mayor a 1,00 m	Riesgo alto para personas y posibles daños graves a las infraestructuras.
Amenaza media	Calados o altura de lámina de agua = De 0,41 a 0,99 m	Afectaciones a las viviendas, los vehículos pueden perder adherencia, el arrastre objetos que pudieran afectar a la estabilidad y movilidad de las personas medio.

**Tabla 1**

*Zonas y niveles de amenaza de inundación con TR 50años en el río Burgay  
(continuación)*

<b>Zonas y niveles de amenaza inundación</b>	<b>Criterios</b>	<b>Posibles afectaciones</b>
Amenaza baja	Calados o altura de lámina de agua = de 0,01 a 0,40 m	Presentaría afectaciones leves para las vidas humanas, podrían presentarse tropiezos, caídas u otras causas de poca importancia.

*Nota.* adoptado de (Paucar, 2016)

### Resultados y Discusión

Como se puede observar en la tabla 2, las zonas se han categorizado en tres niveles según la altura de la inundación: alta (igual o superior a 1,00 metros), media (de 0,41 a 0,99 metros) y baja (de 0,01 a 0,40 metros). Al examinar las hectáreas (ha) asociadas a cada nivel de amenaza, se hace evidente que el área de alta amenaza abarca 12.459 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 41,34% del total. Un total de 8.422 hectáreas, que representan el 27,94% del área de estudio, se clasifican como de nivel de riesgo medio. Finalmente, la región clasificada como amenaza baja comprende 9.257 hectáreas, lo que representa el 30,72% del área total. Estos datos están representados gráficamente en la figura 2.

Los resultados del estudio sobre la distribución de las zonas de amenaza de inundaciones en torno al río Burgay, en el casco urbano de Biblián, ponen de relieve una situación preocupante en términos de riesgo potencial. Si bien es importante reconocer el notable aumento en las áreas categorizadas como amenaza alta y media, que constituyen una porción significativa del área general de estudio, es crucial abordar este tema desde el punto de vista de la gestión de riesgos. Estos resultados enfatizan la importancia de tomar acciones inmediatas para implementar estrategias preventivas y de planificación urbana que puedan reducir los posibles efectos negativos de futuras inundaciones en las áreas vulnerables identificadas. Esto es crucial para garantizar la seguridad y el bienestar de la población local.

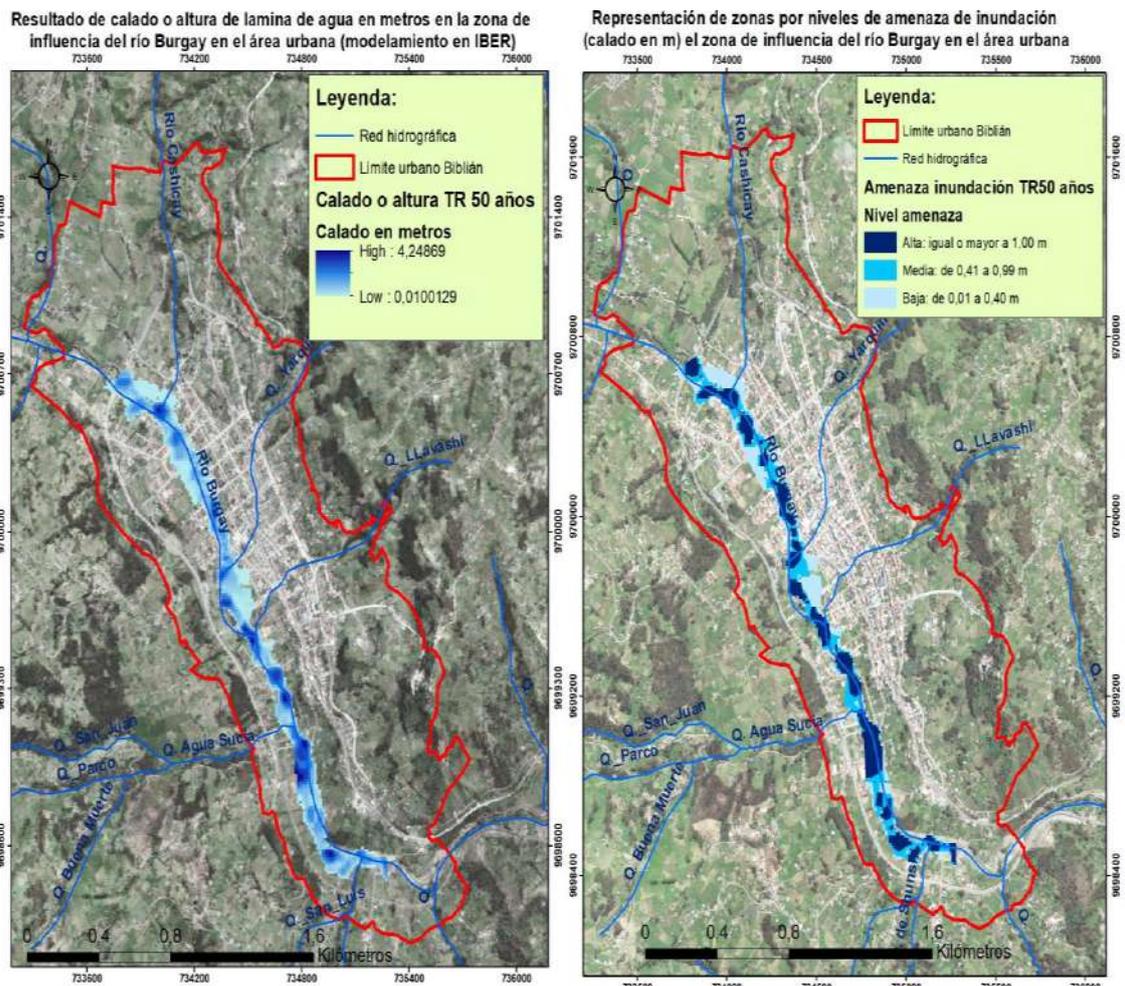
**Tabla 2**

*Nivel de amenaza de inundación en las zonas pobladas (ha) aledañas al río Burgay*

Nivel de amenaza de inundación	Área en ha	Porcentaje
Alta: igual o mayor a 1,00 m	12,459	41,34
Media: de 0,41 a 0,99 m	8,422	27,94
Baja: de 0,01 a 0,40 m	9,257	30,72
Total	30,14	100,00

**Figura 2**

*Amenaza de inundación para TR 50 años de la zona urbana aledañas al río Burgay*



Seguidamente, se procede con el análisis de elementos expuestos a amenaza de inundación en el río Burgay en el área urbana de Biblián. Como se puede observar en la tabla 3, las edificaciones de un solo piso representan el mayor número de construcciones en todas las categorías de amenaza: alta (23,31%), media (33,08%) y baja (43,61%), sumando un total de 133 edificaciones. Por otro lado, las edificaciones de dos pisos ocupan el segundo puesto, en nivel de exposición a las amenazas con un total de 98 construcciones amenazadas con una distribución de: alta (22,45%), media (33,67%), y baja (43,88%). En contraste, las edificaciones de tres pisos presentan una menor presencia en la categoría de alta amenaza (11,11%), aunque muestran un porcentaje similar entre media (44,44%) y Baja (44,44%), con un total de 9 edificaciones. Estos datos revelan una tendencia donde las edificaciones de un solo piso son más numerosas y están distribuidas de manera más uniforme entre los niveles de riesgo, mientras que las edificaciones de múltiples pisos muestran una exposición relativamente similar a los diferentes niveles de amenaza.

La distribución de edificios según los niveles de amenaza de inundaciones revela una situación preocupante con respecto a la exposición de las estructuras ante posibles inundaciones. A pesar de la prevalencia de edificios de una sola planta, su susceptibilidad a inundaciones de distintas intensidades en todas las categorías de riesgo es motivo de preocupación. Mientras tanto, vale la pena señalar que hay menos edificios de dos y tres pisos, pero enfrentan una gama más equilibrada de amenazas. Esto enfatiza la necesidad de medidas preventivas y estrategias de planificación urbana adaptadas a cada tipo de estructura, teniendo en cuenta su diferente exposición y vulnerabilidad a diferentes escenarios de inundaciones.

**Tabla 3**

*Exposición de edificaciones por nivel de amenaza de inundación para TR 50 años en el río Burgay en el área urbana de Biblián*

Clasificación	Alta		Media		Baja		Total	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
1 piso	31	23,31	44	33,08	58	43,61	133	100
2 pisos	22	22,45	33	33,67	43	43,88	98	100
3 pisos	1	11,11	4	44,44	4	44,44	9	100
Total	54	22,50	81	33,75	105	43,75	240	100

Por otro lado, se determina el nivel de exposición de infraestructura esencial. Como se observa en la tabla 4 la red de agua potable muestra una distribución uniforme entre sus

niveles de amenaza, con porcentajes cercanos en los niveles de alta (31,23%), media (32,00%) y baja (36,76%), con una longitud total de 2560,77 metros. Por otro lado, la red de alcantarillado exhibe un mayor porcentaje de exposición en la categoría de alta amenaza (44,87%), seguido por la media (30,04%) y la baja (25,09%), con una longitud total de 3636,67 metros. Las vías urbanas presentan una distribución similar, con un alto porcentaje en el nivel de alta amenaza (43,83%), seguido por la media (30,61%) y la baja (25,56%), abarcando una longitud total de 8195,15 metros. Sin embargo, la exposición de puentes muestra una peculiaridad, donde 4 de sus 6 metros de longitud total se encuentra en la categoría de alta amenaza (66,67%), el restante (2m) tiene una exposición media (33,33%) con una exposición nula en la categoría baja.

Estos hallazgos resaltan la preocupante exposición y vulnerabilidad de la infraestructura crítica a diversos grados de riesgo de inundaciones. La red de agua potable y la red de alcantarillado enfrentan niveles de riesgo significativos, mientras que la infraestructura del puente es particularmente preocupante debido a su exposición a amenazas alta y media. Esta situación subraya la importancia de proteger la infraestructura vital de la zona, en particular la red de puentes, mediante un enfoque estratégico y medidas específicas para garantizar su resiliencia frente a futuras inundaciones.

**Tabla 4**

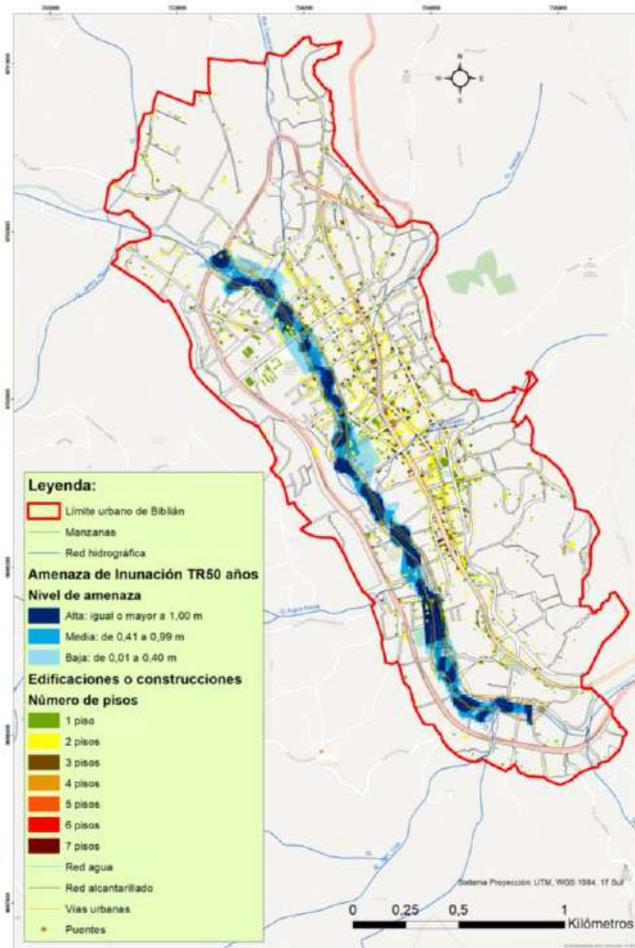
*Exposición de infraestructura esencial por nivel de amenaza de inundación para TR 50 años en el río Burgay en el área urbana de Biblián*

Infraestructura expuesta a inundaciones	Alta		Media		Baja		Total	
	Longitud (m)	%	Longitud (m)	%	Longitud (m)	%	Longitud (m)	%
Red de agua potable	799,829	31,23	819,513	32,00	941,43	36,76	2560,77	100
Red de alcantarillado	1631,86	44,87	1092,31	30,04	912,50	25,09	3636,67	100
Vías urbanas	3591,55	43,83	2508,70	30,61	2094,90	25,56	8195,15	100
Puentes	4,00	66,67	2,00	33,33	0,00	0,00	6,00	100

A continuación, en la figura 2, se muestran los elementos expuestos a amenaza de inundación para TR 50 años de la zona urbana aledañas al río Burgay.

**Figura 3**

*Elementos expuestos a amenaza de inundación para TR 50 años de la zona urbana aledañas al río Burgay*



## Conclusiones

- La evaluación del riesgo de inundaciones en el casco urbano de Biblián reveló una notable distribución de zonas expuestas a distintos niveles de amenaza. Los datos recopilados indican que existen importantes áreas en riesgo, con niveles de amenaza tanto altos como medios que cubren una porción sustancial del territorio evaluado. Esta evaluación pone en relieve algunas áreas cruciales que necesitan atención urgente y medidas proactivas para minimizar las posibles consecuencias de futuras inundaciones.
- La distribución de la exposición a diferentes niveles de amenaza entre los elementos expuestos a las inundaciones, desde infraestructuras esenciales hasta edificaciones, es desigual. Infraestructuras importantes como la red de agua potable, los sistemas de alcantarillado y las vías urbanas enfrentan niveles de

riesgo significativos, particularmente en las categorías de amenaza alta y media. Es crucial establecer medidas específicas para salvaguardar y adaptar estos componentes vitales, garantizando su funcionamiento continuo y su seguridad en caso de posibles desastres.

- Los resultados obtenidos ofrecen al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Biblián una base sólida para desarrollar estrategias de reducción del riesgo de inundaciones en el área urbana. Estos hallazgos proporcionan información útil para diseñar estrategias de medidas preventivas e implementar políticas efectivas de gestión de riesgos. Además, la metodología utilizada en esta evaluación ofrece una experiencia confiable y repetible para otras regiones de la provincia de Cañar y de todo el Ecuador. Proporciona un enfoque bien organizado y eficaz para evaluar y gestionar los riesgos de inundaciones en diferentes zonas y territorios urbanos. Sentirse expuesto en el campo.

### Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

### Referencias bibliográficas

- Alarcón-Ruiz, E., y Ordoñez-Pacheco, L. D. (2019). Tendencias de los Sistemas de Información Geográfica. Alcances y limitaciones. *Revista de Tecnologías Computacionales*, 8-13. <https://doi.org/10.35429/JOCT.2019.12.3.8.13>
- Annamalai, L., Arulraj, M., Nagamani, P. V., y Jai Shankar, G. (2022). Geo-Information Communication Technology (Geo-ICT) Framework to Prevent Spread of Corona Virus Disease (COVID-19). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 50(6), 1163-1175. <https://doi.org/10.1007/s12524-022-01498-8>
- Avila, G. S. (2015). *Hidraulica general volumen 1 fundamentos*. Sotelo, ISBN: 9681805038. Disponible en: <https://www.amazon.com.mx/Hidr%C3%A1ulica-general-I-Fundamentos-1/dp/9681805038>

- Caceres, N. P., Acosta, E., y Morocho, V. (2018). Mapeo de zonas vulnerables a deslizamientos usando PP GIS y técnicas de teledetección. *Revista Geoespacial*, 15(2), Article 2. <https://doi.org/10.24133/geoespacial.v15i2.1353>
- Camargo, C. A. C. (2021). Modelación hidrológica distribuida con base en esquemas de volúmenes finitos. *Ingenio Magno*, 2(1), Article 1. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/42>
- Chambilla Chávez, D. C. (2019). *Implementación de Sistemas de Información Geográfica para el manejo integrado de la mosca de la fruta en SENASA*. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/b1def0b6-ef82-4767-8cad-46895da86fe8>
- Cienfuegos Velasco, M. de los A., Cienfuegos Velasco, A., Cienfuegos Velasco, M. de los A., y Cienfuegos Velasco, A. (2019). Lo cuantitativo y cualitativo en la investigación. Un apoyo a su enseñanza. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 15-36.
- Dutta, P., y Sarma, A. K. (2020). Hydrological modeling as a tool for water resources management of the data-scarce Brahmaputra basin. *Journal of Water and Climate Change*, 12(1), 152-165. <https://doi.org/10.2166/wcc.2020.186>
- El Universo. (2022, abril 21). *La creciente del río Burgay provoca daños en vías y viviendas en zona de Cañar* [Noticias]. El Universo, el mayor diario nacional. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/la-creciente-del-rio-burgay-provoca-danos-en-vias-y-afectaciones-en-viviendas-en-zona-de-canar-nota/>
- Lucio Villacreses, M. de L. (2020). *La actualización catastral como herramienta fundamental para la optimización de los recursos tributarios. Caso GAD municipal de Jipijapa* [Thesis]. <http://biblioteca.uteg.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1311>
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, (2016). [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Correspondencias-Juridicas\\_oficial\\_8M.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Correspondencias-Juridicas_oficial_8M.pdf)
- Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres. (2019). *El costo humano de los desastres: Una mirada a los últimos 20 años* (1.ª ed., Vol. 1). UNDRR. <https://www.undrr.org/sites/default/files/inline-files/EI%20Costo%20Humano%20de%20los%20Desastres%202000-2019.pdf>
- Osada, J., Salvador-Carrillo, J., Osada, J., y Salvador-Carrillo, J. (2021). Estudios “descriptivos correlacionales”: ¿término correcto? *Revista médica de Chile*, 149(9), 1383-1384. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872021000901383>

- Pooni, J., Robert, D., Giustozzi, F., Gunasekara, C., Setunge, S., y Venkatesan, S. (2022). Hydraulic characteristics of stabilised expansive subgrade soils in road pavements. *International Journal of Pavement Engineering*, 23(9), 3129-3146. <https://doi.org/10.1080/10298436.2021.1883610>
- Prefectura del cañar. (2022). *Prefectura del Cañar declara emergencia por inundaciones, desbordamientos de ríos y colapso de puentes.* : Gobierno Provincial del Cañar: Provincia Provincial del Cañar [Institucional]. Comunicación social - Prefectura del Cañar. [http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public\\_html/noticias/prefectura-del-canar-declara-emergencia-por-inundaciones-desbordamientos-de-rios-y-colapso-de-puentes.1127](http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public_html/noticias/prefectura-del-canar-declara-emergencia-por-inundaciones-desbordamientos-de-rios-y-colapso-de-puentes.1127)
- Primicias. (2022). Desbordamiento del río Burgay causa daños en dos cantones de Cañar [Noticias]. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/lo-ultimo/desbordamiento-rio-burgay-danos-azogues-biblian-canar-ecuador/>
- Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización, Pub. L. No. Suplemento 303, Ley 0 T.4570- S/n. 1-10-1516 (2010). [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
- Román, A. Q. (2021). Landslides and floods zonation using geomorphological analyses in a dynamic basin of Costa Rica. *Revista Cartográfica*, 102, Article 102. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i102.901>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2023). *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)—UNEP-REGATTA* [Institucional]. ONU programa para el medio ambiente. <https://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/instituciones-clave/item/secretaria-nacional-de-gestion-de-riesgos-sngr>
- Sequeira-Arguedas, J. M. (2021). Geología, geomorfología y ocurrencia de deslizamientos en la cuenca alta del Río Virilla, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 66, 313-339. <https://doi.org/10.15359/rgac.66-1.12>
- Song, W., y Wu, C. (2021). Introduction to advancements of GIS in the new IT era. *Annals of GIS*, 27(1), 1-4. <https://doi.org/10.1080/19475683.2021.1890920>
- Tariq, A., Yan, J., Ghaffar, B., Qin, S., Mousa, B. G., Sharifi, A., Huq, M. E., y Aslam, M. (2022). Flash Flood Susceptibility Assessment and Zonation by Integrating Analytic Hierarchy Process and Frequency Ratio Model with Diverse Spatial Data. *Water*, 14(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/w14193069>

Vallecilla-Ponce, A. S., Delgado-Gutiérrez, D. A., y Méndez-Mata, W. J. (2022).  
Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador:  
Una visión de sus impactos a escala local urbana. *Domino de las Ciencias*, 8(2),  
Article 2. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2757>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



# La falta de tipificación del delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal

*The lack of classification of the crime of femicide suicide by inducement or aiding and abetting in the Organic Integral Penal Code*

- <sup>1</sup> María Gabriela Suqui Morocho  <https://orcid.org/0000-0002-0632-3711>  
Maestría en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[maria.suqui.06@ucacue.edu.ec](mailto:maria.suqui.06@ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Ana Fabiola Zamora Vázquez  <https://orcid.org/0000-0002-1611-5801>  
Maestría en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[afzamorav@ucacue.edu.ec](mailto:afzamorav@ucacue.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 09/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2946>

**Cítese:** Suqui Morocho, M. G., & Zamora Vázquez, A. F. (2024). La falta de tipificación del delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 134-161.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2946>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

Violencia de género, homicidio, crimen, feminicidio, tipificación.

**Resumen**

**Introducción:** El presente estudio aborda la construcción de un marco conceptual del suicidio feminicida por inducción o ayuda, respaldado por doctrinarios que han validado esta terminología desde décadas atrás. Además, se realiza un análisis de los marcos legales internacionales que han regulado este delito, seguido por un estudio comparativo entre El Salvador y Chile. Posteriormente, se presentan dos casos ecuatorianos que evidencian la perpetración de este tipo de suicidio en contextos de violencia de género. **Objetivo:** El objetivo principal de esta investigación es demostrar la necesidad de tipificar el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal, utilizando la información y colaboración de jueces multicompetentes y un agente fiscal para enriquecer este análisis. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo mediante la recopilación de información de doctrinarios y análisis de marcos legales internacionales. Se seleccionaron dos países latinoamericanos, El Salvador y Chile, para realizar un estudio comparativo, seguido por la identificación de casos ecuatorianos que ejemplifican este tipo de delito. La colaboración de jueces multicompetentes y un agente fiscal enriqueció considerablemente la información recopilada. **Resultados:** Los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de tipificar el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal. Los casos analizados muestran cómo las víctimas, tras sufrir violencia física, psicológica y sexual, se ven impulsadas al suicidio en un contexto de discriminación y subordinación. **Conclusión:** La tipificación de este delito en el marco legal espera ser un punto de partida para la implementación de políticas públicas y la intervención legislativa necesaria para erradicar la violencia de género. Es imperativo abordar este problema que cobra la vida de mujeres a través de la inducción al suicidio, promoviendo así una sociedad más justa e igualitaria. **Área de estudio general:** Derecho Procesal Penal y Litigación Oral. **Área de estudio específica:** Derecho Penal y Violencia de Género

**Keywords:**

V Gender violence, homicide,

**Abstract**

**Introduction:** This study addresses the construction of a conceptual framework of femicidal suicide by induction or aiding and abetting, supported by doctrinaires who have validated this

crime,  
femicide,  
typification.

terminology since decades ago. In addition, an analysis is made of the international legal frameworks that have regulated this crime, followed by a comparative study between El Salvador and Chile. Subsequently, two Ecuadorian cases are presented that demonstrate the perpetration of this type of suicide in contexts of gender violence. **Objective:** The main objective of this research is to demonstrate the need to typify the crime of femicide suicide by inducement or aid in the Organic Integral Penal Code, using the information and collaboration of multicompetent judges and a prosecutor to enrich this analysis. **Methodology:** The research was carried out through the collection of information from doctrinarians and analysis of international legal frameworks. Two Latin American countries, El Salvador and Chile, were selected for a comparative study, followed by the identification of Ecuadorian cases that exemplify this type of crime. The collaboration of multicompetent judges and a prosecutor considerably enriched the information gathered. **Results:** The results obtained reinforce the need to typify the crime of femicide suicide by inducement or aid in the Organic Integral Penal Code. The cases analyzed show how the victims, after suffering physical, psychological and sexual violence, are driven to suicide in a context of discrimination and subordination. **Conclusion:** The typification of this crime in the legal framework is expected to be a starting point for the implementation of public policies and the necessary legislative intervention to eradicate gender violence. It is imperative to address this problem that takes the lives of women through the induction of suicide, thus promoting a more just and egalitarian society.

## Introducción

El presente artículo científico se sostiene de la perpetua violencia ejercida en contra de las mujeres, hecho que se constituye en una lacra de la sociedad ecuatoriana, que pese a las diversas políticas públicas implementadas y al constante trabajo ejercido por los múltiples representantes de organizaciones estatales, de prevenir, atender, sancionar y erradicar la violencia de género y el asesinato de mujeres por el hecho de ser mujeres, ésta no logra ser suprimida. Lo más lamentable, es que en su versión extrema e irreversible se termina con la muerte de la víctima.

En concordancia, la legislación penal ecuatoriana a través del Código Orgánico Integral Penal (2014), tipifica el delito que mayor aproximación tiene para con la situación antes descrita, mismo que responde al femicidio, disponiendo que:

La persona que, como resultado de relaciones de poder manifestadas en cualquier tipo de violencia, dé muerte a una mujer por el hecho de serlo o por su condición de género, será sancionada con pena privativa de libertad de veintidós a veintiséis años. (art. 141)

Paralelo al panorama jurídico descrito como es el femicidio, tenemos casos devastadores como lo es de Paola del Rosario Guzmán Albarracín, quien se suicidó el día 13 de diciembre del año 2002, tras enterarse de que estaba embarazada del vicerrector de la institución en la que ella cursaba sus estudios, y quien había abusado sexualmente de Paola del Rosario por dos años consecutivos, por lo que decidió ingerir fósforo blanco o diablillos, hecho atroz que causó su muerte. También se constituye imprescindible traer a colación el caso de Gabriela Díaz Cañizares, quién se suicidó el 5 de abril del 2014 a causa de la crisis emocional, la depresión y la afectación psicológica debido a la violación ejecutada en su contra por dos sujetos (Mera, 2023).

De ahí que se deriva de manera oportuna y precisa la interrogante de ¿cómo influye la impunidad de los casos de suicidios feminicidas por inducción o ayuda en el estado ecuatoriano y qué impacto tendría en la justicia la tipificación legal específica de este delito en el Código Orgánico Integral Penal?, a sabiendas de que en Ecuador en el año 2021, 1332 defunciones fue a causa de homicidios y 880 fallecimientos por suicidios; no obstante, un dato que llama la atención es que, en 2021 en las mujeres, el número de suicidios excedió al de homicidios, resultando así las cifras en 177 y 127 respectivamente (INEC, 2022).

Es por ello que, en fiel apego a los casos y cifras antes aludidas, surgió la inmediata necesidad de analizar el delito del suicidio feminicida por inducción o ayuda, a través de doctrina y derecho comparado, con la finalidad de proponer su tipificación en el Código Orgánico Integral Penal, lo cual constituiría realmente una novedad legislativa en el estado ecuatoriano e inclusive en el ámbito latinoamericano, cimentándose de tal forma el Ecuador en uno de los pocos países en tipificarlo a nivel mundial, siguiendo a El Salvador, Chile y otros países; centrando así la presente investigación en un exhaustivo análisis típico, derecho comparado, doctrina y jurisprudencia de ámbito internacional.

A decir verdad, una vez desarrollado el presente artículo científico, y al concluir la importancia que conlleva la tipificación del suicidio feminicida dentro de la legislación ecuatoriana, se denota a leguas la imperiosa trascendencia de los derechos que posee cada una de las mujeres que habitan en Ecuador, y de manera exclusiva en quienes son víctimas de cualquier tipo de violencia de género, logrando prevenir la vulneración del derecho a

la vida, el derecho a la integridad personal, el derecho a la protección de la honra y de la dignidad, el derecho a la libertad, entre otros derechos, al mismo tiempo que se imponga una pena privativa de libertad a quienes induzcan o ayuden para que la fémina termine con su vida.

## Marco teórico

### Violencia de género

El suicidio feminicida no surge como una problemática social individualista, por el contrario, es el resultado de un recorrido de fenómenos de violencia de género, que arrastran un fin devastador; y es que esta pandemia instigadora del siglo XXI, abarca una multitud de comportamientos, y varios de ellos aún inobservados por la sociedad, o en su peor momento, concebidos como un suceso común.

Un vasto ejemplo de lo que corresponde a la violencia de género, es el caso de los suicidios de mujeres provocados por los malos tratos recibidos por sus parejas sentimentales e inclusive por sus exparejas; por lo que al evidenciarse la correlación entre la violencia de género y el suicidio que acaece en las féminas como resultado de aquello, en el presente apartado se abordará la temática a través de una línea de tiempo, esto es partiendo en su historia, conceptualización, causas y efectos, para ir paulatinamente profundizando en la imputación de responsabilidad penal.

Respecto a la violencia de género contra las mujeres, se ha de decir que es un fenómeno implantado en el mundo terrenal desde hace décadas atrás, así la definición más aceptada es la propuesta por la Organización de las Naciones Unidas (como se citó en Francisca, 2011), en la cual se sostiene que es:

Todo acto de violencia sexista que tiene como resultado posible o real un daño físico, sexual o psíquico, incluidas las amenazas, la coerción o la privación arbitraria de libertad, ya sea que ocurra en la vida pública o en la privada. (pág. 20)

En este marco se conceptualiza a la violencia de género como la coacción ejercida sobre una determinada persona con la finalidad de viciar su voluntad y obligarla a ejecutar un acto en concreto. De tal forma se puede adoptar líneas diferentes, como es la física, verbal, psíquica, sexual, social, económica, patrimonial, etcétera; representando ciertos tipos de coacción que se han ejercido, en mayor o menor medida, a lo largo del tiempo.

Por otro lado, la realidad evidente y cotidiana de la violencia de género, es que ésta resulta como una derivación de una cultura machista instaurada en la sociedad y que ocupa numerosos espacios, como el educativo, laboral, deportivo, político, y sobre todo en los hogares, generando de tal forma una estructura inquebrantable reflejada a través de la

subordinación de la mujer frente al hombre. Así, parece acertado el argumento de Lagarde (2005) que sitúa a la violencia de género:

En el marco de la supremacía patriarcal de género de los hombres [...] como un mecanismo de control, sujeción, opresión, castigo y agresión dañina que a su vez genera poder para los hombres y sus instituciones formales e informales. La persistencia patriarcal no puede sostenerse sin la violencia que hoy denominamos de género. (pág. 16)

En razón de lo antes referenciado, se deduce que la causa fundamental de la violencia de género, responde a la discriminación que sufren las mujeres como consecuencia de la notoria desigualdad establecida para distribuir los roles sociales, hecho que expone a una mujer para ejercer ciertas funciones como el de la gestación, atender la cocina, limpiar la casa, lavar la ropa, atender al esposo e hijos, y aguantar todo tipo de violencia, cohibiéndola de laborar a fin de que sea partícipe de percibir su propio ingreso económico, y pueda ejercer una independencia financiera; por lo que al fomentar una dependencia absolutista, se incrementará en ellas la probabilidad de sufrir depresión, ansiedad y trastorno por estrés post traumático, los cuales inducirán en una primera instancia a los intentos de suicidio hasta el punto de perpetrar tal idea.

### **Feminicidio**

Ahora bien, cuando la violencia física, psicológica, sexual, patrimonial, financiera, política, entre otras, es alimentada de manera prolongada, tiene como efecto el surgimiento del feminicidio, el cual se concibe como una expresión sistemática de violencia ejercida en contra de las mujeres por razones estrictamente de género. Aunque la conceptualización y consiguiente acepción jurídica es relevantemente nueva en el estado ecuatoriano, su construcción, uso y asentamiento jurídico es una conquista histórica feminista, académica e institucional.

