

ISSN.:2602-8085



2023



**Ciencia  
Digital**

---

VOL. 7 NUM. 3  
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE  
JULIO - SEPTIEMBRE 2023

[www.cienciadigital.org](http://www.cienciadigital.org)  
[www.cienciadigitaleditorial.com](http://www.cienciadigitaleditorial.com)  
REVISTA CIENTIFICA EVALUADA POR PARES

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

**ISSN:** 2602-8085 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 una 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 REVISTA CIENCIA DIGITAL



**Contacto:** Ciencia Digital, Ambato- Ecuador

**Teléfono:** 0998235485

### **Publicación:**

**w:** [www.cienciadigital.org](http://www.cienciadigital.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**

Dr.C. 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 nuestra 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. Scaffolding strategy for encouraging Speaking skills among tenth graders

(Iralda Mercedes Riera Tubón, Luis Antonio Paredes Rodríguez)

06-24

---

2. Matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso con fines de investigación toxicológica forense

(Erika Gabriela Collaguazo Enriquez, María Eugenia Lucena de Ustáriz)

25-37

---

3. Niveles de colinesterasas como biomarcador de intoxicación por organofosforados y carbamatos en toxicología forense

(Bolívar Fernando Rea Sánchez, Francisco Javier Ustáriz Fajardo)

38-58

---

4. Interferentes en la detección de drogas de abuso mediante pruebas de inmunoensayo utilizadas en toxicología clínica y forense

(Klever Mauricio Lara Orozco, Francisco Javier Ustáriz Fajardo)

59-78

---

5. Aprendizaje basado en juegos para el desarrollo de la comprensión lectora en adolescentes

(Glenda Elizabeth Ruiz Villacrés, Luis Antonio Paredes Rodríguez)

79-98

---

6. Vulneración de los derechos de la víctima en cuanto a la reparación integral por la aplicación del principio de oportunidad

(Flor Gabriela Castillo Villavicencio, Jaime Alberto Pacheco Solano, Pablo Arturo Pozo Cabrera)

99-123

---

7. Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

(Carlos Felipe Granda Tola, Sandra Lucia Cobos Mora, Pablo Tiberio Vásquez Quiroz)

124-146

---

8. Incorporación de estrategias pasivas en el diseño de una vivienda para clima tropical mega térmico semi húmedo, ubicado en Durán provincia del Guayas

(José Carlos Freire Navas, Carlos Eduardo Romo Zamudio, González Redrován Trajano Javier)

147-170

---

9. Estrategias de diseño para el control solar en edificios escolares en un clima cálido húmedo - caso estudio nivel de bachillerato de la ciudad de Macas – Ecuador

(Fabián Patricio Lalvay Mejía, Carlos Eduardo Romo Zamudio)

171-198

---

10. La necesidad de jueces constitucionales especializados para conocer y resolver garantías jurisdiccionales en el Ecuador

(Luis Fabián Tenecota Huerta, David Sebastián Vázquez Martínez)



199-221

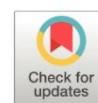
---



## Scaffolding strategy for encouraging Speaking skills among tenth graders

*Aplicación de la estrategia de andamiaje para mejorar las habilidades de la expresión oral en alumnos de décimo grado*

- <sup>1</sup> Iralda Mercedes Riera Tubón  <https://orcid.org/0009-0006-1947-6932>  
Master's Degree in Pedagogy of English as a foreign language Universidad Católica del Ecuador, Ambato - Ecuador.  
[imriera@pucesa.edu.ec](mailto:imriera@pucesa.edu.ec)
- <sup>2</sup> Luis Antonio Paredes Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0001-8226-3071>  
Master's Degree in Linguistics and Didactics in Teaching Foreign Languages, Universidad Central del Ecuador.  
[oupconsultant@gmail.com](mailto:oupconsultant@gmail.com)



---

### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/03/2023

Revisado: 16/04/2023

Aceptado: 05/05/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2584>

---

### Cítese:

Riera Tubón, I. M., & Paredes Rodríguez, L. A. (2023). Scaffolding strategy for encouraging Speaking skills among tenth graders. *Ciencia Digital*, 7(3), 6-24.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2584>



**CIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinaria, **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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

eficacia,  
expresión oral,  
andamiaje,  
estrategia,  
décimo grado.

**Keywords:**

effectiveness,  
speaking,  
scaffolding,  
strategy, tenth grade,

**Resumen**

**Introducción:** Ecuador es uno de los países de América Latina con menor nivel de Inglés, por esta razón, muchas investigaciones han sido llevadas a cabo para enfrentar este problema. **Objetivos:** El presente estudio exploró el impacto de aplicar la estrategia de Andamiaje para el desarrollo del inglés como lengua extranjera enfocándose en la habilidad de hablar. **Metodología:** Se utilizó una investigación cuasiexperimental. Los participantes fueron estudiantes del décimo grado de la "Unidad Educativa Belisario Quevedo" de Pujilí-Ecuador. El método de muestreo fue intencional no probabilístico. El instrumento fue obtenido de la sección de expresión oral del examen de Cambridge PET (Preliminary English Test A2) funcionando como pre-test y post-test. Posteriormente, se aplicó la Estrategia de Andamiaje a un grupo. Los alumnos tuvieron 14 sesiones de clases con un procedimiento estructurado diseñado de acuerdo con las etapas de la estrategia ya mencionada. Al final del estudio, todos los participantes fueron evaluados mediante un pos-test para medir la eficacia de la estrategia. **Resultados:** Los Hallazgos fueron muy satisfactorios debido a que los niveles de expresión oral de los alumnos en los que se aplicó la estrategia aumentaron significativamente. Además, aspectos como la Gramática y el Vocabulario, la Pronunciación y la Comunicación Interactiva se fortalecieron a través de las etapas de la estrategia de Andamiaje. **Conclusiones:** Los resultados de este estudio apoyan el uso de la estrategia de andamiaje en las destrezas orales permitiendo a los estudiantes comprender más información e incorporar nuevas ideas a sus conocimientos previos. **Área de estudio general:** Educación. **Área de estudio específica:** Aprendizaje del idioma Inglés.

**Abstract**

**Introduction:** Ecuador is one of the countries in Latin America with the lowest level of English, for this reason, many researches have been conducted to face this problem. **Objectives:** The present study explored the impact of applying the Scaffolding strategy for developing English as a foreign language focusing on speaking skills. **Methodology:** A quasi-experimental research was used. The participants were tenth-grade students of the "Unidad Educativa Belisario Quevedo" in Pujilí-Ecuador. The sampling method was non-probabilistic and intentional. The instrument was obtained from the oral expression section of the Cambridge PET exam (Preliminary English Test A2) functioning as a pre-test and post-test. Subsequently, the Scaffolding Strategy was



---

applied to one group where students had fourteen class sessions with a structured procedure designed according to the stages of the already mentioned strategy. At the end of the study, all participants were evaluated through of a post-test to measure the effectiveness of the strategy. **Results:** The findings were highly satisfactory due to students' speaking levels where the strategy was applied, significantly increased. Eventually, aspects like Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication were strengthened through the stages of the Scaffolding strategy. **Conclusions:** The results of this study support the use of the Scaffolding strategy in oral skills allowing students to comprehend more information and incorporate innovative ideas into their prior knowledge. **The general area of study:** Education. **Specific area of study:** English language learning.

---

## Introduction

The teaching process of foreign languages has been gradually integrated into education and one of the most important languages is English. English is used in many areas like education, business, tourism, and others (Hsu, 2013). So, the essential characteristic of using English is to communicate and how people around the world share information (Langdon & Pandor, 2020).

Therefore, the English language has a significant impact on education, and its teaching in some Latin countries like Ecuador has been strengthened in recent years (Xu et al., 2020). As a result, the teaching of a foreign language is aligned with the parameters established within the Common European Framework of Reference for Languages and its objective for the year 2024 is to include the need for increasing the level of training and qualification of young people and the working population (Lamb, 2020).

Ecuador remains one of the two Latin American countries with the worst level of English language proficiency that is why the score is 440 over 1000, according to the EF EPI (English Proficiency Index) 2021 report. The mentioned score is equivalent to an A1 level, for that reason, Ecuador has made many implementations into the teaching-learning process mainly in the language field. However, these changes or implementations have become less relevant due to the lack of teachers professionally specialized in the language.

Eventually, according to the observations made in the academic field, it has been detected that the lack of strategies and methods for teaching caused a decrease of 60%, since it exponentially moves away from the taste for learning a foreign language, especially in listening and speaking skills, that is why the low training of competencies into these skills is in accordance with the low levels. As a result, The Ministry of Education in the year 2021 took measures to strengthen and create a new curriculum that fits the needs of the Ecuadorian reality.

In this study, English oral expression has been chosen as the problem to solve, because the correct use of this English skill allows students and teachers to have better interaction. This skill favors the communicative environment since students share their ideas in a clear, complete, and concise way (Adab, 2017).

According to Griva et al. (2020), an emblematic area for English learners is to develop oral proficiency. Although, students are often unable to make sense of their ideas while they are communicating because they face many challenges such as giving accuracy to the meaning as well relating their speech to the environment. That is why the primary role of teachers should be to help students to learn how to share ideas and communicate rather than teaching them to memorize (Bundick, 2014).

This research project seeks to improve and guide the educational process of teaching and learning English as a foreign language, especially by enhancing speaking skills using the scaffolding strategy. In the same line of study, Dennen (2013) mentions that Scaffolding guides and adequate the student's development and progress. Then, teachers can enhance learning by allowing students to exceed their own expectations. It also allows teachers to explore in depth how to use different classroom activities linked to the development of speaking skills. The use of the scaffolding strategy in the teaching of a foreign language promotes autonomous and meaningful learning, always based on the consolidation of knowledge (Lasso, 2021).

Based on this context, the research questions along with the respective hypotheses and objectives are the following:

- RQ. Does the Scaffolding strategy improve students' speaking levels?
- *H0*. Applying the scaffolding model will not change the students' level of speaking skills (same averages in the two groups).
- *H1*. Applying the scaffolding model will change the students' level of speaking skills (different averages in the two groups).
- G.O. To test the effectiveness of scaffolding strategy to improve knowledge acquisition at various levels of verbal communication.
- S.O.1. To make a framework for the Scaffolding strategy to identify its dimensions.

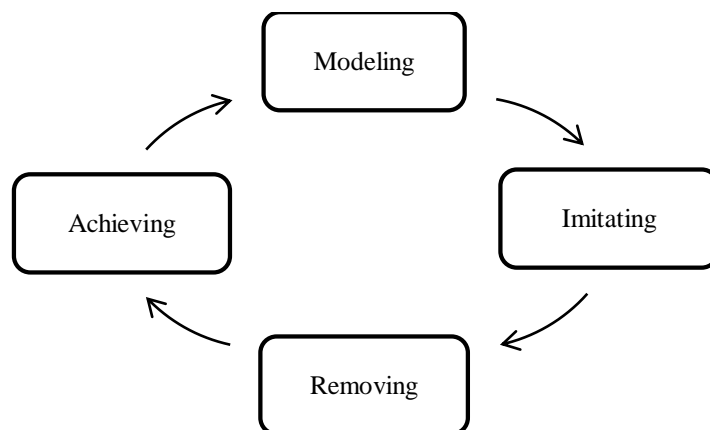
- S.O.2. To identify the level of speaking about ten graders through a pre-test
- S.O.3. To apply the Scaffolding strategy and measure the impact on speaking skills through a post-test.
- S.O.4. To share the results of this research with other colleges to encourage the use of new methods in the teaching-learning process.

### Scaffolding Strategy

Scaffolding is a strategy that uses different types of activities and materials done by the teacher; these are oriented to help students to develop new knowledge, due to the implementation of different didactic materials and methodologies that strengthen the teaching and learning process (Sari & Rozimela, 2021). This strategy allows teachers to explore in depth the use of different classroom activities related with the development of speaking skills through the following stages shown in Figure 1.

**Figure 1**

*Stages of Scaffolding strategy*



*Note:* Adapted from “The Implementation of Scaffolding Strategies at Speaking English Course in Kampung Inggris Pare East Java,” by Sari & Rozimela (2021). The graphic represents the four stages of Scaffolding strategy.

### *Modeling*

The first stage is to model students’ abilities to prepare and stimulate them before starting a new topic. Modeling is about teaching students the possible correct way of acting, thinking, or feeling in different kinds of situations. The teacher gives students time to familiarize themselves with what they should do and how to do it. To start, students must analyze how native speakers communicate. There are three kinds of modeling: think-aloud, talk-aloud, and performance modeling, in this case, think-aloud consists of the verbalization of the reasoning used to address a specific topic and the teacher provides examples and ideas about a topic (Seyedeh, 2016).

The topics must be related to prior concepts and knowledge to foreground the meaning-making process of the student. It's important to assist students and provide explanations about what, why, when, and how to use what they are learning. The teacher gives the students only keywords and clues, which help them to remember the information considered important, by practicing feedback and assisting them when it is needed. The main idea is for the teacher to act as a scaffold and provide only enough information to guide the students to be more independent in learning a new lesson.

### ***Imitating***

In this model, the teacher encourages students to practice speaking skills while they use the provided vocabulary and imitate the teacher's pronunciation. In this stage, the instructor must assist and give feedback to students to correct the mistake, especially during the pronunciation and intonation of the words and phrases seen in the new lesson. The mentioned technique is used to drill into the teaching and learning process. If students have an incorrect pronunciation, they need to be guided and corrected by the teacher, who yields the audio with the correct pronunciation and the phonetic symbols. It is also necessary to emphasize a good intonation of phrases since drilling is used, and children can listen to the teacher and imitate words. In addition, groups of students are formed to do different tasks, so they can practice pronunciation and intonation in a real conversation. If students have any doubts or questions, they can ask the teacher.

### ***Removing***

Since the scaffolding was provided temporarily, in this stage, it begins to be removed to show a permanent framework for the understanding and learning of the student. Additionally, the difficulty of tasks increases. Another aspect to consider is that the teacher only gives substantial instructions, then students can repeat what has been learned working in pairs or groups, based on the instructions given in class, and help each other to improve by practicing. Support from the teacher is removed eventually since students have gained experience from doing tasks in which complexity is gradually increased. It is essential for the teacher to observe and supervise the class while students perform the activities. This allows the teacher to correct the mistakes that they may find in the students understanding.

### ***Achieving***

Students have achieved a higher level of understanding and can do activities and tasks without any support from the teacher. There are three functions to consider when practicing speaking skills: The first one is interaction, which includes the transmission of messages from one person to another. During this stage, there is interaction and communication between two or more people. The interaction produced is focused on

establishing social intimacy. The second is the transaction function, where it is necessary to make other people understand the message transmitted. The last function is called performance. In this stage, a monolog is preferred by using speeches, telling stories, conferences, etc. These functions improve speaking skills by facilitating learners to express thoughts, ideas, or feelings. With this last stage, the Scaffolding strategy has been applied so children learn from their mistakes and corrections given by the teacher. The scaffolding strategy helps students to develop their autonomy by managing their knowledge and skills.

### Methodology

Quasi-experimental research was used due to the fact that a quasi-experimental design establishes a cause-and-effect relationship between the dependent and independent variables. Also, the participants were chosen by non-probability purposive sampling. The quasi-experimental research aims to test a causal hypothesis by manipulating (at least) one independent variable (Fernandez et al., 2014). In this study, there are two variables speaking skills being the dependent variable and the scaffolding strategy independent variable one. As Fernandez mentions, the objective is to test a causal hypothesis, in this case, the application of scaffolding strategy by manipulating the independent variable. To accomplish that objective the following process was used according to the model developed by Hernández & Bautista (2006).

**Figure 2**

#### *Research process*



**Note:** Adapted from “*Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad: se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasiexperimentales*”, by Fernandez et al. (2014), *Anal. Psicol*, 30(2).

The first step of sampling was to choose the population and define the units of study. For this step, convenience or opportunity sampling was used. This technique uses people from an already defined population which was chosen because of the convenience of the research (López, 2004).

The population defined were the students of "Unidad Educativa Belisario Quevedo" of Pujilí city since there is a relationship with this Institution. Tenth-grade students were

taken as a sample since they are the target group of this research. Moreover, the conditions of the mentioned sample are favorable for the study. The data were collected in February 2023, with prior authorization from the authorities. The instrument for the study was obtained from the Speaking Section of Cambridge Test PET (Preliminary English Test A2). It functioned as a pre-test and post-test. Level A2 is mainly used for ten graders according to the Cambridge English Qualifications (2020). The scale was developed by following well-documented instruments which link the students' performance according to their level.