Desde Diana Russell, la precursora de la conceptualización de feminicidio, hasta Marcela Lagarde, quién difundió el término en México y Latinoamérica, muchas autoras buscan analizar la situación incuantificable de las muertes de mujeres desde un punto de vista feminista y de género, de tal forma que para Russell (2006), el feminicidio representa “el asesinato misógino de mujeres por parte de hombres, al que se concibe como una forma de violencia sexual” (pág. 16). Los contextos de odio, repulsión o rechazo que exteriorizan los hombres hacia una mujer tiene como consecuencia propiciarles la muerte.

Paradójicamente, Russell (2006) considera que otros casos más allá de los asesinatos sean reconocidos como feminicidio, así sostiene que:

El feminicidio abarca el asesinato y la mutilación, el asesinato y la violación [...] llamar al feminicidio asesinato misógino elimina la ambigüedad de los términos

asexuados de homicidio y asesinato [...] El feminicidio es el extremo de un continuum de terror anti femenino que incluye una gran cantidad de formas de abuso verbal y físico... siempre que estas formas de terrorismo resulten en la muerte son feminicidio. (pág. 56)

Esta violencia de género que ejerce el varón, sería una manera de mantener el patriarcado y de controlar a las mujeres que se salen de aquella línea maquinada por él, pues de lo que según refiere la autora, es una línea hecha por los hombres de manera tajante e incuestionable. La violencia en esta perspectiva es ejercida por los mismos que, cuando se sienten amenazados o desafiados, típicamente se sienten con el derecho de usar cualquier fuerza que sea necesaria para mantener su poder sobre las féminas.

Por otro lado, tenemos el aporte que nos propicia la reconocida antropóloga mexicana, Lagarde (2005), quien asevera que: “el feminicidio es la culminación de la violencia contra las mujeres, [...] a los homicidios se suman la violencia de la injusticia y la impunidad” (pág. 151). La definición que demarca la tratadista destaca la designación del término feminicidio, una vez que se visualizó la impunidad que pasa por el fenómeno, así como también la inacción estatal en contestarlos.

En esta perspectiva, la violencia de género es estructural, sostenida por una supremacía patriarcal de género que permite que los hombres ejerzan algún tipo de poder sobre las mujeres, y en razón de ello, a nivel internacional varios de los países han reconocido el delito de femicidio o en su mayoría el de feminicidio, tras la regulación de aquel en sus respectivas leyes o códigos penales.

El estado ecuatoriano por su parte, en su normativa penal denominada Código Orgánico Integral Penal (2014), tipifica el delito de feminicidio disponiendo lo siguiente:

La persona que, como resultado de relaciones de poder manifestadas en cualquier tipo de violencia, dé muerte a una mujer por el hecho de serlo o por su condición de género, será sancionada con pena privativa de libertad de veintidós a veintiséis años. (art. 141)

A decir verdad, fue con el trágico caso de la fémina Karina del Pozo, tras la muerte de la joven quiteña de veinte años edad, que la sociedad ecuatoriana cansada de la violencia extremista dirigida en contra del género femenino, buscó refugio en la inmemorable ley que llevaba su nombre, “Ley Karina del Pozo”, para luego ser plasmada en la figura legal de femicidio dentro del ordenamiento jurídico, con el ánimo de no dejar impune a los perpetradores de esta muerte y a su vez buscando que la aplicación del tipo penal sea absoluta y certera, que contribuyera a la reducción y eliminación de este fenómeno social.

Se torna imprescindible enfatizar una vez más que el concepto de feminicidio no se reduce simplemente a un nuevo tipo penal. El origen del concepto tiene que ver con un debate

político mucho más amplio, pero la cuestión jurídica acompañada de precedentes jurisprudenciales, ganó relevancia en los casos de asesinatos ejercidos en contra de las féminas ecuatorianas, debido a las características particulares en que ocurrieron cientos de casos.

Ahora bien, la desigualdad de género si bien pone en riesgo la seguridad e integridad de las mujeres, este factor no es suficiente para probar el cometimiento del femicidio como tal. De la misma forma, la violencia de género en una pareja no es suficiente para probar dicho delito, en razón de que:

El femicidio se produce cuando la muerte violenta de una mujer ocurre por su condición de mujer o por razones de género, lo que exige probar no sólo intencionalidad en la muerte de la mujer, sino también que esa intención estuvo motivada por el odio o desprecio a la mujer por el hecho de ser mujer o por cuestiones de género. Si no se logra probar esa intención y esa motivación, no es posible atribuir responsabilidad por el delito de femicidio. Condenar a una persona por el delito de femicidio sin que se hayan configurado los elementos específicos de este tipo penal, lejos de contribuir a la lucha contra los femicidios, termina por invisibilizar la gravedad de este delito. (Sentencia No. 393-17-EP/23, 2023, párr. 13)

Absolutamente todas las muertes violentas de las féminas tienen que ser direccionadas con perspectiva de género, a fin de que en la etapa pre procesal e inclusive procesal se llegue a determinar si en realidad el género constituyó o no el factor principal por el cual se terminó con la vida de una mujer en el caso en concreto, ya que únicamente a través de ello se logrará deducir la verdad procesal y diferenciación de un delito de femicidio y el de un homicidio consumado por un hombre.

### **Suicidio**

El suicidio es definido por la Organización Mundial de la Salud (como se citó en Vega, 2021), “como aquel acto deliberado de matarse, el cual, se considera como un problema grave de salud pública” (pág. 108). De ahí que se entiende que el suicidio es un acto premeditado por el que un sujeto coarta su vida con conocimiento y expectativa de un desenlace fatal.

No obstante, más allá del suicidio consumado, las conductas suicidas se presentan de forma muy diversa, respondiendo de tal manera a motivaciones distintas que demandan de vías de intervención también diferentes. De tal manera que, la persona que presente una conducta suicida, va a estar sometida a tres componentes vitales a la hora de ejecutar un acto que perjudique su vida, las cuales se dan en los siguientes niveles:

a) a nivel emocional, un sufrimiento intenso; b) a nivel conductual, una carencia de recursos psicológicos para hacerle frente; y c) a nivel cognitivo, una desesperanza profunda ante el futuro, acompañada de la percepción de la muerte como única salida. Por ello, el suicidio no es un problema moral. Es decir, los que intentan suicidarse no son cobardes ni valientes, sólo son personas que sufren, que están desbordadas por el sufrimiento y que no tienen la más mínima esperanza en el futuro. (Echeburúa, 2015, pág. 118)

En concordancia a la cita desplegada, en el componente básico del nivel emocional, la persona tiene un sentimiento de sufrimiento y estrés intenso, y sienten que su vida está dividida entre morir y el seguir viviendo; por otro lado, en el nivel conductual, el sujeto pasivo posee una carencia de recursos psicológicos para hacer frente a sus problemas que va arrasando por un largo período de tiempo; y finalmente el nivel cognitivo, es el lugar en el cual la persona posee un desaliento sobre las cosas venideras, y en donde vislumbra a la muerte como la única opción para enfrentar y hacer desaparecer los problemas que la abruman.

De allí que se concluye que el suicidio sigue siendo una de las principales causas de muertes violentas en todo el mundo. Según las últimas estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (2021), pues según las estadísticas obtenidas, se conoce con certeza que:

Cada año pierden la vida más personas por suicidio que por VIH, paludismo o cáncer de mama, o incluso por guerras y homicidios. En 2019, se suicidaron más de 700 000 personas, es decir 1 de cada 100 muertes, lo que ha llevado a la OMS a elaborar nuevas orientaciones para ayudar a los países a mejorar la prevención del suicidio y los cuidados conexos. (pág.1)

Las tasas de suicidio también son elevadas entre los grupos más vulnerables, como lo son las niñas, adolescentes y mujeres adultas, y cuando éstas sienten que la vida es ya insoportable, ya sea por la violencia de género vivida de manera perdurable, que carcomen el factor psicológico, las féminas proceden a forjar la idea de que la muerte es la única vía de escape, y la exteriorizan a través de medios verbales o no verbales, encaminándose en la planificación de este hecho atroz, hasta ejecutar el suicidio como tal.

Sin embargo, muchas personas que llevan a cabo una conducta suicida no quieren morir, de hecho, los tratadistas aseveran que son muchas más las tentativas suicidas que los suicidios consumados, lo único que quieren es dejar de sufrir y por eso pueden estar contentos de no haber muerto una vez que el sufrimiento se ha controlado y que en un punto extremista han logrado suprimir el trágico final que en un inicio lo concibieron.

Por otro lado, es pertinente mencionar que existe un vínculo entre el suicidio y los trastornos mentales, particularmente en la depresión, y que en la gran mayoría de casos se dan en personas que lo cometen impulsivamente en situaciones de crisis en las que su capacidad para afrontar las tensiones de la vida, como los problemas económicos, las rupturas de relaciones o los dolores y enfermedades crónicas que acaecen en sus vidas (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Además, vivir en un ambiente repleto de conflictos, catástrofes, actos violentos, abusos de poder, violencia de género, pérdida de seres queridos y sensación de aislamiento de quienes se tiene un apego o estima personal, pueden ser los principales factores para que las personas lleguen a concebir ciertas conductas suicidas y las ejecuten con total plenitud.

### **Suicidio feminicida**

El concepto de suicida feminicida fue acuñado por la psicóloga social y activista feminista Diana Russell, en su libro titulado “Femicidio, una perspectiva global”, en donde explica detalladamente que en la Conferencia Internacional sobre Violencia, Abuso y Ciudadanía de la Mujer, celebrada en Gran Bretaña en el año de 1996, varios de los participantes enfatizaron en sus discursos, el hecho de que algunas mujeres cometieron suicidio, conducidas a hacerlo por la misoginia de su compañero masculino y ante esta problematización, fue ella quien propuso la conceptualización de suicidio feminicida.

Es así que, al término de suicidio feminicida, se lo describe como “el fenómeno social de suicidios de mujeres que fueron conducidas a quitarse su vida por la misoginia de su pareja, o incluso sin existir relación de pareja o de familia” (Russell, 2001, pág. 106). Siendo así que el suicidio feminicida, conlleva a una acción de privación de la vida, por autoinducción, adherido a la violencia a las mujeres por razones de género, denotándose varios elementos que lo caracterizan, como es la presencia del crimen sexual, abuso de poder, falta de redes familiares, e inclusive ausencia de coacción de los órganos de gobierno.

Paralelo al panorama jurídico del feminicidio, desde la década de 1990, Lagarde (2005) observó el suicidio como una problemática con rasgos de género estrechamente relacionada con lo que en su tiempo denominó “cautiverios de las mujeres” (pág. 762). Desde esta perspectiva, los hombres y las mujeres se encaminan a distintas modalidades, medios, edad y motivos de suicidio; institucionalizadas y transversalizadas además por la cultura local. No obstante, refirió en su primera edición, que:

Estadísticamente los hombres culminan el suicidio en mayor cantidad; en cambio, las mujeres despuntan en el parámetro de tentativa: “los hombres se suicidan en mayor proporción que las mujeres, y ellas en cambio, realizan más intentos de

suicidios, cuyo fin no es la muerte sino la salvación: por compasión, solidaridad, por absolución, por expiación, por punición”. (Lagarde, 2005, pág. 763)

De ahí que se puede encontrar lógica con las cifras que se refleja en el estado ecuatoriano, dentro de las estadísticas vitales propiciadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), que reflejan que, en el año 2022, 4.451 defunciones fueron a causa de homicidios y 1.143 fallecimientos por suicidios y que, de esta última causa de muerte violenta, 892 fueron ejecutadas por hombres y 251 por mujeres (2023).

Ahora bien, resulta pertinente traer a colación, la regulación en la normativa internacional respecto del delito de suicidio feminicida, considerando de tal manera al estado de El Salvador, el cual, consciente de los compromisos que adoptó en 1995 al ratificar la Convención de Belém do Pará, y del problema que representa el suicidio de mujeres vinculados con la violencia de género, a finales de 2010 el legislador salvadoreño concretó como tipo penal el suicidio feminicida por inducción o ayuda, en una nueva ley penal de género, esto debido a que los datos que se contabilizaban de suicidios de mujeres eran alarmantes en el país, sobre todo en jóvenes y mujeres adolescentes, ya que en el año 2009, alrededor de 476 adolescentes mujeres se suicidaron.

El país latinoamericano antes referido es el pionero a nivel mundial en reconocer y tipificar el delito del suicidio feminicida, tras una lucha inmutable por las féminas que hicieron suyo el dolor de las víctimas que perdieron su vida, y que a decir verdad, en un principio sus denuncias no fueron tomadas, y si en el mejor de los casos ésta era ingresada, el acompañamiento en la investigación no era consecuente, dejando en claro la negligencia de las instituciones encargadas, así como también la falta de acción estatal; no obstante, con el devenir de los años al evidenciarse que las cifras que justificaban una estrecha relación entre los suicidios con el maltrato y la violencia que sufrían las mujeres previo a quitarse la vida, eran innumerables y estaban quedaban en la impunidad, decidieron incorporarlo al Código Penal a través de una reforma legal.

### **Derecho comparado**

El delito del suicidio feminicida por inducción o ayuda, ha sido regulado por determinados países a nivel mundial, constituyéndose El Salvador y Chile los pioneros en el continente americano e inclusive en el campo internacional, quienes lo han tipificado como una figura penal básica en su normativa, en respuesta a la problemática social del suicidio ejercido por las mujeres vinculadas a la violencia de género.

Por su parte, el estado de El Salvador, mediante el Decreto No 520, tras expedir la Ley Especial Integral para una vida libre de violencia para las mujeres (2011), reconoció el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda, disponiendo que:

Quien indujere a una mujer al suicidio o le prestare ayuda para cometerlo, valiéndose de cualquiera de las siguientes circunstancias, será sancionado con prisión de cinco a siete años:

- a) Que le preceda cualquiera de los tipos o modalidades de violencia contemplados en la presente ley o en cualquier otra ley.
- b) Que el denunciado se haya aprovechado de cualquier situación de riesgo o condición física o psíquica en que se encontrare la víctima, por haberse ejercido contra ésta, cualquiera de los tipos o modalidades de violencia contemplados en la presente o en cualquier otra ley.
- c) Que el inductor se haya aprovechado de la superioridad generada por las relaciones preexistentes o existentes entre él y la víctima (art. 48).

La normativa penal salvadoreña asienta dos verbos rectores para el perfeccionamiento del delito en estudio, constituyéndose como inicial el verbo inducir y en un segundo plano ayudar a la fémina a consumir el hecho de atentar en contra de su vida, cuyos actos provenientes del sujeto activo están íntimamente relacionados con tres modalidades de violencia, como es la comunitaria, que se perpetra por actos y omisiones de agentes individuales o colectivos que infringen los derechos fundamentales de las féminas, dando cabida a una violencia simbólica; en otro campo está la violencia institucional que recae en las acciones por parte de cualquier servidor público o privado que obstaculicen el uso y goce de los derechos de la mujer, perfeccionado de tal manera una violencia de carácter económico, y omisiones; y finalmente la modalidad de violencia laboral que se desarrollan en los centros de trabajo, reflejándose a través de la física, psicológica y emocional.

Paralelamente el Estado de Chile ha reconocido el delito de suicidio femicida, tras la promulgación de la Ley Nro. 21.523 (2022) o más conocida como Ley Antonia, que “modifica diversos cuerpos legales para mejorar las garantías procesales, proteger los derechos de las víctimas de los delitos sexuales, y evitar su revictimización” (encabezado), disponiendo que se introduzcan varias modificaciones en el Código Penal (1874), y que en su parte pertinente dispone lo siguiente:

El que, con ocasión de hechos previos constitutivos de violencia de género, cometidos por éste en contra de la víctima, causare el suicidio de una mujer, será sancionado con la pena de presidio menor en su grado máximo a presidio mayor en su grado mínimo como autor de suicidio femicida.

Se entenderá por violencia de género cualquier acción u omisión basada en el género, que causare muerte, daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico a la

mujer, donde quiera que esto ocurra, especialmente aquellas circunstancias establecidas en el artículo 390 ter. (art. 390)

Indudablemente la Ley Antonia promulgada en los últimos años, ha propiciado al estado chileno pautas indispensables para proteger los derechos de las féminas, víctimas de la violencia de género que se consuma con la muerte de las mismas, y que en la mayoría de los casos al recurrir a la justicia ordinaria eran humilladas e inclusive revictimizadas, hecho que no es ajeno a la realidad ecuatoriana.