Cambridge Test PET (Preliminary English Test A2) was used due to it helps to identify students' weaknesses and strengths. This test does not need validation because it is a standardized test that is also recognized and accepted by the best universities in the world. The evaluation aims to test the variables of Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication (Cambridge English Qualifications, 2020). Once the population size and the object of study were defined, the pre-test was applied to the two groups of interest (Otzen & Manterola, 2017).

To analyze the level of speaking. The test was applied by starting in a conversation, answering, and asking questions already established on the instrument. The conversation was conducted face-to-face with other candidates and two examiners. One of the examiners talked to the student while, the other examiner listened and registered the scores according to a scale from 1 to 5 by evaluating the variables of Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication (Khalifa, 2009). Consequently, a technical data sheet provides a description about the study.

**Table 1**

*Research Technical Data Sheet*

Item	Description
Target	Two groups of 30 students (60 students in total)
Temporality	January 2023
Method	Questionnaire Pre-test and Post-test
Valid Questionnaires	60

*Note:* Adapted from “*Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa.*” By Rabolini (2009). *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*, 2. This table shows a resume of the data that will be collected according to the target, temporality, method, and number of questionnaires.

After the results were collected, they were transcribed to an Excel sheet to analyze the variables (Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication) according to the rubric showed in the following table. Then, the addition of these three items was the result of the Speaking level for each student.

**Table 2**
*Rubric for speaking skills*

A2	Grammar and Vocabulary	Pronunciation	Interactive Communication
5	Shows a good degree of control of simple grammatical forms and use of appropriate vocabulary.	Is mostly intelligible and has some control of phonological features at both utterance and word levels.	Maintains simple exchanges. Requires very little support.
4	Performance shares features of Bands 3 and 5.		
3	Shows sufficient control of simple grammatical forms and the use of appropriate vocabulary.	Is mostly intelligible, despite limited control of phonological features.	Maintains simple exchanges, despite some difficulty. Requires support.
2	Performance shares features of Bands 1 and 3.		
1	Shows only limited control of a few grammatical forms and isolated vocabulary and phrases.	Has very limited control of phonological features and is often unintelligible.	Has considerable difficulty maintaining simple exchanges. Requires additional support
0	Performance below Band 1.		

*Note:* Got from “A2 Key Handbook for teachers for exams from 2020” by Cambridge English Qualifications (2020), ([cambridgeenglish.org/qualifications](http://cambridgeenglish.org/qualifications)). This table shows a rubric of speaking evaluation over five points.

Later, one group was selected to be part of the experiment, which means the application of the Scaffolding Strategy (Independent Variable). To investigate the effectiveness of the Scaffolding strategy on EFL learners speaking skills, a structured procedure was designed according to the stages of the Scaffolding strategy in figure 1 Students had fourteen sessions of classes during February and March 2023 immediately after the pre-test (Llera et al., 2017).

After that, a post-test was applied to measure the effectiveness of the Scaffolding strategy to accept or reject the following hypothesis:

- *H0* (Applying the scaffolding model will not change the students’ level of speaking skills).
- *H1* (Applying the scaffolding model will change the students’ level of speaking skills).

During the application of the post-test the same items (Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication) were measured then, the statistic T-

student was applied with the objective of accepting or rejecting the mentioned hypothesis (Corral & Franco, 2015).

### Results

The pre-test was applied to sixty students belonging to the Tenth grade. Each data was organized with the Microsoft Excel program, to acquire the level of speaking of each group, from which the following results (described in table 3) were obtained according to the aspects: Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication.

**Table 3**

*Results of the Pre-test*

Criteria	Grades Control group	Grades (%) Control group	Grades Experimental group	Grades (%) Experimental group
Grammar and Vocabulary	3.2	21%	2.8	19%
Pronunciation	3.3	22%	2.9	19%
Interactive Communication	2.8	19%	2.6	17%
Total average	9.30	62.00%	8.30	55.33%

**Note:** This table shows the averages of the pre-test. The results belong to the control and experimental groups. The grade is over fifteen points which means a hundred percent of domain.

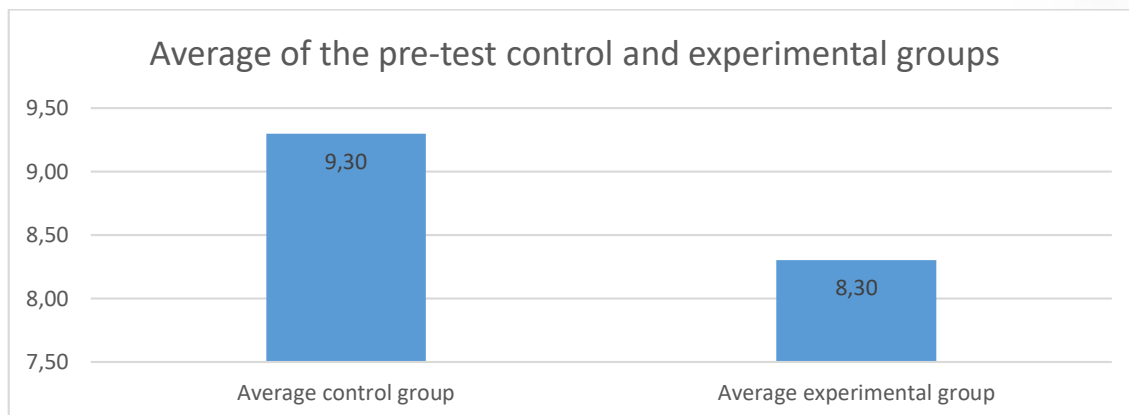
An analysis of the aspects: Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication was carried out through the rubric (described in table 2) in a range of scores from 1 to 5, where 5 is the highest grade and 1 is the lowest.

The results obtained were 3.2 over 5 points regarding aspects of Grammar and Vocabulary in the control group. On the other hand, the experimental group got 2.8. Regarding aspects of Pronunciation, the control group got 3.3 over 5, and the experimental group got 2.9. Finally, evaluating the Interactive communication, the control group got 2.8 over 5 points while the experimental group got 2.6. Adding these items gave a final average of 9.3 for the control group. In contrast to 8.3 for the experimental group. The graphic interpretation of the results is shown in figure 3.



**Figure 3**

*Results of the pre-test control and experimental groups*



**Note:** This graphic shows the averages of the pre-test. The results belong to the control and experimental groups. The grade is over fifteen points.

The results obtained from the pre-test displayed that student from the control group represented an average of 9.30, which means that they have a domain of the 62% of Speaking skills. While students from the experimental group got 8.30, representing 55.33% of the domain of the same skill. After the Scaffolding strategy was applied to the experimental group, both groups of students were evaluated again, obtaining the following results described in table 4.

**Table 4**

*Results of the Post-test*

Criteria	Grades Control group	Grades (%) Control group	Grades Experimental group	Grades (%) Experimental group
Grammar and vocabulary	3.3	22%	3.7	25%
Pronunciation	3.1	21%	3.9	26%
Interactive communication	2.7	18%	3.5	23%
Total Average	9.10	60.67%	11.10	74%

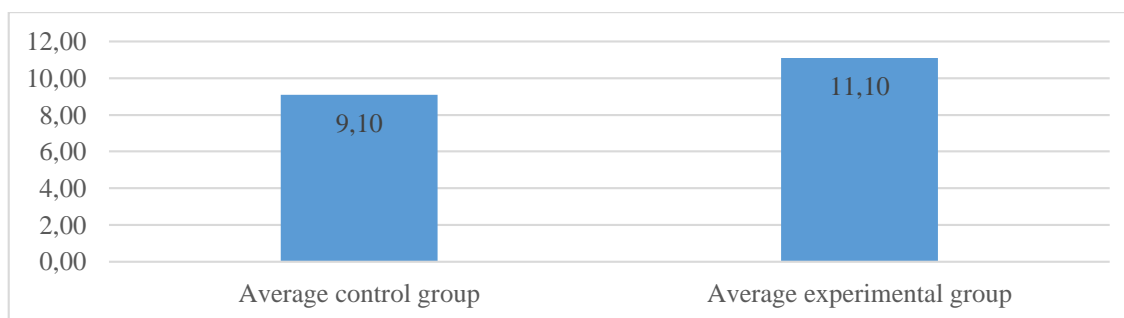
**Note:** This table shows the averages of the post- test. The results belong to the control and experimental groups. The grade is over fifteen points which means a hundred percent of domain.

One more time, the aspects: Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication were analyzed. The results obtained from the post-test showed that students from the control group got almost the same grade as the pre-test. The results

obtained in the control group were 3.3 over 5 points regarding aspects of Grammar and Vocabulary. On the other hand, the experimental group got 3.7. Regarding Pronunciation, the control group got 3.1 over 5 points while the experimental group got 3.9. Finally, in the Interactive Communication, the control group got 2.7 over 5 points and the experimental group got 3.5. Adding these items gave a final average of 9.10 for the control group. In contrast to 11.10 for the experimental group. Eventually, the graphic results are illustrated in figure 4.

**Figure 4**

*Results of the post-test control and experimental groups*



**Note:** This graphic shows the averages of the post- test. The results belong to the control and experimental groups. The grade is over fifteen points which means a hundred percent of domain.

The average 9.10 over 15 means a domain of 60.67% in the Speaking skills in the control group, in contrast to the students of the experimental group who obtained 11.10 over 15 it means 74% of the domain of the already mentioned skill. The illustration shows that after the Scaffolding strategy was applied, students increased by 14% their speaking skills. Therefore, a comparison between the two groups is shown in table 5.

**Table 5**

*Comparison of pre-test and post-test control and experimental groups*

	Average control group	Average experimental group
Pretest	9.30	8.30
Post-test	9.10	11.10

**Note:** This table shows a resume of the results of the pre-test and post-test. The results belong to the control and experimental groups. The grade is over fifteen points which means a hundred percent of domain.

Then, Excel analyzed the data to obtain the statistic T-student, the variance, the degrees of freedom, and others. Consequently, the data allowed us to accept or reject the hypothesis, H0: Applying the scaffolding strategy will not change the level of the domain

of the speaking skills (same average in the two groups). H1: Applying the scaffolding strategy will change the level of the domain of speaking skills (different averages in the two groups).

First, the statistic fisher was applied to determine if the variances are different or the same (table 6), where there are two conditions:

1.  $F \geq 0.05$   $f=2.3570 \geq 0.05$ ; accomplish
2.  $F \geq f_{critic}$ ;  $F= 2.35707349 \geq 1.86081144$ ; accomplish

**Table 6**

*F-test for two-sample variances*

Items	Average control group	Average experimental group
Mean	9.10	11.10
Variance	8.36896552	3.55057471
Observations	30	30
Degrees of freedom	29	29
F	<b>2.35707349</b>	
P(F<=f) one-tailed	0.01205159	
Critical value for F (one-tailed)	<b>1.86081144</b>	

**Note:** The program Microsoft Excel created table to obtain the statistic F-test or fisher using the averages of the control group and experimental group.

It means that the variances are different, and the exercise could be done with T statistics with different variances, by using the program Microsoft Excel; in the following table 7 there is an explanation of the data got with the statistic T student.

**Table 7**

*T student for two samples control and experimental groups*

	Average control group	Average experimental group
Mean	9.10	11.10
Variance	8.368965517	3.550574713
Observations	30	30
Hypothetical difference of means	0	
Degrees of freedom	50	
Statistic t	<b>3.067168352</b>	
P(T<=t) one-tailed	0.001741556	
P(T<=t) two tailed	<b>0.003483113</b>	
Critical value of t (two-tailed)	<b>2.008559112</b>	

**Note:** The program Microsoft Excel created table to obtain the statistic T-test or T-student using the averages of the control group and experimental group.

The results of the data showed that with the level of risk of 0.05 and 50 grades of freedom; the result of t critical is 2.008559112 and the result of T statistic= 3.067168352

*If t-critical is  $\leq$  t- statistic; H0 will be rejected*

*If t-critical is  $\geq$  t- statistic; H0 will be accepted*

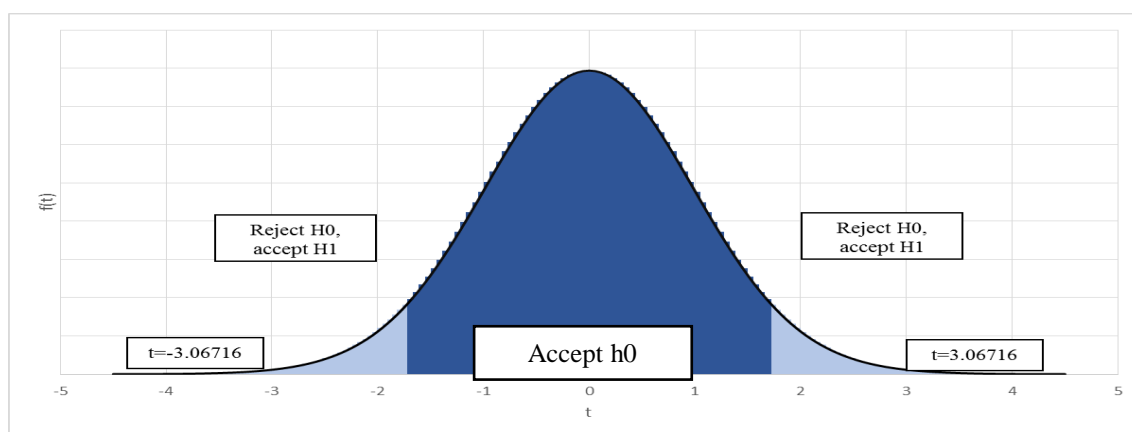
*T critical=2.008559112  $\leq$  t- statistic = 3.067168352; accomplish*

*P  $\leq$  0.005; p=0.003483113  $\leq$  0.005 accomplish*

Based on the criteria that *If t-critical is  $\leq$  t-statistic; H0 will be rejected and H1 will be accepted*. It means that the level of English speaking is different between the two groups due to the grade got in the post-test did not increase in the control group where no strategy was applied. Finally, there is a graphic explanation of the statistic T-student in figure 5.

**Figure 5**

*Graphic Illustration of the Statistic T-student*



**Note:** T-student (T= 3.06716), level of risk (p = 0.05), and degrees of freedom (gl=50).

The result of T-student is around rejection h0 which is why hypothesis H0 is rejected and H1 is accepted. The graphic has two tails because the results of the two samples are not the same. It means that the application of the Scaffolding Strategy had an impact on one of the samples where the strategy was applied.

### Discussion of Results

Learning to speak a new language may be intimidating for young learners since it implies the conceptualization, formulation, and articulation of ideas. The mentioned aspects take much more time and may cause in children frustration and anxiety. Based on this context, researchers are looking for methods that help students to achieve better levels of English

as a foreign language (Lasso, 2021). According to the research carried out by Langdon & Pandor (2020), there was found that most of the teachers focus only on making students speak but do not concentrate on their social and cognitive skills. That is why the use of strategies like scaffolding optimizes time in the teaching-learning process, which allows students to have better communication. On the other hand, Dennen (2013) states that using the scaffolding strategy as an instrument for teaching language skills which represents a high success in the teaching-learning process.

Focusing on this research, after the data were processed to test the effectiveness of the scaffolding strategy it was found that in the control group where no strategy was applied, did not show an improvement. The students who belong to this group showed a hesitating speech, limited vocabulary, and some grammatical errors. In contrast to the results obtained from the experimental group who evidenced a significant difference after the scaffolding strategy was applied. They did not show any kind of fear while they were communicating, and they had a higher performance during the assignments. This was evidenced by graphs and tables, which detail the difference of the performance between the samples.

The results were highly satisfactory due to students' speaking levels where the strategy was applied, significantly increased. Eventually, aspects like Grammar and Vocabulary, Pronunciation, and Interactive Communication were strengthened through the stages of the Scaffolding strategy explained in figure 1. Regarding the interactive scaffolding stages, the study of Mozellius (2017) found that motivation has a high relevance when teachers try to enhance speaking skills.

The findings of the present study are supported by similar studies like the study done by Sari & Rozimela (2021), in which there was an experimental and a control group. The first one learned to speak using scaffolding. The results showed that the use of the scaffolding strategy was successful in improving speaking skills. Moreover, the study of Okati et al. (2022) confirmed the importance of using strategies that allow students to interact and develop better communication skills.