El delito de suicidio femicida prescribe como verbo rector el casuar muerte a una mujer, en sujeción estricta a la violencia de género, dejando por sentado que el sujeto activo de este delito es el hombre, y quien lo perfecciona por diversas circunstancias, como es la negativa por parte de la fémina para entablar una relación de índole sexual o sentimental, la consecuencia de que la fémina haya ejercido algún tipo de oficio en el campo sexual, como es la prostitución. De igual forma, el delito en estudio encaja tras el cometimiento de una violación, o de la misoginia por la orientación sexual o identidad de género de la víctima, así como también por una perpetrable subordinación de relaciones de poder entre el agresor y la víctima (fémina).

Por su parte, la República del Ecuador, reconoce una figura penal con total cercanía al delito del suicidio feminicida tipificado por países latinos y citado en líneas anteriores, reconociéndose de tal manera en el Código Orgánico Integral Penal (2014) la figura de la instigación al suicidio, en cuya norma penal se dispone que:

Será sancionada con pena privativa de la libertad de uno a tres años, la persona que induzca o dirija, mediante amenazas, consejos, órdenes concretas, retos, por medio de cualquier tipo de comunicación verbal, física, digital o electrónica existente, a una persona a que se provoque daño así mismo o ponga fin a su vida, siempre que resulte demostrable que dicha influencia fue determinante en el resultado dañoso. (art. 154.1)

La normativa penal ecuatoriana solamente sanciona la conducta de instigación al suicidio, esto a partir del año 2019 tras una reforma al texto legal, cuya naturaleza del delito radica en la perpetración de actos que ponen en peligro el bien jurídico protegido como es la vida o la integridad personal, ya sea a través de lesiones severas o inclusive la consumación de la misma llegando a la muerte del agente pasivo, todo esto debido a la incitación o sugerencia perseverante del sujeto activo, acarreado un sinnúmero de factores psicológicos y sociales, que coadyuban a la consumación del hecho atroz.

La instigación al suicidio al establecer como bien jurídico la vida del propio suicida, demanda de un trabajo interdisciplinario, tanto del constitucional como también del derecho penal, en razón estricta de que la Constitución de la República del Ecuador

(2008), reconoce y garantiza el “derecho a la inviolabilidad de la vida” (Art. 66, num. 1), dejando por sentado el deber del Estado en instaurar mecanismos de prevención y erradicación de esta conducta en la sociedad.

Por otro lado, se impone la presencia del sujeto activo del delito, misma que deberá poseer capacidad legal para la realización de la conducta típica, antijurídica y culpable, que induce o dirige al sujeto pasivo a actuar lesivamente en contra de sí mismo, estando en sus manos el dominio del suceso, constituyéndose de tal manera en un tipo penal de carácter autónomo. De aquí que varios doctrinarios analizan la instigación al suicidio desde una perspectiva de coautoría.

Ahora bien, desde el campo en que se desenvuelve el sujeto pasivo como tal, que bien podría ser del género femenino como masculino, esto de conformidad al enfoque global de la tipificación de la instigación al suicidio, el factor psicológico será fuente principal de análisis en este tipo delictual, siendo imprescindible la práctica de una autopsia psicológica, ejecutada por un perito psicólogo forense, acreditado por el Consejo de la Judicatura, toda vez que dicha prueba pericial permite conocer la realidad histórica de los hechos, siendo así que:

La autopsia psicológica es una técnica que se utiliza cuando existe duda entre las hipótesis de accidente, suicidio u homicidio y busca la reconstrucción del estilo comportamental de él o la fallecida, mediante la evaluación de varios aspectos: (i) si la persona tenía un motivo para suicidarse; (ii) sus vulnerabilidades; y (iii) el estudio de su personalidad a partir de una evaluación retrospectiva de su vida. (Caso Digna Ochoa y Familiares VS. México, 2021, pár. 126)

La pericia que responde a la autopsia psicológica, tiene como objetivo único el valorar el estado mental del sujeto pasivo al momento de la ejecución del acto, toda vez que el suicidio forma parte de grupo de muertes violentas, y por ello se torna imprescindible descartar si en efecto se trata de un homicidio disfrazado de suicidio o si en realidad la víctima terminó con su propia vida. Además, resulta imperante que se practique esta experticia ya que constituye un medio auxiliar para que el juzgador emita su decisión de conformidad a las conclusiones arribadas dentro del informe, mismas que tendrán estrecha relación con la verdad histórica de los hechos.

### **Casos de suicidio feminicida en Ecuador**

En este acápite, se traerá a colación algunos de los casos más controversiales del estado ecuatoriano en donde se evidencia la consumación de un delito de suicidio feminicida y que por no estar tipificada esta figura legal dentro del ordenamiento jurídico, han sido resueltos a través de una figura legal con mayor cercanía y en el peor de los casos varios han quedado en la impunidad. Es así que, con el ánimo de ejemplificar casos asociados a

este delito, se recurre a narraciones que han sido construidas a través de reportajes en medios de comunicación, entrevistas a familiares y amigos de las víctimas, jurisprudencia y analogía de casos mediáticos de carácter internacional.

Como primer caso controversial se trae a colación el de la adolescente de nombres Paola del Rosario Guzmán Albarracín, quien, cursando sus estudios en el Colegio fiscal técnico de Comercio y Administración Dr. Miguel Martínez Serrano, y con tan solo dieciséis años de edad decidió terminar con su vida un 13 de diciembre del año 2002. Este acontecimiento causó gran conmoción en sus compañeros de clase, allegados, y como no en sus familiares, quienes dividían el dolor y la indignación por lo sucedido, debido a que:

[...] desde los 14 fue abusada por el vicerrector de la escuela, se trata de un hombre de casi 60 años de edad, que contó con el silencio de profesoras, médicos, padres y madres de familia, así como autoridades estatales, para abusar no solamente de Paola, sino también de otras niñas del colegio. Tras dos años de abuso sexual y psicológico, Paola que se sentía “enamorada” de su explotador, decidió ingerir fósforo blanco para acabar con su vida. (Palomo, 2021, pág. 247)

A inicios del siglo XXI, la violencia ejercida en contra de las mujeres y de las niñas dentro del marco educativo era de gran dimensión, más aún dentro del ámbito ecuatoriano, en donde las niñas y adolescentes se ubicaban en las primeras líneas para constituirse víctimas de sus docentes y autoridades administrativas, por la cultura machista que prevalecía en esas épocas, calificándoles como “agresores típicos” (Palomo, 2021, pág. 248), tal cual se refleja en el caso de Paola Guzmán Albarracín, quien por instigación de una autoridad educativa de la institución en la que estudiaba, ella mantenía relaciones con él, a fin de tener un cierto tipo de beneficio en su desenvolvimiento escolar; y es que el grado de dominio que ejercía el agresor sobre la víctima en estudio era imperante, a tal punto de ejercer una total sujeción que tendría como resultado el suicidio de la fémina.

Curiosa y ventajosamente, la víctima dejó tres cartas antes de su muerte. “El texto de dos de ellas (una en borrador), iban dirigidas al Vicerrector, expresando que se sintió “engañada” por él, quien había “tenido” otras mujeres, por lo que decidió tomar veneno al no poder soportar “tantas cosas que sufría” (Palomo, 2021, pág. 249). De ello se deduce que Paola no era la única víctima de aquel agresor, sino por el contrario, fue únicamente a través de este caso que se despojó al vicerrector de un cargo mal desempeñado en contra de las estudiantes. Así Moreno (2014), ratifica que:

La violencia basada en género, vinculada a la escuela, tiene efectos en el bajo rendimiento, en la asistencia irregular, la deserción escolar, el absentismo y la baja autoestima. La violencia también puede tener implicaciones para la salud física o psicológica y puede tener efectos duraderos graves. (pág. 9)

Los actos consecutivos de violencia sexual ejercidos en contra Paola Guzmán Albarracín se vieron reflejados en el suicidio tras la ingesta de los diablillos, y como consecuencia del alto grado de sufrimiento que padeció, mayormente psicológico, afectando de tal manera sus derechos, como es el de la vida e integridad personal de la fémina. De esta forma la Corte Interamericana de Derecho Humanas (Caso Guzmán Albarracín y otras VS. Ecuador, 2020) sostuvo que:

[...] La conducta suicida mostró hasta qué punto el sufrimiento psicológico resultó severo. Las agresiones directas a los derechos de la niña y la tolerancia institucional respecto a las mismas generaron evidentes consecuencias perjudiciales en ella. La situación de violencia indicada implicó, entonces, una afectación al derecho de Paola Guzmán Albarracín a una existencia digna, que se vio estrechamente ligada al acto suicida que ella cometió. (pár. 257)

De manera paralela, el caso de la señorita Gabriela Díaz Cañizares quien se suicidó el 5 de abril del año 2014, se configura en un caso fiel ejemplificador de la violencia ejercida en contra de las mujeres, perturbando así su estabilidad emocional y psíquica, degenerando de tal modo su desarrollo íntegro, así como también su libertad y seguridad. A decir verdad, este hecho se produjo en razón de:

[...] la crisis emocional, la depresión y la afectación psicológica que le dejó ser violada por parte de los señores Iván Rivadeneira y Fausto Saavedra el día 22 de julio de 2013, en horas de la noche, cuando se encontraban en una reunión en el domicilio del señor Saavedra, ubicado en las calles Princesa Toa y Condorazo, de la ciudad de Riobamba-Ecuador. (Pino, 2023, pág. 28)

El lamentable caso mediático de Gaby Díaz se ventiló a través de una acción pública, toda vez que se direccionó por los delitos de atentado contra el pudor, violación y estupro, en donde la fémina al no soportar todo el trauma a raíz de la afectación física y emocional que cargaba sobre sí por los hechos cometidos en su contra, decidió terminar con su vida, dejando cristalizado un suicidio feminicida, en donde se visualiza la conducta de los sujetos activos y el de la víctima, más sin embargo, para aquel entonces y hasta la presente fecha, el tipo penal que adecuaba dicha conducta no ha sido tipificada en la legislación penal ecuatoriana, a fin de sancionar a los victimarios conforme a las circunstancias.

El Tribunal de Garantías Penales con sede en el cantón Riobamba dentro de su sentencia escrita, consideraron que los generaron un cuadro de estrés post trauma e incluyeron una analogía entre el cuadro generado en la víctima y los factores de miedo que sostiene la Organización Mundial de la Salud (OMS), a tal punto de concluir a la siguiente sintomatología:

1. Miedo que tenía Gabriela Díaz de perder la vida, por su integridad física y emocional. 2. Temor permanente a la re- victimización, por sintomatología agudo depresiva lo que generó que la depresión aumente. 3. Re experimentación que es la manifestación de toda la sintomatología como irritabilidad, sudoración, mareos cambios de carácter, todo esto genera el estrés post trauma con un cuadro de ansiedad moderada con riesgos, es decir con ideas autolíticas lo que le llevó a tomar una decisión, según los datos recogidos el estrés pos traumático se da por un caso de violencia sexual extrema, lo que la afecta emocionalmente a tal punto de entrar en un grado de temor a su integridad física y miedo a factores extraños [...]. (Atentado contra el pudor, violación y estupro, 2015, pág. 24)

La traumática experiencia que vivió Gabriela Díaz la sumió en una aguda depresión tal cual se explica en el párrafo precedente, quien desde un inicio temía por su integridad, y como no hacerlo, si fue violada por dos sujetos que, por versiones de su señora madre se conoce que eran ex compañeros del colegio. Por otro lado, dentro de la causa en la cual se ventiló el caso de la fémina en estudio,

[...] se ha judicializado una autopsia psicológica, la cual reviste la parte psicológica y la de entorno social, las especialistas acreditadas dijeron que este caso conlleva a todos los síntomas de un caso de violación, a más de eso conlleva un caso de violencia de género, que a raíz de la agresión se le produjo un estrés post traumático, a criterio de los profesionales quienes supieron indicar que lo que ella decía y el estado de emoción que presentaba, era coherente con un delito de abuso sexual. (Atentado contra el pudor, violación y estupro, 2015, pág. 50)

Curiosamente el Tribunal de Garantías Penales con sede en el cantón Riobamba declaró culpable a los procesados Iván Vinicio Rivadeneira Luna y Fausto José Saavedra Cuadrado, por el delito de violación, que para la fecha el acto imputable se encontraba tipificado en el Art. 512, numeral 2 del Código Penal, actualmente derogado. Esta sentencia ha sido de gran análisis en trabajos de titulación de pre grado y post grado, toda vez que nunca se consideró la muerte como tal de la fémina a consecuencia de la violencia al derecho de libertad sexual, llegando a considerarse que “se llegó a violentar el principio de proporcionalidad y de seguridad jurídica de las personas procesadas” (Pino, 2023, pág. 28), debido a que “la conducta ilícita del autor de la transgresión debe ser proporcional al bien jurídico afectado y a la culpabilidad con la que actuó el autor” (Caso de la Masacre de La Rochela Vs. Colombia , 2007).

### Metodología

La investigación se fundamentó en un enfoque cualitativo sólido, que incluyó una exhaustiva revisión bibliográfica y una sólida fundamentación teórica. Esta fase requirió el estudio detallado de antecedentes, generalidades, significado e interpretación del delito

de suicidio feminicida por inducción o ayuda. Se adoptó un enfoque descriptivo de alto nivel, lo que permitió identificar criterios relevantes de tratadistas y doctrinarios expertos en el tema, así como analizar casos específicos en los que mujeres ecuatorianas fueron instigadas por sus agresores hasta el punto de tomar deliberadamente la decisión de acabar con sus vidas.

Los métodos utilizados fueron principalmente inductivo-deductivos, partiendo de ideas particulares para llegar a conclusiones generales. Se emplearon múltiples fuentes fidedignas relacionadas con autores que defienden la existencia del delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda. Además, se aplicó el método analítico-sintético para desglosar y sintetizar la información recopilada de las entrevistas realizadas a expertos. Para complementar el análisis, se utilizó el método comparativo, que permitió contrastar la legislación internacional que tipifica el delito del suicidio feminicida por inducción o ayuda en El Salvador y el delito de suicidio femicida en Chile, estableciendo similitudes y diferencias con la legislación ecuatoriana como aporte a este estudio.

En cuanto a las técnicas utilizadas, se recurrió a la revisión documental y a la realización de entrevistas. Los instrumentos empleados fueron el fichaje y el cuestionario, considerados ideales para los propósitos de esta investigación. El objetivo principal fue recabar información que permitiera evaluar la necesidad de tipificar el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal del Ecuador, basándose en precedentes legales y enriqueciendo así el debate jurídico en el país.

## Resultados

El presente artículo científico se sustentó en entrevistas dirigidas a tres participantes, quienes responden a dos jueces de la Unidad Judicial Multicompetente con sede el catón Gualaquiza – San Juan Bosco, provincia de Morona Santiago, y el Agente Fiscal del mismo cantón. Las actividades se realizaron en los ambientes naturales de las instituciones en las que laboran, y a quienes previamente se les comunicó de los términos de la investigación y del consentimiento informado, a fin de que éste sea aceptado y contestada por los participantes.

### 1. ¿Cómo describiría Ud. al delito del suicidio feminicida por inducción o ayuda?

Juez 1.- El suicidio se entiende como la forma de causarse daño a sí mismo, quitándose la vida, y el término feminicida proviene de la palabra fémina, y hace referencia a los delitos en los cuales se identifica como víctima exclusivamente a una persona de género femenino, y la inducción o ayuda es sugerirle algo a alguien o ayudarlo a hacer algo a alguien, por lo que se deduciría que el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda implica la muerte de una mujer porque alguien le invita a matarse o le incita a través de palabras, actos o a su vez le ayuda a que se perfeccione su muerte.

Juez 2.- Es imprescindible realizar una distinción de dos cosas que ya se encuentran establecidas en el Código Orgánico Integral Penal, la instigación al suicidio y el hostigamiento, en razón de que es bastante subjetivo determinar si el suicidio de una mujer se produjo a causa de la instigación por parte de su pareja, mismos que deberían estar relacionados a la violencia de género, o por el contrario, si una mujer fue hostigada a tal punto de quitarse la vida, por lo que se vuelve muy complejo definir dichos delitos como tal.