## Conclusions

- In conclusion, the results of this study support the use of the scaffolding strategy in speaking skills allowing students to comprehend more information and incorporate innovative ideas into their prior knowledge. Therefore, the success of scaffolding might be due to four remarkable reasons: firstly, stage modeling was useful because it showed students how to act, think, or feel in different situations. This stage was developed through a structured plan of activities created by the teacher.

- Secondly, during the stage of imitating, students practiced their speaking skills by imitating the vocabulary and pronunciation, which allowed them to learn how to pronounce the words (Moody, 2018). Thirdly, during the application of the stage called removing, the teacher's support was removed eventually since students gained experience from doing tasks in which complexity was gradually increased. Finally, while applying the stage called achieving students reached a higher level of understanding through the development of activities and tasks without any support from the teacher. In this last stage, there were three functions to consider. For example, the interaction, which includes the transmission of a message, it is necessary to make other people understand messages, and finally, the step called learning from mistakes aspect in which, children have learned from their own mistakes and corrections given by the teacher.
- The results of this study can help to encourage English teachers to use strategies, especially in Ecuador where the speaking level is low. Additionally, there are not many cases in which scaffolding-based methodology is applied. Despite all the contributions, this study had some limitations like the selection of participants to avoid a probable bias between the groups. Another limitation was the time estimated to apply the strategy. Consequently, it is considered that by increasing the number of sessions, the Scaffolding strategy could have brought better results in this study. Finally, the results of this research could encourage other researchers to study or analyze another dimension of speaking skills or even other English skills.

### Conflict of interests

There is no conflict of interest between the authors.

### References

- Adab, H. W. (2017). Exploring the practice of teacher-student classroom interaction in EFL to develop the learners' speaking skills in Tullu Sangota primary school grade eight students in focus. *Arts and Social Sciences Journal*, 8(4), 1-18.
- Bundick, M. Q. (2014). Promoting student engagement in the classroom. *Teachers College Record*, 116(4).
- Cambridge English Qualifications. (2020). *A2 Key Handbook for teachers for exams from 2020*. [cambridgeenglish.org/qualifications](https://cambridgeenglish.org/qualifications).
- Corral, Y., & Franco, A. (2015). Procedimientos de muestreo. *Revista ciencias de la educación*, 26(46), 151-167.

- Dennen, V. P. (2013). Cognitive apprenticeship in educational practice: Research on scaffolding, modeling, mentoring, and coaching as instructional strategies. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 804-819). Routledge
- Fernandez, P., Vallejo, G., Livaci, P., & Tuero, E. (2014). Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad: se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales. *Anal. Psicol*, 30(2), 756-771.
- Griva, E., Semoglon, K., & Geladari, A. (2020). Early foreign language learning: Implementation of a project in a game-based context. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3700-3705.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). Analisis de los datos cuantitativos. *Metodología de la investigación*, 407-499
- Hsu, L. (2013). English as a foreign language learners' perception of mobile assisted language learning: a cross-national study. *Computer assisted language learning*, 26(3), 197-213.
- Khalifa, H. a. (2009). Examining Reading: Research and practice in assessing second language speaking, *Studies in Language Testing*. Cambridge University Press, 29.
- Lamb, S. H. (2020). Educational opportunity in Australia 2020. Unsplash: Mitchell Institute.
- Langdon, A., & Pandor, J. (2020). An investigation of scaffolding strategies to support structured inquiry language teaching to novice learners in a Primary School setting. *Language Value*, 13(1), 1-22.
- Lasso, R. (2021). Aplicación de andamiaje en un modelo de aprendizaje sostenible y su influencia en el estado emocional durante la COVID-19. *VI Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2021)*, 175-181.
- Llera, J., Matinengo, N., & Galiotti, H. (2017). Aplicación de técnicas de muestreo probabilístico para estimar la calidad del mosto de uvas tintas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 49(1), 199-126.
- López, P. (2004). Población maestra y muestreo. *Punto cero*, 9(8), 69-74.
- Moody, S. H. (2018). Vocabulary instruction: A critical analysis of theories, research, and practice. *Education Sciences*, 8(4), 180.

- Mozelius, P. (2017). Critical factors for implementing blended learning in higher education. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 6(2), 37-51.
- Okati, F., Mojavezi, A., & Pishadast, A. (2022). Enhancing Writing Ability through Scaffolding Techniques: A Mixed-Methods Study. *Journal of Foreign Language Research*, 12(3), 214-237.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 277-232.
- Rabolini, N. (2009). Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*, 2.
- Sari, D., & Rozimela, Y. (2021). The Implementation of Scaffolding Strategies at Speaking English Course in Kampung Inggris Pare East Java. *In Ninth International Conference on Language*, 51-56.
- Seyedeh, Z. (2016). Enhancing Speaking Ability through Intervening Scaffolding Strategies. *Theory and Practice in Language Studies*, 6(11), 2191-2195.
- Xu, D. G. (2020). Does blended instruction enhance English language learning in developing countries? Evidence from México. *British journal of educational technology*, 51(1), 211-227.



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



## Indexaciones




# Matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso con fines de investigación toxicológica forense

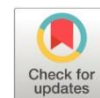
*Unconventional matrices such as faneras (hairs) in the detection of drugs of abuse for the purposes of forensic toxicological investigation*

<sup>1</sup> Erika Gabriela Collaguazo Enriquez  <https://orcid.org/0009-0006-5704-5316>  
Licenciada en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico.  
Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)

[egcollaguazo.fslc@unach.edu.ec](mailto:egcollaguazo.fslc@unach.edu.ec)

<sup>2</sup> María Eugenia Lucena de Ustáriz  <https://orcid.org/0000-0001-9120-345X>  
Lcda. en Bioanálisis, Magister Scientiae Biotecnología de Microorganismos, Diplomado en Estudios avanzados, PhD en Ingeniería de Procesos, Docente de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)

[mlucena@unach.edu.ec](mailto:mlucena@unach.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/03/2023

Revisado: 16/04/2023

Aceptado: 10/05/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2585>

## Cítese:

Collaguazo Enriquez, E. G., & Lucena de Ustáriz, M. E. (2023). Matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso con fines de investigación toxicológica forense. *Ciencia Digital*, 7(3), 25-37. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2585>



**CIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinaria, **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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International*. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

Matriz no convencional, pelos, sustancias de abuso, toxicología forense

**Keywords:**

Unconventional matrix, hairs, substances of abuse, forensic toxicology.

**Resumen**

**Introducción:** En la actualidad se ha utilizado el pelo como una matriz no convencional para la identificación de sustancias de abuso tomando en cuenta sus ventajas y desventajas, así como también la aplicación de métodos de recolección y conservación adecuados, sabiendo que estos no requieren de altas exigencias en comparación con muestras como orina, sangre y otros fluidos biológicos. **Objetivo:** Identificar la utilidad de las matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso con fines de investigación en toxicológica forense. **Metodología:** La investigación es de diseño bibliográfico, con nivel descriptivo de corte transversal y carácter mixto en el cual se realizó la revisión de documentos escritos o digitalizados en la literatura científica acerca de las matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso. **Resultados:** Se realizó un análisis minucioso, utilizando las investigaciones de varios autores acerca del uso de las faneras (pelos) en la detección de sustancias de abuso con fines de investigación en toxicológica forense. **Conclusión:** la utilidad de la matriz no convencional (pelo) radica en las principales características que esta presenta: fácil recolección, conservación, almacenamiento, procedimiento no invasivo, permite identificar largos periodos del uso de sustancias, así como también las limitaciones que posee, en el campo de la cuantificación de concentraciones muy bajas de las sustancias de abuso encontradas en esta muestra biológica, allí se aplican métodos de confirmación con costos elevados. **Área de estudio:** Criminalística/ Forense. **Área de estudio específica:** Derecho- Criminalística.

**Abstract**

**Introduction:** At present, hair has been used as an unconventional matrix for the identification of substances of abuse, taking into account its advantages and disadvantages, as well as the application of adequate collection and conservation methods, knowing that these do not require high demands compared to samples such as urine, blood and other biological fluids. **Objective:** To identify the usefulness of non-conventional matrices such as faneras (hairs) in the detection of drugs of abuse for the purposes of forensic toxicology research. **Methodology:** The research is of bibliographic design, with a descriptive level of cross section and mixed character in which the review of written or digitized documents in the scientific literature

---

about unconventional matrices such as faneras (hairs) in the detection of drugs of abuse. **Results:** A meticulous analysis was carried out, using the investigations of various authors about the use of faneras (hairs) in the detection of substances of abuse for the purposes of forensic toxicology research. **Conclusion:** the utility of the non-conventional matrix (hair) lies in the main characteristics that it presents: easy collection, conservation, storage, non-invasive procedure, allows to identify long periods of substance use, as well as the limitations that it has, in the field of quantification of very low concentrations of the substances of abuse found in this biological sample, confirmation methods with high costs are applied there. **Area of study:** Criminalistics / Forensics. **Specific area of study:** Law-Criminalistics.

---

## Introducción

El abuso de drogas se ha convertido en un problema que afecta a todos los países desarrollados y en vías de desarrollo. La dimensión internacional de este inconveniente, lo diverso y complejo del mismo obliga a las naciones a intensificar sus esfuerzos en el control que deben ejercer, así como en sus regulaciones, en algunos casos con la introducción de legislación más exigente y severa que puede llegar a tener serias consecuencias penales para el individuo que infringe la ley (Perkins de Piacentino et al., 2019).

A nivel mundial se ha hecho uso de matrices convencionales como son la orina, sangre y otros fluidos corporales para determinar el abuso de drogas y se ha dejado a un lado a una muestra biológica como es el pelo, la cual presenta características especiales entre ellas: su fácil recolección, difícil de alterar y para su conservación no es necesario condiciones ambientales como refrigeración lo que facilita su transporte.

Así nos proporciona información para la creación de un perfil criminológico del consumo de drogas de abuso y la frecuencia de este, teniendo en cuenta que esta matriz logra acumular sustancias en su interior sin alteraciones y con mayor concentración a diferencias de las demás matrices convencionales (Silva & Romero, 2019).

En el campo de la toxicología clínica el análisis de drogas es utilizado para el seguimiento de los pacientes psiquiátricos o monitoreo de pacientes sometidos a procesos de desintoxicación, en cuanto a la toxicología del trabajo u ocupacional permite analizar a un aspirante a un trabajo si es o ha sido consumidor de drogas o por vigilancia de consumo

de drogas en el lugar de trabajo; en Toxicología Forense post mortem (en cadáveres, restos cadavéricos o en descomposición ) para establecer o confirmar la causa de muerte por ingesta y/o sobredosis de drogas y ante mortem para determinar si una persona es consumidora de drogas. El análisis de pelo puede constituir una prueba importante e incluso decisiva en los Tribunales de Justicia, ya que puede aplicarse para la determinación del consumo de drogas meses después de iniciarlo, proporcionando una perspectiva histórica del consumo (Silva & Romero, 2019).

Tomando en cuenta todos estos aspectos, en este artículo, se identificó la utilidad de las matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección del abuso de drogas con fines de investigación en Toxicología Forense enfocándose en una revisión bibliográfica actualizada con documentos publicados en revista de impacto mundial

### Metodología

La investigación es de diseño bibliográfico, con nivel descriptivo de corte transversal y carácter mixto que tiene como base la recolección de información a través de bases de datos bibliográficas como Scopus, Sciencedirect y Scielo. Así como también el uso del buscador denominado Google académico con el principal objetivo de recopilar documentos importantes para esta revisión. Tomando en cuenta estos criterios de inclusión:

1. Artículos científicos que indiquen fundamentos de la detección de drogas de abuso en pelos con 5 años de vigencia en español o inglés.
2. Artículos científicos con contenido de Toxicología Forense publicados en una revista indexada en Scopus, Scielo o Sciencedirect con 5 años de vigencia en español o inglés.
3. Documentos de libre acceso

Así como también se aplicó los criterios de exclusión

1. Fechas de publicación mayor a 5 años
2. Artículos incompletos.
3. Artículos con datos que no contienen información concerniente al tema de estudio.

Con la revisión se obtuvo como población quince (15) documentos tomando en cuenta las características de inclusión y exclusión, seguidamente se procedió a la lectura y comprensión de estos permitiéndonos seleccionar diez (10), siendo estos los más adecuados para la investigación, usando palabras clave para su búsqueda y los intervalos de tiempo en la literatura científica acerca de las matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso.

## Discusión

El consumo de drogas pone en peligro la salud en general y la salud mental en particular y es especialmente dañino en la primera etapa de la adolescencia. Los mercados de las drogas ilícitas están vinculados con la violencia y otras formas de delincuencia. Las drogas alimentan y prolongan los conflictos, y sus efectos desestabilizadores, así como su costo social y económico, obstaculizan el desarrollo sostenible. Las drogas de abuso son un problema importante que amenaza la salud y la estabilidad social. Este hecho desafía los avances científicos para detectar su uso y establecer políticas públicas de prevención (Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito UNODC, 2022).

En el análisis de drogas de abuso en los laboratorios forenses generalmente se emplean matrices convencionales como la sangre, orina entre otras. En el artículo *Drugs of abuse: A narrative review of recent trends in biological sample preparation and chromatographic techniques* revelaron que hubo un período en el que se analizaron distintas alternativas de especímenes, como pelo y uñas para los análisis ante mortem o huesos y dientes para los posts mortem con ciertos métodos en grupos específicos. También se ha observado que, debido al avance de técnicas de alta sensibilidad, se ha incrementado el uso de muestras biológicas alternativas, aunque la sangre y la orina siguen siendo las matrices más exploradas (Palma et al., 2022).

El pelo es una parte muy compleja de nuestra anatomía, tiene su formación en el folículo piloso y se estima que en un adulto hay que hay unos 5 millones de folículos, de los que un millón están en la cabeza.

Las primeras aplicaciones del pelo como matriz biológica para el estudio toxicológico tienen sus inicios en 1858, cuando Casper publica un artículo sobre el hallazgo de arsénico en un cadáver exhumado luego de 11 años de su muerte. Otro importante caso que se dio a conocer a nivel mundial fue el de Napoleón que se le encontró arsénico y otros derivados luego de 125 años de su muerte; se puede mencionar que a Beethoven se le pudo determinar plomo en su cabello luego de un tiempo de haber fallecido (Esparza, 2019).

El pelo crece en la piel externa del cuerpo de los mamíferos y está compuesto de una proteína llamada queratina. Cada mechón de cabello está formado por tres capas llamadas médula, corteza y cutícula. El ciclo de crecimiento del cabello comienza en el folículo piloso, la parte del cabello que se encuentra debajo de la piel. La corteza contiene gránulos de melanina que son responsables del color del cabello. La melanina se divide en eumelanina, el pigmento dominante en el cabello castaño y negro, y feomelanina, el pigmento dominante en el cabello rojo. Algunas sustancias tóxicas pueden inactivar la producción de melanina y provocar un cambio de color del cabello. Así como también la deposición de drogas en el cabello puede estar influenciada por el contenido de melanina

del cabello, el origen étnico y la liofilia, polaridad o basicidad del fármaco original o sus metabolitos (Campos et al., 2022).

Debido a la composición reflectante de los elementos en los tejidos corporales, el cabello se utiliza como tejido excretor para probar sustancias tóxicas. El cabello puede producir documentos retrospectivos informativos sobre la exposición aguda y crónica a sustancias químicas (Nikfar & Mozaffari, 2023).

El crecimiento del pelo es asíncrono y se van alternando entre los dos el crecimiento activo y de reposo. En los seres humanos este ciclo comienza con la fase anágena, de crecimiento, en esta se va a desarrollar el folículo y da a la formación al pelo y cuya duración es muy diferente, puede durar de 7 a 94 semanas, existen casos que puede llegar a varios años, dependiendo de la zona anatómica. Luego de este periodo, el folículo entra en una fase muy corta de transición, denominada como fase catágena, que puede durar alrededor de 2 semanas, en las cuales cesa la actividad folicular, la papila dérmica se retrae y el folículo empieza a degenerarse con esto llega la última fase, de reposo, llamada telógena, que dura alrededor de 10 semanas, el crecimiento cesa completamente y el pelo se cae y así comienza un nuevo ciclo (Esparza, 2019). Los rangos de tiempo anteriores proporcionados para cada fase del ciclo del cabello son solo aproximaciones, ya que varios factores contribuyen a la línea de tiempo del crecimiento del cabello, como el clima, la temporada, la edad, el embarazo, la raza, entre otros (Admire et al., 2023).