Fiscal.- El delito de suicida feminicida no se encuentra tipificado en la legislación penal ecuatoriana, pero bien se podría considerar que el hecho intencional por parte de una persona que crea un ambiente de violencia para instigar a la fémina a que cometa un suicidio; no obstante, el Art. 154.1 del Código Orgánico Integral Penal tipifica la instigación al suicidio, cuyo nexo causal converge en que una persona induce o dirige a otra a provocarse daño contra sí misma o a quitarse la vida; delito que es bastante asimilable al mencionado en un inicio, con la diferencia de que el legislador jamás hizo relación explícita a las mujeres en calidad de víctimas, por lo que no se restaría la posibilidad de que el legislador pueda crear un tipo penal específico y autónomo en cuanto al suicidio feminicida.

2. ¿A qué desafíos legales se somete el estado ecuatoriano frente a la violencia de género que se consuma con la muerte de las féminas?

Juez 1.- El estado ecuatoriano tiene una gran deuda con su población, en razón de que a nivel internacional siempre se procura luchar en contra del feminicidio, más Ecuador no ha podido mayormente contrarrestar este tipo de delitos que tiene que ver con las mujeres, por lo que se diría que los desafíos son de gran magnitud toda vez que debería implementar una política que combata desde las raíces el feminicidio, ya sea porque alguien mata a una fémina o porque alguien le induzca a suicidarse a una mujer.

Juez 2.- Considero que a fin de determinar si se ha cometido un suicidio feminicida, no es cuestión de que éste se encuentra tipificado en el Código Orgánico Integral Penal, sino por el contrario, este se probaría a través de un estudio de una autopsia forense en la que participe un equipo multidisciplinario, incluyéndose psicólogos, psiquiatras, médicos, entre otros profesionales, con el ánimo de determinar la existencia de un nexo causal entre el suicidio de una fémina y la responsabilidad de su pareja o expareja, que a decir verdad, considero imposible por cuanto el sistema penal es insuficiente para determinar este tipo de conductas.

Fiscal. - Son múltiples los retos, partiendo de las políticas públicas como también desde el punto de vista de la tipificación de un delito de contexto explícito como es el suicidio feminicida. En lo que respecta a las políticas públicas se hablaría de las de prevención del

delito y las de protección a las personas que se encuentran en un círculo de violencia, y políticas en cuanto a la sanción de ciertos actos que constituyen violencia de género.

En lo que respecta al delito de suicidio feminicida, es complejo entenderlo como un tipo penal autónomo y específico, por la sencilla razón de que la muerte de la fémina motivada por ciertas conductas opresoras por parte de la pareja o expareja, no es el resultado que habría estado buscando la persona que está oprimiendo, debido a que, cuando se busca castigar desde el punto penal a una persona, normalmente se la castiga por los actos que ha querido provocar más no por lo actos que se han provocado sin quererlo, propiciando así el espacio de un homicidio preterintencional.

3. ¿Cómo puede el estado ecuatoriano ayudar a eliminar la estigmatización asociada con la violencia de género que termina con la vida de las féminas?

Juez 1.- Una de las primeras salidas es la educación desde los primeros años escolares, en donde se debería trabajar en la igualdad de género y condiciones, así como también abordar la temática de sexualidad de hombre y mujer, ahondando el área de la biología, denotándose la diferencia exclusivamente en lo biológico de cada hombre y mujer; sin embargo, constituyéndonos todos como personas, poseemos los mismos derechos y obligaciones. Lógicamente nos diferencian ciertas cosas como los estudios, la posición económica, la cultura, etc., pero eso no es ningún impedimento para respetar a los demás.

Juez 2.- Se debe tener en cuenta que la violencia de género tiene una mayor presencia en las comunidades del ámbito rural e indígena, y este lamentable hecho se debe a la falta de políticas de prevención de violencia de género, a tal punto que se ha permitido que en la mayoría de los casos en que se dicta medidas de protección a favor de las mujeres, los victimarios pasan a ser víctimas, por cuanto las mujeres que han sido sometidas a la violencia son objeto de discriminación por parte de su pareja, sosteniendo términos coloquiales como “Ah, me has denunciado, ahora no vas a tener con qué comer”, por lo que se creería conveniente que al otorgar medidas de protección, éstas deberían ser acompañadas de un medio propio de subsistencia, porque mientras sigan dependiendo económicamente de sus victimarios, ellas tendrán que soportar cualquier tipo de violencia, lo que a lo largo conllevaría a un posible suicidio de las víctimas.

Fiscal. - La sociedad ha dado cabida a ciertos pensamientos arraigados, mismos que conducen a pensar que ciertos roles están asignados a determinadas personas en función de su género, así como también ciertos comportamientos, lo que conllevaría a una de las causas principales de la violencia de género, por lo que se precisaría trabajar en la educación desde las tempranas aulas escolares en niños, niñas, adolescentes, a fin de que se desarraigue de sus cánones intelectuales dichas causales. Esto conllevaría a generar un entendimiento desde su consciencia más íntima en dichos sujetos, que las personas nacen

iguales y que por ende todos son poseedores de derechos, solo así se podría evitar casos devastadores como los feminicidios y suicidios por instigación.

4. ¿Considera necesaria la tipificación de la figura legal del suicidio feminicida por inducción o ayuda en la legislación penal ecuatoriana? ¿Por qué?

Juez 1.- Sí podría ser considerado para una reforma legal, a fin de que se tipifique el delito con sus respectivos verbos rectores y así cumplir con los parámetros internacionales con relación a la defensa del género femenino; no obstante, hay que tener conciencia de que si vamos a establecer un tipo penal, hay que contar con las herramientas pertinentes y precisas para que se efectivice, es decir para que llegue a una feliz sentencia, porque de nada serviría contar con múltiples tipos penales si es que los mismos no se logran aplicar adecuadamente.

Juez 2.- Considero personalmente que tipificar el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda, sería letra muerta, porque el estado ecuatoriano no está preparado para dotar las herramientas técnicas y legales, que permitan determinar que una fémina se suicidó por dichas casuales, lo que llevaría a un hecho imposible, ya que estamos hablando de una subjetividad de una persona que fallece, en razón de que se tendría que demostrar que la responsabilidad del sujeto activo en este hecho, mismo que deberá ser típico, antijurídico y culpable, toda vez que el suicidio por sí es una conducta ejercida por la suicida, y se debería probar que en su efecto su pareja o expareja la instigó o ayudó para que lo llegase a consumir.

Al mismo tiempo me permito comentar una experiencia que versa sobre un matrimonio, en donde el cónyuge mantenía una relación extramarital y que, tras enterarse su esposa, ella procedió a reclamarle; sin embargo, el esposo con mucho cinismo le dijo que “si no estaba de acuerdo que él tuviese una amante, se suicide como sus hijas”. Este hecho no llegó a judicializarse como tal porque la señora aceptó dicha relación y decidió continuar con su matrimonio; sin embargo, podría haberse perfeccionado aquí un caso de suicidio feminicida por inducción, toda vez que el cónyuge le sugirió que acabe con su vida.

Fiscal. - No considero trascendental la tipificación de esta figura penal, en razón de ya se encuentra regulado el delito de instigación al suicidio, por lo que trabajar y desarrollar un tipo penal específico para el suicidio feminicida por inducción o ayuda, no ayudaría a eliminar la violencia de género. Por el contrario, sostengo que crear un tipo penal vinculado al delito de violencia psicológica, desarrollado en el Art. 157 del Código Orgánico Integral Penal se sería positivo, en el sentido de que, si la violencia psicológica ha generado en la fémina la muerte, en la modalidad de suicidio, demostrando que se encuentre la conducta del presunto agresor y el nexo causal frente al resultado, debería ser considerado con la misma gravedad que el feminicidio.

5. ¿Cómo puede el sistema judicial mejorar su respuesta frente a los delitos de suicidio feminicida por inducción o ayuda?

Juez 1.- La función judicial podría mejorar el tratamiento de estos delitos, especializando así a los jueces a nivel nacional, ya que en el mismo cantón Gualaquiza se desempeñan jueces multicompetentes que conocen múltiples casos de todas las materias, obligándolos a estudiar y capacitarse por sí solos para resolver de una manera correcta conforme a Derecho, ya que si el juez se especializa, el juez profundiza sus conocimientos en violencia de género o suicidio feminicida, va a tener una mirada mucho más específica para resolver los casos de esta índole.

Juez 2.- Lo más imprescindible que debe ejecutar el sistema judicial es dotar de todos los mecanismos y personal, en cada una de las instituciones públicas, como médicos, psicólogos, trabajadoras sociales, para que atiendan emergentemente los casos que engloban violencia contra la mujer, ya que la realidad ecuatoriana y de manera exclusiva la gualaquisense es devastadora, a tal punto de que esta Unidad Judicial Multicompetente no cuenta con un equipo multidisciplinario, conformado por un médico, psicólogo, trabajador social y otros profesionales que deberían intervenir en los casos de violencia intrafamiliar.

Tal es el caso de un psicólogo, quien juega un papel fundamental en la verificación del grado de afectación que sufrió una mujer, leve, grave, moderada o si en su defecto la afectación sufrida le puede inducir a un suicidio, porque nosotros como jueces tenemos que basar nuestra decisión en hechos reales, debidamente comprobados, contando con la certeza y seguridad de los hechos.

Fiscal. - Preciso que en el caso de que llegase a desarrollarse, lo positivo sería que se lo incorpore como una de las modalidades de violencia psicológica. En este caso, en primer lugar, correspondería a los organismos encargados de la investigación de este tipo de delitos, cuenten con personal capacitado para desarrollar aquellas diligencias periciales indispensables, que en este caso constituiría fundamental la autopsia psicológica, por ser una técnica investigativa compleja y de la cual muy pocos profesionales especialistas en psicología forense, pueden hacerse cargo.

De esta manera, se precisa que la fiscalía general del Estado adopte políticas públicas acordes a investigar de modo eficaz, todo lo que relacione a este tipo de situaciones, porque tal como ocurre en la actualidad, producido un suicidio de una mujer no se realiza ningún tipo de investigación, ya que se asume rápidamente que de por medio no existió ningún delito, rezagando la posible conexión entre la violencia psicológica y la decisión autolítica de aquella mujer al olvido.

### **Análisis e interpretación de los resultados**

De las entrevistas efectuadas se puede afirmar que el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda tutela exclusivamente la vida de la mujer, siempre y cuando se encuentre bajo alguna de las circunstancias de violencia intrafamiliar, es decir, ya sea que la pareja o expareja tras propiciar una constante violencia psicológica, física, económica, sexual, entre otras, a la fémina, sugiriéndole que se genere daño a sí misma, atentando contra su integridad personal, o en su punto más extremo, éste le ayuda a que se perfeccione dicho acto atroz, con la finalidad de que la fémina se suicide.

Frente a las muertes constantes de las féminas, se tendría que considerar la implementación de políticas públicas de prevención de feminicidios y suicidios feminicidas, protección contra la violencia intrafamiliar, sanción rigurosa a los actos de violencia de género, y una consideración estricta de la tipificación de nuevas figuras legales que regulen los actos penalmente punibles.

Más allá de las políticas que el Estado ecuatoriano bien podría llegar a implementar para contrarrestar todo tipo de violencia de género, su primer deber sería buscar la erradicación, misma que sería posible a través de una educación rigurosa, en donde se inculcaría la igualdad de condiciones entre el género femenino y masculino, impidiendo de tal manera el desarrollo de conductas machista, formas de discriminación, “patrones estereotipados de comportamiento y prácticas sociales y culturales basadas en conceptos de inferioridad o subordinación” (Convención de Belém Do Pará, 1994), con la finalidad de permitir el uso y goce de los derechos que protegen al ser humano, plenamente reconocidos por en la Constitución de la República del Ecuador y los tratados internacionales.

En lo que respecta estrictamente a la consideración de una posible tipificación de la figura legal del suicidio feminicida por inducción o ayuda, se percibe una división de posturas, toda vez que desde un ángulo sí se estima pertinente la regulación de dicho delito, pero con la rigurosidad de establecer sus verbos rectores de manera clara y concisa, que a decir verdad, tendría que ser la instigación y la ayuda a la fémina, que propiciaría el sujeto activo, quien radicalmente sería un hombre, para que atentase contra su vida e integridad personal.

Por el otro extremo, se encuentra la negativa de regulación de una nueva figura penal, por el basto hecho de que el Estado ecuatoriano no se encuentre en la capacidad de efectivizar dicho acto punible, ya que se requiere de una implementación certera de instrumentos técnicos y legales para determinar la responsabilidad del sujeto activo y así confirmar una sentencia favorable para la víctima. Además, se considera ya existente una figura penal estrechamente relacionada con el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda,

como lo es la instigación al suicidio, mismo que se encuentra contemplado en el Art. 154, numeral 1 del Código Orgánico Integral Penal.

Sin embargo, lo que sí podría ponderar el legislador, es el desarrollo de un tercer inciso dentro del delito de violencia psicológica estipulado en el Art. 157 del Código Orgánico Integral Penal, en donde se haría referencia a este tipo de violencia en su máxima expresión que produce la muerte de la fémina, entendiéndose así de un homicidio preterintencional.

En este hilo de ideas, se colige la función del sistema judicial que es imperante frente a los suicidios constantes de las féminas por inducción o ayuda, ya que por largas décadas se ha obviado la especialización de los jueces en múltiples cantones del país, exigiéndolos a administrar justicia como uno de sus deberes imperantes, careciendo de especialización en determinadas materias, ya que solo de esta manera el sustanciador de la causa contaría con la preparación idónea para resolver casos específicos. Adicionalmente se requeriría de la implementación de mecanismos y de una comunidad profesional especialista en diversas ciencias.

### Conclusiones

- El concepto de suicidio feminicida por inducción o ayuda representa una innovación significativa en el ámbito mundial, surgiendo a principios del siglo XXI como respuesta a la trágica realidad de las mujeres que, víctimas de violencia de género, llegan al extremo de quitarse la vida. Activistas feministas, al evidenciar esta problemática, buscaron conceptualizarla para instar a los estados a nivel internacional a tipificarla, con el objetivo primordial de proteger la vida de las mujeres y sancionar a aquellos que, principalmente hombres, ejercen una influencia negativa que conduce a la víctima al suicidio, ya sea mediante violencia física o psicológica.
- A nivel internacional, dos países han destacado por ser pioneros en la tipificación de este delito en sus legislaciones penales. El Salvador, a través de la promulgación de la Ley Especial Integral para una vida libre de violencia para las mujeres en 2011, reconoció el suicidio feminicida por inducción o ayuda como un delito. Por su parte, Chile incorporó el delito de suicidio femicida en la Ley N° 21.523, conocida como Ley Antonia, promulgada en 2022. Estos avances reflejan la voluntad estatal de contrarrestar la influencia del agresor sobre la víctima, ya sea mediante palabras u acciones opresivas, que la llevan al suicidio.
- En el contexto ecuatoriano, se han presenciado casos devastadores como el de Paola del Rosario Guzmán Albarracín y Gabriela Díaz, quienes fueron víctimas de violencia sexual y psicológica que culminaron en suicidios. Esto evidencia la negligencia de las instituciones públicas y la falta de acción estatal en la

protección de estas mujeres. Los jueces han señalado la carencia de mecanismos y personal especializado para abordar estos casos, instando a la necesidad de una reforma legal que tipifique el delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda en el Código Orgánico Integral Penal. Esta reforma se alinea con las disposiciones de los tratados internacionales, que buscan proteger la integridad y el derecho a la vida de las mujeres.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### Referencias Bibliográficas

Álvarez, G. (2002). Metodología de la investigación jurídica. Santiago: Lord Cochrane 417, Santiago Chile.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (2011). Ley Especial Integral para una vida libre de violencia para las mujeres. San Salvador: DECRETO N° 520.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (2011). Ley Especial Integral para una Vida Libre de Violencia para las mujeres . San Salvador: Decreto N° 520.

Asamblea Nacional . (2008). Constitución de la República del Ecuador . Quito: Registro Oficial 449.

Atentado contra el pudor, violación y estupro, Causa Nro. 06282-2014-2110 (Tribunal de Garantías Penales con sede en el cantón Riobamba 18 de Marzo de 2015).

Begoña, M. P. (2013). Violencia de género. Cultura de la legalidad, 226-233.

Caso de la Masacre de La Rochela Vs. Colombia (Corte Interamericana de Derechos Humanos 11 de Mayo de 2007).

Caso Digna Ochoa y Familiares VS. México (Corte Interamericana de Derechos Humanos 25 de Enero de 2021).

Caso Guzmán Albarracín y otras VS. Ecuador, Serie C No. 405 (Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) 24 de Junio de 2020).

Congreso Nacional . (1994). Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra la Mujer "Convención de Belém Do Pará". Belém Do Pará, Brasil: Registro Oficial S. 153.

- Congreso Nacional. (2022). Ley 21523. Santiago: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.
- Echeburúa, E. (2015). Las múltiples caras del suicidio en la clínica psicológica. *Terapia psicológica*, 117-126.
- Francisca, E. (4 de Agosto de 2011). Violencia de género. *Mente y Cerebro*, págs. 20-25.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). (Septiembre de 2023). Registro Estadístico de Defunciones Generales de 2022. Obtenido de Estadísticas Vitales: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion\\_y\\_Demografia/Defunciones\\_Generales\\_2022/Principales\\_resultados\\_EDG\\_2022.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Defunciones_Generales_2022/Principales_resultados_EDG_2022.pdf)
- Lagarde, M. (2005). *El feminicidio, delito contra la humanidad*. . México: Comisión Especial para Conocer y dar Seguimiento a las Investigaciones con los Feminicidios en la República Mexicana. .
- Lagarde, M. (2005). *Los cautiverios de las mujeres: madresposas, monjas, putas, presas y locas*. . México: CEIICH, UNAM.
- Ministerio de Justicia. (1874). Código Penal. Santiago: 12-NOV-1874.
- Moreno, U. C. (julio de 2014). La prevención de la violencia contra las mujeres y las niñas el contexto educativo. . Obtenido de El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF): <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.unicef.org/lac/media/6336/file/PDF%20La%20prevenci%C3%B3n%20de%20la%20violencia%20contra%20las%20mujeres%20y%20las%20ni%C3%B1as%20el%20contexto%20educativo.pdf>
- Ñaupas, H. V. (2018). *Metodología de la investigación* . Bogotá: Ediciones de la U - Carrera 27 # 27-43 .
- Organización Mundial de la Salud. (17 de Junio de 2021). Suicidio. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide>
- Organización Mundial de la Salud. (17 de Junio de 2021). Una de cada 100 muertes es por suicidio. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news/item/17-06-2021-one-in-100-deaths-is-by-suicide>

- Palmett, A. (2020). Métodos inductivo, deductivo y teoría de la pedagogía crítica . Petroglifos, 7.
- Palomo, C. C. (2021). El caso de Paola Guzmán Albarracín, violencia sexual infantil en el ámbito educativo en Ecuador. . Revista de Estudios Socioeducativos (RESED), 246-257.
- Pino, M. Á. (2023). Análisis del delito del suicidio feminicida en América Latina y España. CAP Jurídica Central , 27-50.
- Russell, D. (2006). Feminicidio. La política del asesinato de las mujeres. México: CEIICH, UNAM.
- Sánchez, A. y. (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa . Monterrey, México: ISSN-e: 2594-2956.
- Sentencia No. 393-17-EP/23, Caso No. 393-17-EP (Corte Constitucional del Ecuador 9 de Febrero de 2023).
- Vega, G. A. (2021). Aproximación al delito de suicidio feminicida por inducción o ayuda regulado en El Salvado. Revista Penal México, 107-125.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones

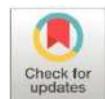


## Does Sexual Behaviors Account for HPV-related Oropharyngeal Cancer (OPC)?

*¿Los comportamientos sexuales explican el cáncer de orofaringe (OPC) relacionado con el VPH?*

<sup>1</sup> Roberto David Flores Núñez  
Investigador independiente, Quito, Ecuador  
[flores.d.roberto.n@gmail.com](mailto:flores.d.roberto.n@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-7893-0756>



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/01/2023

Revisado: 18/04/2023

Aceptado: 10/06/2023

Publicado: 22/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2953>

**Cítese:** Flores Núñez, R. D. (2024). Does Sexual Behaviors Account for HPV-related Oropharyngeal Cancer (OPC)? . ConcienciaDigital, 7(1.3), 162-171. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2953>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras**

**claves:** Virus del Papiloma Humano, VPH, Cáncer de orofaringe, Conductas Sexuales.

**Keywords:**

Human Papillomavirus, HPV, Oropharyngeal Cancer, OPC, Sexual Behaviors.

**Resumen**

**Introducción:** El virus del papiloma humano (VPH) es una infección de transmisión sexual que se ha relacionado estrechamente con el cáncer de orofaringe. Alguna evidencia sugiere que los comportamientos sexuales pueden aumentar el riesgo de cáncer de orofaringe. **Objetivos:** Hacer una revisión de la información existente sobre el cáncer orofaríngeo asociado al VPH y su relación con conductas sexuales. **Metodología:** Se utilizó Google Scholar para buscar bases de datos electrónicos de casos clínicos y artículos de revisión sobre cáncer orofaríngeo relacionado al VPH desde el 2020 al 2023. **Resultados:** Ocho estudios revelaron que ciertas prácticas sexuales pueden aumentar el riesgo de cáncer de orofaringe, mientras que 2 estudios europeos afirman que no existe correlación entre las infecciones por VPH y los hábitos sexuales. **Conclusiones:** Las prácticas sexuales seguras pueden reducir el riesgo de infecciones por VPH y el riesgo de desarrollar cáncer de orofaringe. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Virología. **Tipo de estudio:** revisión bibliográfica.

**Abstract**

**Introduction:** Human Papillomavirus (HPV) is a sexually transmitted infection which has closely been linked to oropharyngeal cancer. Some evidence suggests that sexual behaviors may increase the risk of oropharyngeal cancer. **Objectives:** To summarize the current information about HPV-related oropharyngeal cancer and its relationship with sexual behaviors. **Methodology:** Google Scholar was used to find electronic databases about HPV-associated oropharyngeal cancer cases and review articles from 2020 and 2023. **Results:** 8 studies revealed that sexual behaviors may increase the risk of oropharyngeal cancer, whereas 2 studies claim that there is no correlation between HPV infections and sexual habits. **Conclusion:** safe sexual practices may reduce the risk of HPV infections and the risk of developing oropharyngeal cancer. **General field of study:** Medicine. **Specific field of study:** Virology. **Type of study:** review article.

## Introduction

Human Papillomavirus (HPV) has long been recognized as a sexually transmitted infection, with increasing evidence linking certain sexual habits to the rise in HPV-associated oropharyngeal cancer. As the prevalence of this cancer continues to grow, understanding the intricate relationship between sexual behaviors and HPV transmission becomes imperative for both public health initiatives and individual awareness. Cancer represents the second cause of death around the world and an HPV infection may lead to Cancer (Szymonowicz & Chen, 2020). HPV is primarily transmitted through intimate skin-to-skin contact, and sexual activity plays a significant role in its spread. Oropharyngeal cancer, associated with the oropharynx, including the base of the tongue and tonsils, has been increasingly linked to specific sexual behaviors, particularly oral sex. The virus can be present in the genital, anal, and oral regions, and engaging in oral-genital contact becomes a significant risk factor for the transmission of high-risk HPV types, such as HPV-16 (Wierzbicka et al., 2023).

In addition, studies have consistently shown that individuals with a history of multiple sexual partners are at a higher risk of contracting HPV, including the high-risk types associated with oropharyngeal cancer. The number of sexual partners, particularly those involving oral-genital contact, correlates with an increased likelihood of exposure to the virus. Promiscuity and the absence of consistent condom use further amplify the risk of transmission (Huang et al., 2020).

The landscape of oropharyngeal cancer has undergone a noticeable shift, with men being disproportionately affected. The prevalence of HPV-associated oropharyngeal cancer is higher in men than in women, and sexual habits are considered a significant contributing factor. The reasons behind this gender disparity warrant further exploration, but the link between sexual behaviors and HPV transmission is a crucial aspect of this evolving pattern. In a cross-sectional study, it was found that there was a 2.7% increase incidence of oropharyngeal cases among men in the United States (Damgacioglu, 2022).

Oral sex, once considered a lower-risk sexual activity, has emerged as a potential route of HPV transmission leading to oropharyngeal cancer. The practice of oral-genital contact, irrespective of gender, is associated with an increased likelihood of exposure to HPV. Notably, the rise in HPV-associated oropharyngeal cancer has prompted researchers to delve deeper into the dynamics of oral HPV infection and its implications for cancer development (Bruno et al., 2023).

Given the strong association between sexual habits and the transmission of HPV, prevention strategies play a pivotal role in mitigating the risk of HPV-associated oropharyngeal cancer. HPV vaccination, which has traditionally been emphasized for preventing cervical cancer, now holds promise as a preventive measure for oropharyngeal

cancer. Public health campaigns promoting vaccination, along with education on safe sexual practices, can contribute to reducing the incidence of HPV transmission and subsequent oropharyngeal cancer. Some evidence suggests that vaccination could successfully prevent some types of cancer. It was proved that the risk of invasive cervical cancer could significantly be reduced by the HPV vaccine (Lei et al., 2020).

### Methodology

I used electronic databases to collect data for this review article. Google Scholar was used to find retrospective, cohort, multicenter, case-controlled studies about HPV-related oropharyngeal cancer cases and their relationship with sexual behaviors. In addition, I also decided to include three review studies with meta-analysis in order to compare them with the case-controlled studies. In addition, the inclusion criteria were comprised of studies published between 2020 and 2023. I decided to exclude other previous studies before the year 2020. I gathered data related to the type of study, number of patients, the methodology, results, and conclusions. I used the following keywords: "human papillomavirus", "HPV", "oropharyngeal cancer", "sexual behaviors", "sexual habits", "HPV-associated oropharyngeal cancer", to find eligible studies. I only chose articles written in English, I excluded articles written in Spanish. Finally, I only selected 10 studies in total, which include 3 review articles and 7 case studies. I excluded other types of HPV-associated cancers, such as: cervical cancer and penile cancer. I only focused on HPV-related oropharyngeal cancer studies and their association with sexual habits.

### Discussion

Some studies have shown that sexual behaviors may play a key role in HPV-transmission and HPV-related oropharyngeal cancer development. The vast majority of studies that were included in this review have shown that indeed sexual habits may directly contribute to the transmission of HPV and cancer development. However, only 2 studies indicated that there was no correlation between sexual habits and HPV-associated oropharyngeal cancer. The authors attributed these differences to some cultural and geographical factors which may have influenced these results.

**Table 1**

*Summary of case studies and review articles' findings on HPV-related OPC cancer*

#	Author	Number of studies	Number of patients	Type of Study	Method	Conclusions
1	Wierzbicka et al. (2021)	23	Unknown	Review	Electronic databases were reviewed	HPV infection and oropharyngeal cancer depends mainly on sexual behaviors
2	Quabius et al. (2020)	1	106	Retrospective study	Questionnaires were completed	No correlation between sexual habits and HPV infections

**Table 1**

*Summary of case studies and review articles' findings on HPV-related OPC cancer (continuation)*

#	Author	Number of studies	Number of patients	Type of Study	Method	Conclusions
3	Wichmann et al. (2023)	1	329	Cohort study	Questionnaires were completed from 2010 to 2012	Sexual behaviors may not be the main cause of oropharyngeal cancer development
4	Drake et al. (2021)	1	163	Multicenter case-controlled	Surveys were filled out from 2013 to 2018	Sexual behaviors increase the risk of developing OPC
5	Rodriguez-Achilla & Suarez-Machado (2022)	36	Unknown	Review and meta-analysis	Electronic databases between 1981 and 2018	Sexual practices increase the risk of an HPV infection
6	Antonsson et al. (2022)	2	1165	Case-case cohort study	Questionnaires were completed between 2013 to 2016	Sexual behaviors increase the risk of developing OPC and HPV infection
7	Bruno et al. (2023)	1	347	Questionnaires	Screenings took place between 2021 and 2022	Sexual behaviors may play a key role in Oropharyngeal Cancer
8	Ferreira (2023)	21	Unknown	Review	Electronic databases were reviewed	Changes in sexual behaviors contribute to Oropharyngeal Cancer
9	Tokita et al. (2020)	1	437	Retrospective study	Questionnaires were completed	Sexual behaviors may lead to Oropharyngeal cancer
10	Brouwer et al. (2022)	1	394	Cohort study	Questionnaires were completed between 2018 to 2020	Sexual behaviors may lead to Oropharyngeal cancer

Table 1, summarizes the type of studies that were included in this review, the number of patients involved, the methodology, and the findings of each study.

Moreover, some studies have pointed out that HPV-positive and HPV-negative oropharyngeal cancers might have some differences. HPV-positive cases have better prognosis than HPV-negative cases. Furthermore, the number of oropharyngeal cases is expected to increase, especially in high-income countries. On the other hand, some evidence indicate that oropharyngeal cancer affects more men than women (Lechner et al., 2022).

Wierzbicka et al. (2021), argues that HPV transmission of the pharynx and the oral cavity might happen through sexual contact. Certain sexual practices (such as: oral sex and number of sexual partners) may contribute to an HPV infection due to the vulnerability of the oropharyngeal mucosa. The author points out that these type of high-risk HPV infections are the main cause of oropharyngeal cancer. Moreover, it has been discovered that HPV is the common sexually transmitted disease in the world. Researchers have classified HPV-16 and HPV-18 as high-risk and are responsible for over 90% of oropharyngeal cases. Therefore, sexual habits may play a key role in HPV transmission

and later development of oropharyngeal cancer. Furthermore, Drake et al. (2021) states that the number of oral sex partners could increase the risk of HPV-associated oropharyngeal cancers. It was also found that age and time of exposure might be precursors of HPV-related oropharyngeal cancer. Rodriguez-Archilla & Suarez-Machado (2022), also indicate that the number of sexual partners increase the risk of an HPV infection. It was also revealed that individuals who started their sexual life at an early age, have a higher probability of contracting oral cancer. Furthermore, Antonsson et al. (2022) also highlights that the number of sexual partners and engagement in oral sex may be risk factors for oropharyngeal cancer and HPV infections. The author also emphasizes that there are some differences in sexual behaviors depending on the geographical region and culture; that might be why some results were completely different between the United States and Australia. In a Japanese study conducted by Tokita et al. (2020), the authors claim that sexual behaviors are potential contributors to contract a high-risk HPV infection. In a review article performed by Ferreira (2023), the relationship between Oropharyngeal cancer and HPV infections was analyzed. It was found that 65% of oropharyngeal cancer patients had an HPV infection. Moreover, it was also discovered that out of all HPV types, HPV-16 is the most prevalent strain among HPV cases. Some of the most relevant risk factors for the development of oropharyngeal cancer are alcohol consumption, smoking, engaging in oral sex, kissing, and having more than 6 sexual partners. In addition, oropharyngeal cancer as well as oral HPV is more prevalent in men than women (Brouwer et al., 2022).

On the other hand, a few studies have shown that there is no correlation between sexual habits and HPV-infection. In a German study conducted by Quabius et al. (2020), the authors point out that there was no association between HPV-infection and sexual behaviors. Furthermore, the authors also revealed that smoking and the number of sexual partners may influence the transmission of HPV-related cancers. It was also found that smokers tend to be more affected by oral HPV than non-smokers. However, non-smokers are more likely to develop HPV-associated Oral Squamous Cell Carcinoma (OSCC). Moreover, Wichmann et al. (2023), argues that sexual behaviors might not be the leading etiology of oropharyngeal cancer in Europe. It was revealed that there was no correlation between high-risk sexual behaviors (such as: oral sex and number of sexual partners) and oropharyngeal cancer cases. However, these findings significantly differ from American studies. Therefore, the geographical location and culture may play a key part in HPV transmission and oropharyngeal cancer development.