(Nikfar & Mozaffari, 2023) mencionan en su artículo titulado Hair acerca de los análisis de cabello que han adquirido una gran notoriedad en la Toxicología Forense en términos de abuso de drogas, dopaje y envenenamiento. Los opiáceos, los antidepresivos, los antipsicóticos y las anfetaminas se pueden detectar en el análisis del cabello. En la actualidad, existen diferentes métodos confiables para detectar y medir varios químicos en el cabello. Sin embargo, se deben tener en cuenta las fortalezas y debilidades de cada método. Los ciclos de crecimiento específicos de cada mechón de cabello y las interpretaciones desafiantes de los resultados, además de las técnicas costosas, son algunas limitaciones notables para el análisis del cabello.

(Burgueño et al., 2019) en su artículo Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense menciona que el estudio del consumo repetido de drogas mediante su análisis en el cabello es un procedimiento de rutina en la toxicología forense, debido fundamentalmente a que la gran ventana de detección de drogas en el cabello de varias semanas a años que permite la investigación retrospectiva del consumo. El estudio del consumo de drogas a partir de datos procedentes del ámbito forense no sólo tiene gran importancia para mejorar la interpretación de los resultados analíticos, sino que, además, revela patrones de consumo de alto riesgo. En el campo forense el estudio de la prevalencia del consumo de drogas provee un enfoque adicional para conocer el consumo de alto riesgo de drogas. La

información epidemiológica revelada a través del estudio de grandes series de datos de análisis del cabello realizados con fines legales es especialmente relevante en el caso de drogas con baja prevalencia de consumo en la población general. Por consiguiente, a partir de datos procedentes de toxicología forense, la epidemiología forense aporta un conocimiento fundamentado sobre el consumo de drogas, que además puede ser útil para adoptar medidas adecuadas de salud pública destinadas a prevenir el consumo de drogas y a minimizar sus efectos.

En el artículo titulado Investigación del pelo como matriz toxicológica menciona que cualquier compuesto se puede encontrar en el pelo utilizando el método analítico que sea acorde a cada uno de ellos. Para unirse la droga al cabello necesita diferentes afinidades y capacidades usando mecanismos únicos de unión para cada tipo, para esto depende de factores (pKa, estructura, tamaño, lipofilia, capacidad de unión a proteínas y melanina) que afectan a la incorporación. Hay medicamentos básicos como las anfetaminas y la cocaína, que tiene la capacidad de incorporarse en mayor cantidad en el cabello en comparación de las drogas neutras o ácidas como las benzodiazepinas y cannabinoides (Esparza, 2019).

(Campos et al., 2022) en el artículo denominado Alternative matrices in forensic toxicology: a critical review expresan que las ventajas del análisis de cabello sobre otras muestras biológicas convencionales son múltiples: recolección fácil y no invasiva, no requiere ningún entrenamiento especializado ni viola la privacidad del individuo, fácil movilización y almacenamiento, su estructura sólida y duradera asegura una larga estabilidad con mínimo riesgo de infección, la evaluación de la exposición retrospectiva y acumulada a las drogas de meses a años dado que las drogas que se incorporan al cabello tienen una gran ventana de detección. Además, las pruebas de cabello también tienen algunas limitaciones como la detección de uso reciente de drogas alrededor de unos 7 días no es posible debido a que se necesitan métodos precisos y sensibles para detectar concentraciones de fármaco muy bajas y el costo del análisis es mucho más alto en relación con otras muestras biológicas. En las pruebas de inmunoensayo por sí solas no brindan resultados confiables y se necesita el uso de una técnica de confirmación como Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS) o Cromatografía líquida a Espectrometría de Masas (LC-MS) así también la interpretación de los hallazgos analíticos es más confusa, considerando la complejidad y variabilidad de la incorporación de los fármacos en la matriz capilar. Se expresa que no hay un consenso acerca del método “más preciso y sensible” para el análisis del cabello (pasos de lavado, extracción e identificación), lo que puede dar lugar a una interpretación errónea de concentraciones muy bajas del fármaco. Tomando en cuenta este problema, la Society for Hair Testing (SOHT) proporciona pautas que regulan la información sobre la recopilación, las pruebas, los cortes y la notificación de los resultados confirmados



En la investigación Forensic toxicological analysis of hair: a review indicaron que el análisis del cabello tiene una serie de aplicaciones en toxicología forense, toxicología clínica, medicina laboral y control de dopaje. La principal ventaja práctica del análisis de cabello para probar drogas en comparación con la orina y la sangre es su ventana de detección más grande. Para el análisis del cabello, las drogas pueden detectarse incluso después de meses, dependiendo de la longitud del tallo del cabello analizado, frente a unos pocos días para la orina. En el campo práctico, la ventana de detección que ofrecen las pruebas de orina y cabello es complementaria: el análisis de orina proporciona información a corto plazo sobre el consumo de drogas de un individuo, mientras que el historial a largo plazo es accesible a través del análisis de cabello. Aunque existe un acuerdo razonable de que los resultados cualitativos del análisis del cabello son válidos, la interpretación de los resultados se encuentra aún en debate debido a la no resolución de algunas preguntas. El análisis del cabello muestra el uso de drogas durante varios meses. El cabello puede mostrar el resultado exacto de la anfetamina y la cocaína si estas drogas se abusaron semanalmente, pero no puede determinar con precisión ni siquiera el abuso diario de cannabis. El costo del análisis de drogas en el cabello es más alto, mientras que el de la orina es el más bajo (Usman et al., 2019).

Manteniendo la misma línea Wang et al., 2020 en el artículo denominado A Retrospective of Prevalence of Drugs of Abuse by Hair Analysis in Shanghai using LC–MS–MS concluyen que las pruebas de cabello para drogas de abuso son una herramienta de vigilancia útil para revelar patrones de abuso de drogas. Así como también proporciona información valiosa sobre el consumo de drogas de los drogadictos vigilados por análisis de cabello y en las distribuciones de concentración de cabello de las drogas de abuso común en casos positivos en Shanghai. Las drogas ilícitas conocidas siguen siendo las más consumidas. Sin embargo, flunitrazepam y 5-MeO-DIPT complican la epidemia de abuso de drogas en China. Prevalece una falta de conciencia de las peligrosas consecuencias de las drogas de abuso, especialmente entre los jóvenes. Los programas de educación pública sobre el uso indebido de drogas, las medidas de intervención y las actividades de prevención son indispensables para proteger a los jóvenes del uso indebido de drogas (Wang et al., 2020).

(Palma et al., 2022) resalta que hay casos de estudios que involucran el uso de drogas en el embarazo, lo cual es una preocupación por la exposición del feto a estas sustancias, se evaluaron artículos seleccionados los que reportaron meconio y el uso de cabello materno como muestras biológicas. El análisis del cabello materno es otra forma de evaluar la exposición fetal a las drogas ilícitas. Cortés et al. (como se citó en Palma et al., 2022) destacó el beneficio de esta matriz en comparación con el meconio, ya que el cabello materno es eficaz en la detección retrospectiva, es decir, detecta el uso de sustancias ilícitas en todas las etapas del embarazo.

En el estudio *Pulverization Is a Crucial Step—A Comparative Study of Different Pretreatments in Hair Drug Testing* se menciona que la pulverización es uno de los pasos más importantes y críticos para la extracción de los analitos del cabello tomando en cuenta cuales drogas van a ser investigadas, en esto intervienen dos factores como son la temperatura de pulverización y el tamaño de las partículas del cabello. Explicaron que el tamaño de las partículas de cabello merece más atención que la temperatura cuanto esta es menor a 30 °C. Lo que significa que se indica una mayor contribución del tamaño de partícula del cabello que da la temperatura de pulverización a la eficiencia de extracción, es por lo que la granularidad del cabello es un factor no despreciable que afecta a la extracción de analitos. Cuando se controla la temperatura, vale la pena recomendar un método de pretratamiento que puede reducir la granularidad de la muestra así mejorando la eficiencia de la liberación del analito de la muestra debido a una pulverización más completa. Al realizar el método de pretratamiento de muestras ahorra tiempo y trabajo y es factible para el análisis de laboratorio de rutina. Además, creemos que la polaridad de los analitos puede ser un factor adicional que afecta la eficiencia de extracción, pero esto necesita más estudio (Hu et al., 2023).