## Conclusion

- The rising incidence of HPV-associated oropharyngeal cancer underscores the importance of recognizing the role of sexual habits in the transmission of HPV. Multiple studies have shown that sexual behaviors (such as: oral sex and number

of sexual partners) might play a crucial role in HPV infection. Sexual habits seem to increase the risk of HPV infection and later development of HPV-related oropharyngeal cancer. Moreover, the geographical and cultural aspects of certain regions in the world may influence people's sexual behavior.

- Understanding the link between specific sexual behaviors, multiple partners, and the risk of oropharyngeal cancer is crucial for both healthcare professionals and the public. Comprehensive public health initiatives that address the nuances of sexual transmission, promote vaccination, and advocate for safe sexual practices can collectively contribute to the prevention and control of HPV-associated oropharyngeal cancer.

### Conflict of Interest:

There is no conflict of interest.

### References

- Antonsson, A., de Souza, M. M., Panizza, B. J., & Whiteman, D. C. (2022). Sexual debut and association with oral human papillomavirus infection, persistence, and oropharyngeal cancer—An analysis of two Australian cohorts. *International Journal of Cancer*, 151(5), 764-769.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ijc.33986>
- Brouwer, A. F., Campredon, L. P., Walline, H. M., Marinelli, B. M., Goudsmit, C. M., Thomas, T. B., & Eisenberg, M. C. (2022). Prevalence and determinants of oral and cervicogenital HPV infection: Baseline analysis of the Michigan HPV and Oropharyngeal Cancer (MHOC) cohort study. *Plos one*, 17(5), e0268104.  
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0268104>
- Bruno, M. T., Boemi, S., Caruso, G., Sgalambro, F., Ferlito, S., Cavallaro, A., & Palumbo, M. (2023). Oral HPV infection in women with HPV-positive cervix is closely related to oral sex. *Diagnostics*, 13(12), 2096.  
<https://www.mdpi.com/2075-4418/13/12/2096>
- Damgacioglu, H., Sonawane, K., Zhu, Y., Li, R., Balasubramanian, B. A., Lairson, D. R., & Deshmukh, A. A. (2022). Oropharyngeal cancer incidence and mortality trends in all 50 states in the US, 2001-2017. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 148(2), 155-165.  
<https://jamanetwork.com/journals/jamaotolaryngology/article-abstract/2787301>
- Drake, V. E., Fakhry, C., Windon, M. J., Stewart, C. M., Akst, L., Hillel, A., & D'Souza, G. (2021). Timing, number, and type of sexual partners associated

- with risk of oropharyngeal cancer. *Cancer*, 127(7), 1029-1038.  
<https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cncr.33346>
- Ferreira, C. C. (2023). The relation between human papillomavirus (HPV) and oropharyngeal cancer: a review. *PeerJ*, 11, e15568.  
<https://peerj.com/articles/15568/#conclusions>
- Huang, Y., Wu, X., Lin, Y., Li, W., Liu, J., & Song, B. (2020). Multiple sexual partners and vaginal microecological disorder are associated with HPV infection and cervical carcinoma development. *Oncology letters*, 20(2), 1915-1921.  
<https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ol.2020.11738>
- Lechner, M., Liu, J., Masterson, L., & Fenton, T. R. (2022). HPV-associated oropharyngeal cancer: Epidemiology, molecular biology, and clinical management. *Nature reviews Clinical oncology*, 19(5), 306-327.  
<https://www.nature.com/articles/s41571-022-00603-7>
- Lei, J., Ploner, A., Elfström, K. M., Wang, J., Roth, A., Fang, F., & Sparén, P. (2020). HPV vaccination and the risk of invasive cervical cancer. *New England Journal of Medicine*, 383(14), 1340-1348.  
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1917338>
- Quabius, E. S., Fazel, A., Knieling, C., Gebhardt, S., Laudien, M., Moore, C., & Hoffmann, M. (2020). No association between HPV-status in tonsillar tissue and sexual behavior of the patients in a northern German Population-Critical view of the link between HPV natural history and HPV-driven carcinogenesis. *Papillomavirus Research*, 10, 100207.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405852120300173#sec3>
- Rodriguez-Archilla, A., & Suarez-Machado, R. (2022). Influence of sexual habits on human papillomavirus infection risk and oral cancer. *Scientific Dental Journal*, 6(2), 59-66.  
[https://journals.lww.com/sdjr/\\_layouts/15/oaks.journals/downloadpdf.aspx?an=02034101-202206020-00001](https://journals.lww.com/sdjr/_layouts/15/oaks.journals/downloadpdf.aspx?an=02034101-202206020-00001)
- Szymonowicz, K. A., & Chen, J. (2020). Biological and clinical aspects of HPV-related cancers. *Cancer biology & medicine*, 17(4), 864.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7721094/>
- Tokita, Y., Ohno, Y., Cho, H., Fujii, M., Ishihara, H., & Inohara, H. (2020). Exploring the relationship between oral high-risk HPV infection and sexual behavior among over 400 medical professionals in Japan. *Journal of Public Health*, -9.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10389-020-01337-5>

Wichmann, G., Rudolph, J., Henger, S., Engel, C., Wirkner, K., Wenning, J. R., & Dietz, A. (2023). Is High-Risk Sexual Behavior a Risk Factor for Oropharyngeal Cancer? *Cancers*, 15(13), 3356 <https://www.mdpi.com/2072-6694/15/13/3356>

Wierzbicka, M., San Giorgi, M. R., & Dikkers, F. G. (2023). Transmission and clearance of human papillomavirus infection in the oral cavity and its role in oropharyngeal carcinoma—A review. *Reviews in Medical Virology*, 33(1), e2337. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/rmv.2337>

Wierzbicka, M., Klusmann, J. P., San Giorgi, M. R., Wuerdemann, N., & Dikkers, F. G. (2021). Oral and laryngeal HPV infection: Incidence, prevalence, and risk factors, with special regard to concurrent infection in head, neck, and genitals. *Vaccine*, 39(17), 2344-2350. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X21003406>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## La influencia del aprendizaje automático en el futuro del análisis de tiempo estático

*The influence of machine learning on the future of static time analysis* Julio Torres Tello.

<sup>1</sup> Julio Torres Tello  
Investigador Independiente, Saskatoon, Canadá.  
[juliotorrest@gmail.com](mailto:juliotorrest@gmail.com)



<https://orcid.org/0000-0001-9694-6578>



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 18/01/2024

Aceptado: 10/02/2024

Publicado: 22/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2964>

### Cítese:

Torres Tello, J. (2024). La influencia del aprendizaje automático en el futuro del análisis de tiempo estático. *ConcienciaDigital*, 7(1.3), 172-184. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.3.2964>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Aprendizaje automático,  
Análisis de tiempo estático,  
Caracterización,  
Automatización del diseño electrónico,  
Semiconductores

**Resumen**

**Introducción.** El Análisis de Tiempo Estático (ATS), fundamental en el diseño de circuitos integrados, implica evaluar el rendimiento temporal de circuitos digitales bajo diversas condiciones para cumplir ciertas restricciones, mediante simulación. A pesar de su importancia, el ATS tradicional enfrenta varias limitaciones a la hora de considerar en sus modelos la creciente complejidad del proceso de fabricación de circuitos integrados. La inclusión de Inteligencia Artificial (IA) se vislumbra como una solución prometedora para mejorar la precisión y eficiencia del ATS, reduciendo así los ciclos de diseño en la industria electrónica. **Objetivo.** Estudiar la influencia que tiene en la actualidad, y que puede tener a futuro la inclusión de la IA para la optimización del ATS, y por lo tanto para reducir los ciclos de diseño en la industria de la electrónica. **Metodología.** La IA se ha integrado en el Análisis de Tiempo Estático (ATS), mejorando la precisión y eficiencia al estimar retrasos, modelar variaciones de proceso y optimizar rutas y procesos de síntesis. Esta integración permite abordar la complejidad y variabilidad de los circuitos integrados modernos, acelerando la convergencia del diseño, reduciendo iteraciones y mejorando la calidad del diseño. Además, IA se aplica en la caracterización del modelo para ATS, utilizando simulaciones adaptativas para acelerar el proceso de verificación y reducir significativamente el tiempo de comercialización, crucial en la industria de semiconductores. En este artículo se hace una revisión del estado actual y las proyecciones a futuro del aporte de la IA en el ATS. **Discusión.** El futuro del ATS promete una serie de avances que buscan mejorar sus capacidades y abordar los desafíos emergentes en el diseño de circuitos integrados. Estos desarrollos incluyen una mayor integración con el Aprendizaje Automático (ML) para mejorar la precisión y eficiencia. Con la evolución hacia nodos de proceso más pequeños, el ATS deberá adaptarse para manejar la mayor complejidad y variabilidad introducida, posiblemente empleando algoritmos de ML más sofisticados. Además, se espera que el ATS se enfoque más en consideraciones de potencia y confiabilidad, incorporando métricas adicionales y análisis de datos más complejos, posiblemente con la ayuda de la IA, para garantizar la eficiencia energética y la robustez contra

---

problemas de confiabilidad. **Conclusión.** El futuro del ATS se perfila hacia una constante innovación y adaptación para satisfacer las cambiantes necesidades de la industria de semiconductores. Aprovechando avances tecnológicos y metodológicos, el ATS jugará un papel crucial en asegurar la entrega puntual de diseños de circuitos integrados de alto rendimiento y fiabilidad. Dada la capacidad de optimización y análisis de datos de la IA, su potencial revolucionario en el ATS es considerable, especialmente ante la creciente inclusión de requisitos cada vez más exigentes. **Área de la ciencia:** ingeniería electrónica.

---

**Keywords:**

Machine learning,  
Static timing  
analysis,  
Characterization,  
Electronic design  
automation,  
Semiconductors

**Abstract**

**Introduction.** Static Timing Analysis (STA), fundamental in the design of integrated circuits, involves evaluating the temporal performance of digital circuits under various conditions to meet certain constraints, through simulation. Despite its importance, traditional ATS faces several limitations when considering the increasing complexity of the integrated circuit manufacturing process in its models. The inclusion of Artificial Intelligence (AI) is seen as a promising solution to improve the precision and efficiency of the ATS, thus reducing design cycles in the electronics industry. **Objective.** To study the influence that the inclusion of AI has, and may have in the future, for the optimization of the ATS, and therefore to reduce design cycles in the electronics industry. **Methodology.** AI has been integrated into Static Time Analysis (STA), improving accuracy and efficiency when estimating delays, modeling process variations, and optimizing routes and synthesis processes. This integration addresses the complexity and variability of modern integrated circuits, accelerating design convergence, reducing iterations, and improving design quality. Additionally, AI is applied in model characterization for ATS, using adaptive simulations to accelerate the verification process and significantly reduce time to market, crucial in the semiconductor industry. This article reviews the current state and future projections of the contribution of AI in the ATS. **Discussion.** The future of STA promises a series of advances that seek to improve its capabilities and address emerging challenges in integrated circuit design. These developments include greater integration with Machine

---

---

Learning (ML) to improve accuracy and efficiency. With the evolution towards smaller process nodes, STA will need to adapt to manage the increased complexity and variability introduced, employing more sophisticated ML algorithms. Additionally, STA is expected to focus more on power and reliability considerations, incorporating additional metrics and more complex data analysis, with the help of AI, to ensure energy efficiency and robustness against reliability issues. **Conclusion.** The future of ATS is shaping up to be constant innovation and adaptation to meet the changing needs of the semiconductor industry. Technological and methodological advances will play a crucial role in ensuring the timely delivery of high-performance and reliable integrated circuit designs. Given AI's data analysis and optimization capabilities, its revolutionary potential in ATS is considerable, especially with the growing inclusion of increasingly demanding requirements.

---

## Introducción

El Análisis de Tiempo Estático (ATS, o STA por sus siglas en inglés), es un paso crucial en el proceso de diseño de circuitos integrados (CI) dentro del campo de la automatización del diseño electrónico (EDA, por sus siglas en inglés). Implica evaluar el rendimiento temporal de un circuito digital bajo diversas condiciones para asegurar que cumpla con ciertas restricciones. El objetivo principal del ATS es determinar si el circuito opera correctamente con respecto a los requisitos de tiempo, como el tiempo de establecimiento, el tiempo de retención, el retardo de reloj a salida y la frecuencia de operación máxima. Estas restricciones son críticas para el funcionamiento adecuado de los circuitos digitales y deben cumplirse para evitar problemas como violaciones de establecimiento y retención, que pueden provocar un funcionamiento incorrecto o poco fiable del circuito (Blaauw et al., 2008; Forzan & Pandini, 2009).

El ATS funciona mediante la simulación del comportamiento del circuito utilizando modelos matemáticos para predecir los retardos de propagación de las señales a través de diversas rutas dentro del diseño. Este análisis considera factores como los retardos introducidos por las compuertas, los retardos de interconexión, variaciones de la señal de reloj y las variaciones ambientales para evaluar con precisión el rendimiento temporal del circuito (Muthukrishnan & Sathasivam, 2022).

El proceso que sigue este análisis generalmente implica los siguientes pasos (Kaeslin, 2015): (1) Generación de la lista de redes: el diseño del circuito se representa como una lista de redes, que es una descripción de las interconexiones entre los diversos componentes (como compuertas, flip-flops e interconexiones) en el circuito. (2) Definición de restricciones: las restricciones temporales se especifican por el diseñador en función de los requisitos del diseño y la tecnología objetivo. Estas restricciones incluyen parámetros como frecuencias de reloj, tiempos de llegada de entrada, tiempos de salida requeridos y rutas máximas de retardo. (3) Análisis de tiempo: el analizador de tiempo calcula los tiempos de llegada y los tiempos requeridos de las señales en diferentes puntos del circuito, considerando los efectos de las compuertas lógicas, las interconexiones y las señales de reloj. Identifica las rutas críticas y verifica si cumplen con las restricciones temporales especificadas. (4) Verificación de restricciones: los resultados del análisis de tiempo se comparan con las restricciones temporales especificadas para identificar posibles violaciones. Si se encuentran violaciones, el diseñador puede necesitar revisar el diseño o ajustar las restricciones para lograr el cierre temporal. (5) Optimización: se pueden aplicar técnicas como la inserción de buffers, la síntesis del árbol de reloj y el dimensionamiento de compuertas para optimizar el rendimiento temporal del circuito y eliminar violaciones temporales.

Este análisis es esencial para garantizar el funcionamiento confiable de los circuitos digitales y desempeña un papel vital en el proceso general de diseño de circuitos integrados. Permite a los diseñadores identificar y abordar problemas temporales temprano en el ciclo de diseño, reduciendo el riesgo de errores costosos y asegurando que el producto final cumpla con los requisitos de rendimiento (Design & Reuse, s.f.).

El ATS ha sido fundamental en el diseño de chips de VLSI desde la década de 1990, sirviendo como una herramienta crucial para la verificación temporal y facilitando la optimización del tiempo. A pesar de sus ventajas, como la escalabilidad lineal en tiempo de ejecución y la estimación conservadora de retrasos, el ATS Determinista tradicional (DSTA) enfrenta limitaciones para modelar con precisión las variaciones de proceso, especialmente las variaciones dentro del dado, que se han vuelto significativas con el escalado avance de procesos. Esta insuficiencia conduce a desafíos para estimar los retrasos del circuito de manera efectiva. El Análisis Estadístico de Tiempo Estático (SSTA) surge como una solución, con el objetivo de abordar las deficiencias del DSTA al proporcionar métodos más precisos y eficientes para modelar las variaciones de proceso. Los últimos años han visto un aumento en la investigación centrada en SSTA, destacando su importancia para superar las limitaciones del DSTA y mejorar la precisión del análisis temporal en el diseño de IC moderno (Blaauw et al., 2008; Forzan & Pandini, 2009).

A medida que las nuevas tecnologías de silicio siguen reduciendo el tamaño del transistor, se vuelve cada vez más difícil controlar con precisión los parámetros del proceso durante la fabricación. Como consecuencia, tanto el número como la magnitud de las fuentes independientes de variaciones están aumentando. Estas fluctuaciones inevitables de los parámetros del proceso pueden afectar significativamente el rendimiento del diseño, lo que a menudo resulta en una pérdida considerable de rendimiento paramétrico (Forzan & Pandini, 2009).

Por otro lado, nuevos modelos basados en Inteligencia Artificial (IA) se han aplicado con éxito en muchos campos, como la medicina (Chae et al., 2020; Jiang et al., 2018), el transporte (Castro-Zunti et al., 2020) y la seguridad (Torres-Tello et al., 2020), principalmente porque pueden descubrir eficazmente estructuras complejas en grandes conjuntos de datos (Han et al., 2019). La industria EDA también se puede beneficiar de esta tecnología.

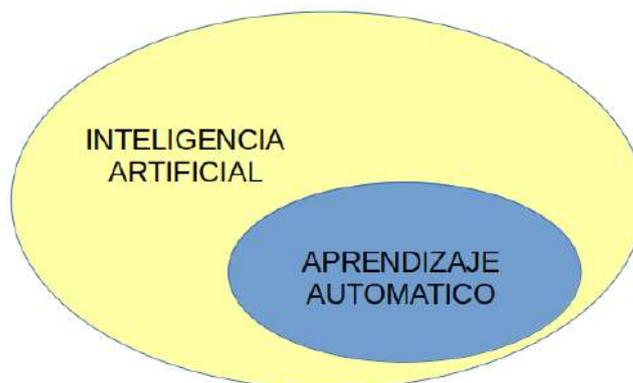
En este artículo, se estudia la influencia que tiene en la actualidad, y que puede tener a futuro la inclusión de la IA para la optimización del ATS, y por lo tanto para reducir los ciclos de diseño en la industria de la electrónica.

### Metodología

La IA es un concepto tan antiguo como las propias computadoras, y vio sus primeros avances reales a mediados del siglo XX (Chollet, 2017; Raschka, 2015), cuando algunos científicos intentaron replicar matemática y electrónicamente la comprensión básica que estaba disponible en ese momento sobre cómo funcionan las neuronas el cerebro humano. Sin embargo, en sus inicios, los enfoques de IA más exitosos consistían en lo que se llama IA simbólica, o la idea de que la inteligencia se podía lograr programando un conjunto de reglas suficientemente grande. Este enfoque carecía de flexibilidad y ahora ha sido reemplazado casi por completo por el aprendizaje automático (ML por sus siglas en inglés), un subcampo de la IA (figura 1), que utiliza algoritmos de aprendizaje para extraer información de los datos con el fin de hacer predicciones, en lugar de que los humanos intenten derivar reglas complicadas (Raschka, 2015).

**Figura 1**

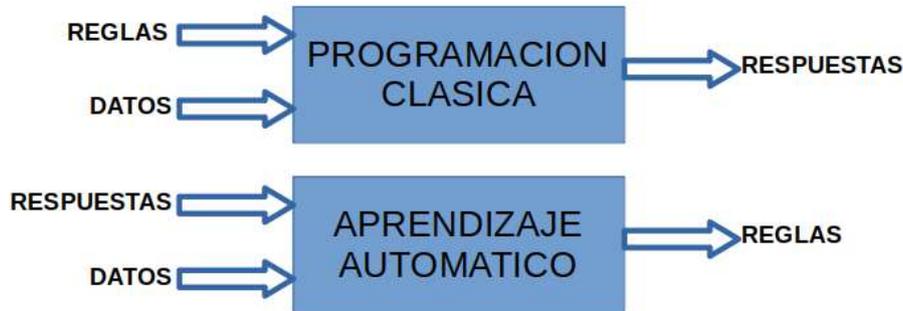
*El aprendizaje automático, o aprendizaje de máquina, como parte de la inteligencia artificial*



Hay muchas definiciones de ML en la literatura; sin embargo, todos coinciden en la idea básica de que las máquinas puedan aprender de los datos (Chollet, 2017; Géron, 2019; Goodfellow et al., 2016; Raschka, 2015). Algunos también señalan que se trata principalmente de un problema de ingeniería (Géron, 2019), debido a sus fundamentos estadísticos, a su gran dependencia de los ordenadores y a sus intervalos de confianza relajados (Goodfellow et al., 2016). Esa naturaleza altamente orientada a la aplicación la convierte en una ciencia, pero también en un arte (Géron, 2019; Raschka, 2015). Todo esto tiene algunas implicaciones; el más importante es un cambio de paradigma en la programación, que se visualiza mejor en la figura 2. En la programación clásica, un humano tiene que escribir un conjunto de reglas que operan sobre datos para proporcionar algunas respuestas, mientras que, con ML, una computadora usa los datos y las respuestas conocidas para derivar un conjunto de reglas que luego pueden operar sobre nuevos datos para generar respuestas originales (Chollet, 2017). Este proceso, por supuesto, todavía requiere que los humanos escriban un programa. El cambio principal es que los programadores ahora no necesitan codificar las reglas, sino que deben especificar un espacio de modelo limitado dentro del cual la computadora necesita encontrar un modelo óptimo que se ajuste a los datos, con la ayuda de una señal de retroalimentación (Chollet, 2017). Este proceso se llama entrenamiento.

**Figura 2**

*Aprendizaje automático, un nuevo paradigma de programación*



El aprendizaje automático se ha integrado cada vez más en el ATS para mejorar su precisión, eficiencia y escalabilidad. Los algoritmos de ML se utilizan para varios propósitos dentro del ATS, incluida la estimación de retraso, el análisis de tiempo estadístico (SSTA), la identificación y optimización de rutas, la síntesis de árboles de reloj y la predicción y corrección de violaciones de tiempo.

Las técnicas de ML permiten una predicción más precisa de los valores de retraso en circuitos digitales al aprender de vastas cantidades de datos, proporcionando estimaciones más precisas en comparación con los métodos analíticos tradicionales. En SSTA, los modelos de ML se entrenan para modelar variaciones de proceso y otras fuentes de incertidumbre, lo que permite una comprensión más completa del rendimiento del circuito bajo condiciones variables. Los algoritmos de ML también se emplean para identificar rutas de tiempo críticas en diseños complejos de manera más eficiente, priorizar rutas para la optimización y optimizar los procesos de síntesis de árboles de reloj mediante la predicción del sesgo y la variación del reloj, minimizando los retrasos de distribución del reloj y reduciendo el consumo de energía. Además, ML puede predecir posibles violaciones de tiempo temprano en el ciclo de diseño y recomendar acciones correctivas para mitigar estas violaciones, mejorando así el cierre del tiempo y la calidad general del diseño.

En general, la integración del aprendizaje automático en el análisis de tiempo estático permite a los diseñadores abordar la creciente complejidad y variabilidad de los circuitos integrados modernos de manera más efectiva, lo que conduce a una convergencia de diseño más rápida, reducción de iteraciones de diseño y mejora de la calidad general del diseño.

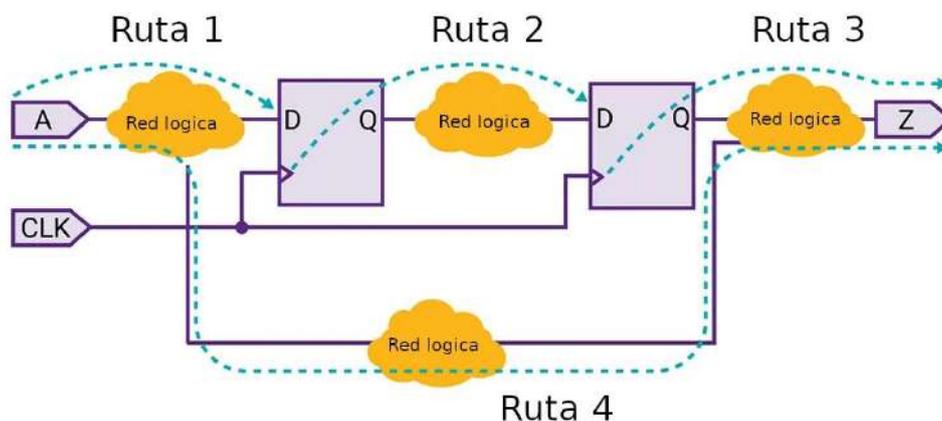
Para garantizar el funcionamiento óptimo de nuevos diseños o procesos en semiconductores, es crucial verificar todos los componentes desde los bloques más

básicos hasta circuitos personalizados a través de simulaciones, considerando variables como voltaje y temperatura de operación y variaciones locales del dispositivo. Sin embargo, esta tarea es enormemente exigente, especialmente para alcanzar estándares de verificación rigurosos como los que demanda la tecnología actual, que requiere una cantidad masiva de muestras para obtener resultados con alta confianza estadística. La caracterización del modelo para ATS también implica un gran número de simulaciones, necesario para análisis de tiempos, potencia y área en diseños digitales. En la actualidad han aparecido innovaciones que usan ML para acelerar este proceso (Tan & Santarini, 2023), manteniendo la precisión de la producción. Esta tecnología utiliza simulaciones adaptativas para obtener resultados iniciales, selecciona inteligentemente puntos de muestra y ajusta los resultados para obtener mediciones precisas, permitiendo alcanzar resultados de producción con una velocidad notablemente mayor que los métodos tradicionales. Esta tecnología permite a los equipos de diseño reducir significativamente el tiempo de comercialización.

La figura 3 muestra un ejemplo de las diferentes rutas que una señal electrónica puede tomar dentro de un circuito. Dada la complejidad de los diseños actuales, es prácticamente imposible considerar todos los caminos al mismo tiempo, y en especial si se considera las variaciones tanto en procesos de fabricación como en condiciones de operación. Sin la ayuda de herramientas de ML, los resultados de estos análisis carecerían de confiabilidad, y dada la creciente complejidad, es urgente encontrar herramientas que impliquen enfoques todavía más holísticos y que sean capaces de optimizar aún más las simulaciones y control de errores.

**Figura 3**

*Rutas críticas de tiempos. Cada red lógica representa una red lógica combinacional, que introduce su propio retardo diferente a los demás*



**Fuente:** Synopsys (s.f.)

## Discusión

El futuro del ATS ofrece varios desarrollos posibles que se espera mejoren sus capacidades y aborden los desafíos emergentes en el diseño de circuitos integrados (CI). Algunos aspectos clave del futuro de ATS incluyen:

*Mayor integración con aprendizaje automático:* es probable que ATS continúe integrando técnicas de aprendizaje automático para mejorar la precisión y eficiencia. Los algoritmos de ML pueden ayudar a modelar mejor las variaciones de proceso, optimizar las rutas de tiempo y predecir violaciones de tiempo, lo que finalmente conducirá a un cierre de diseño más rápido y una mejor calidad de resultados.

*Nodos de proceso avanzados:* con el avance de la tecnología de semiconductores hacia nodos de proceso más pequeños, el ATS deberá adaptarse para manejar la mayor complejidad y variabilidad introducida por factores como las variaciones de proceso y los efectos de interconexión. Las futuras herramientas de ATS se deben centrar en desarrollar modelos y algoritmos más sofisticados, como ML, por ejemplo, para analizar el tiempo en estos nodos de proceso avanzados.

*Tiempo para tecnologías emergentes:* a medida que nuevas tecnologías como la fotónica de silicio, la integración en 3D y la computación cuántica se vuelven más comunes, ATS tendrá que evolucionar para admitir el análisis de tiempo para estas tecnologías emergentes. Esto puede implicar el desarrollo de nuevos modelos y metodologías adaptadas a las características únicas de estas tecnologías.

*Colaboración interdisciplinaria:* ATS implicará cada vez más la colaboración con otros campos como el diseño de circuitos, el diseño físico y la fabricación. Una integración más estrecha entre el análisis de tiempo y otras etapas del flujo de diseño permitirá una optimización más holística y una mejor calidad general del diseño. Algoritmos de ML pueden incluirse en todo el proceso de diseño, y a su vez estos podrían lograr optimizaciones a diferentes niveles.

*Enfoque en potencia y confiabilidad;* además de las métricas de tiempo tradicionales, es probable que las futuras herramientas de STA pongan más énfasis en el consumo de energía y las consideraciones de confiabilidad. Esto incluye analizar el tiempo bajo diferentes modos de potencia, optimizar la eficiencia energética y garantizar la robustez contra problemas de confiabilidad como el envejecimiento y la variabilidad. Esta gran cantidad de datos puede ser imposible de analizar sin la ayuda de la IA.

## Conclusiones

- En general, el futuro del ATS se tiene que caracterizar por una continua innovación y adaptación para satisfacer las necesidades en evolución de la

industria de semiconductores. Al aprovechar los avances en tecnología y metodologías, el ATS desempeñará un papel vital en garantizar la entrega oportuna de diseños de CI de alto rendimiento y confiables.

- En las últimas décadas, la IA ha encontrado aplicaciones en muchas áreas, incluyendo el diseño electrónico. Sin embargo, la especificidad requerida en este caso hace que el desarrollo de herramientas IA en esta aplicación, sea todavía limitada.
- Dado el potencial de optimización y análisis de datos que brinda la IA, esta puede tener un impacto revolucionario en el ATS, en especial si consideramos la creciente inclusión de requisitos cada vez más demandantes.

### Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### Referencias Bibliográficas

- Blaauw, D., Chopra, K., Srivastava, A., & Scheffer, L. (2008). Statistical timing analysis: from basic principles to state of the art. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 27(4): 589–607. <https://doi.org/10.1109/TCAD.2007.907047>
- Castro-Zunti, R. D., Yopez, J., & Ko, S.-B. (2020). License plate segmentation and recognition system using deep learning and OpenVINO. *IET Intelligent Transport Systems*, 14(2): 119–126. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2019.0481>
- Chae, K. J., Jin, G. Y., Ko, S. B., Wang, Y., Zhang, H., Choi, E. J., & Choi, H. (2020). Deep learning for the classification of small ( $\leq 2$  cm) pulmonary nodules on ct imaging: a preliminary study. *Academic Radiology*, 27(4), e55–e63. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.05.018>
- Chollet, F. (2017). *Deep learning with python (1st edition)*. Manning Publications.
- Design & Reuse. (s.f.). *Integration of design-for-analysis in IC layout considerations to meet the challenges of shrinking technology*. <https://www.design-reuse.com/articles/18531/design-for-analysis-ic-layout.html>
- Forzan, C., & Pandini, D. (2009). Statistical static timing analysis: A survey. *Integration*, 42(3): 409–435. <https://doi.org/10.1016/j.vlsi.2008.10.002>
- Géron, A. (2019). *Hands-on machine learning with scikit-learn, Keras, and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems (2 edition)*. O'Reilly Media.

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.
- Han, Z., Zhao, J., Leung, H., Ma, K. F., & Wang, W. (2019). A review of deep learning models for time series prediction. *IEEE Sensors Journal*, 21(6): 7833-7848.  
<https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2923982>
- Jiang, Z., Zhang, H., Wang, Y., & Ko, S.-B. (2018). Retinal blood vessel segmentation using fully convolutional network with transfer learning. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 68: 1–15.  
<https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2018.04.005>
- Kaeslin, H. (Ed.). (2015). Chapter 4—*Circuit modeling with hardware description languages*. *Top-Down Digital VLSI Design* (pp. 179–300). Morgan Kaufmann.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800730-3.00004-6>
- Muthukrishnan, P., & Sathasivam, S. (2022). A technical survey on delay defects in nanoscale digital VLSI circuits. *Applied Sciences*, 12(18): 9103.  
<https://doi.org/10.3390/app12189103>
- Raschka, S. (2015). *Python Machine Learning*, 1st Edition. Packt Publishing.
- Tan, W.-L., & Santarini, M. (2023). *How Siemens EDA's Solid achieved production-grade AI in EDA applications*. Siemens Digital Industries Software.  
<https://resources.sw.siemens.com/en-US/white-paper-how-siemens-edas-solido-achieved-production-grade-ai-in-eda-applications>
- Torres-Tello, J., Guamán, A. V., & Ko, S.-B. (2020). Improving the detection of explosives in MOX chemical sensors array with LSTM Networks. *IEEE Sensors Journal*, 20(23): 14302–14309. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3007431>
- Synopsys. (s.f.). *What is Static Timing Analysis (STA)? – How STA works?*  
<https://www.synopsys.com/glossary/what-is-static-timing-analysis.html>