En la revisión *Morphological and chemical profiling for forensic hair examination: A review of quantitative methods* expresa que el cabello humano se ha convertido en un área de investigación de interés para la ciencia forense debido al bajo costo de análisis, buenas propiedades mecánicas y su durabilidad. El análisis del cabello es útil en numerosas disciplinas forenses, que incluyen evidencia traza, ADN y toxicología. El uso de muestras de cabello en las investigaciones ha crecido debido al desarrollo de métodos que reducen la preparación de la muestra y aumentan el rendimiento de la extracción, lo que permite alcanzar límites inferiores de detección y límites de cuantificación utilizando técnicas instrumentales actuales. Gracias a esto a los científicos forenses se les provee de herramientas adicionales para incluir el análisis del cabello como una técnica de rutina en investigaciones forenses. La espectrometría de cromatografía de gases-masas (GC-MS) y la espectrometría de cromatografía líquida-masa (LC-MS) son estándares actuales de oro para el análisis de drogas en el cabello para laboratorios forenses debido a su alta sensibilidad, especificidad y universalidad. Sin embargo, todavía hay controversias sobre cómo interpretar los resultados, particularmente en relación con las preocupaciones de contaminación externa, los tratamientos cosméticos o la fuente de cualquier medicamento presente (Funes et al., 2023).

El siguiente artículo *Evaluation of extraction parameters in authentic hair reference material using statistical design of experiments* explica acerca de los métodos óptimos para el análisis forense del cabello, de manera especial a los parámetros de extracción que incluyen: tiempo de incubación, temperatura y tamaño de las partículas de cabello extraídas. En el pretratamiento del cabello se utiliza la técnica diseño de experimentos que evalúa tanto los roles individuales como las asociaciones combinatorias entre

múltiples variables y la eficiencia general de extracción de fármacos. Una matriz eficaz para la estandarización de las pruebas forenses de cabello es la preparación del material de referencia auténtico diluyendo cabello de usuarios de drogas con cabello en blanco para lograr concentraciones específicas de droga ya que esta se incorpora a la matriz del cabello a través de la distribución sistémica. Al aplicar esta técnica de diseño revelaron diferencias significativas en las combinaciones óptimas de parámetros de extracción para una recuperación máxima. Sin embargo, para la mayoría de los fármacos y metabolitos, el método de extracción más efectivo consistió en pulverizar el cabello antes de una extracción de 2 h con una proporción de volumen de solvente de extracción/peso de muestra de 12,5  $\mu\text{L}/\text{mg}$  (Spear & DeCaprio, 2022).

En un reporte de caso denominado Detection of scopolamine in urine and hair in a drug-facilitated sexual assault se analiza la detección de la escopolamina conociendo el uso y la alta potencia de la droga, así como también su rápido metabolismo sabiendo así que en el análisis de sangre y orina pueden no ser suficientes para la detección. Generalmente es administrada una dosis única en casos como agresión sexual o robos. El cabello puede constituir una matriz suplementaria esencial que amplía la ventana de detección de drogas en tales casos. En este informe presentan datos cuantitativos sobre la escopolamina en la orina y el cabello en un caso de agresión sexual facilitada por drogas después de una sola exposición. Mediante el uso de \*análisis de cabello segmentario, los resultados del cabello confirmaron el hallazgo positivo en la orina hidrolizada, que se recolectó 18 h después del incidente. Los hallazgos mostraron que era posible detectar escopolamina cinco semanas después de la exposición en el cabello con una concentración de 0,37  $\text{pg}/\text{mg}$  (Melchior et al., 2023).

### Conclusión

- La bibliografía consultada permiten concluir la utilidad e importancia del uso del pelo como matriz no convencional en la detección de drogas, debido a que presenta muchas ventajas frente a las matrices convencionales como son: fácil recolección, transporte, conservación y almacenamiento, su toma no vulnera la privacidad del individuo, permite evaluar el historial tanto el uso como la exposición a drogas y la acumulación de la sustancia, medicamento o fármaco que se encuentre en su organismo no solo de forma reciente sino también al paso de años, valora el uso permanente o temporal de las drogas. En el campo post mortem se puede identificar la presencia de estas sustancias luego de haber pasado un determinado tiempo.
- El análisis exhaustivo de la documentación bibliográfica consultada también nos permite concluir que el uso del pelo como matriz no convencional en la detección de drogas no solo presenta ventajas sino también una serie de limitaciones, una de ellas es el alto precio con respecto al costo del análisis de drogas en matrices

convencionales, ya que se necesitan métodos precisos y más sensibles para la detección de concentraciones muy bajas de analitos. Por otro lado, es necesario la comprobación de estas concentraciones mediante el uso de técnicas como la espectrometría de cromatografía de gases-masas (GC-MS) y la espectrometría de cromatografía líquida-masas (LC-MS) limitando así el análisis de drogas en pelos en los laboratorios de rutina.

- Por todo lo anteriormente dicho se concluye que el uso del pelo como matriz no convencional en la detección de drogas de abuso es una alternativa eficaz que amplía la ventana de detección de drogas.

### *Referencias Bibliográficas*

- Admire, L., Carson, M., Crawford, K., Nguyen, E., & Daniels, T. (Febrero de 2023). Hair root staining with Hematoxylin: Increasing the rate of obtaining DNA profiles in forensic casework. *Forensic Science International*, 343. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2022.111544>
- Burgueño, M. J., Sánchez, S., Castro, M. Á., & Mateos-Campos, R. (Noviembre de 2019). Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense. *Revista Española de Salud Pública*, 93, 1-16. <https://www.scielosp.org/article/resp/2019.v93/e201911065/#>
- Campos, E. G., Costa, B. R., Santos, F. S., Monedeiro, F., Alves, M. N., Junior, W. J., & Martinis, B. S. (2022). Alternative matrices in forensic toxicology: a critical review. *Forensic Toxicology*, 4, 1-18. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11419-021-00596-5>
- Esparza, J. (2019). El pelo como matriz toxicologica. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*(30), 11. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/69667/6834350.pdf?sequence=1>
- Funes, D. S., Bonilla, K., Baudelet, M., & Bridge, C. (Mayo de 2023). Morphological and chemical profiling for forensic hair examination: A review of quantitative methods. *Forensic Science International*, 346. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111622>
- Hu, J., Chen, H., Liu, W., Ji, J., & Mengxi Liu, B. L. (2023). Pulverization Is a Crucial Step—A Comparative Study of Different Pretreatments in Hair Drug Testing. *Journal of Analytical Toxicology*, 47, 346-352. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jat/bkad001>
- Melchior, S. E., Nielsen, M. K., Oropeza, A. R., Banner, J., & Johansen, S. S. (2023). Detection of scopolamine in urine and hair in a drug-facilitated sexual assault.

- Forensic Science International*, 347.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111678>
- Nikfar, S., & Mozaffari, S. (2023). *Hair*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824315-2.00594-7>
- Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito UNODC. (2022). *Informe mundial sobre las drogas*. [https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22\\_Booklet\\_2\\_spanish.pdf](https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22_Booklet_2_spanish.pdf)
- Palma, D. T., Lini, R. S., Marchioni, C., & Galerani, S. A. (22 de Marzo de 2022). Drugs of abuse: A narrative review of recent trends in biological sample preparation and chromatographic techniques. *Forensic Chemistry*, 30. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forc.2022.100442>
- Perkins de Piacentino, A. M., Locani, O. A., & Lorenzo, J. L. (2019). "Drogas en pelo: sus alcances y limitaciones I". *Cuadernos de Medicina Forense*, 1, 19-28. [https://www.csjn.gov.ar/cmfc/files/pdf/\\_Tomo-4\(2005-2006\)/Numero-1/Perkins.pdf](https://www.csjn.gov.ar/cmfc/files/pdf/_Tomo-4(2005-2006)/Numero-1/Perkins.pdf)
- Silva, B. E., & Romero, L. V. (2019). Detección de tetrahidrocannabinol en el cabello. *Visión Criminologica-Criminalistica*, 26, 36-45. <https://doi.org/http://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1903/Revista%201903.pdf>
- Spear, B., & DeCaprio, A. P. (Mayo de 2022). Evaluation of extraction parameters in authentic hair reference material using statistical design of experiments. *Journal of Forensic Sciences*, 67. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1556-4029.15051>
- Usman, M., Naseer, A., Baig, Y., Jamshaid, T., Shahwar, M., & Khurshuid, S. (2019). Forensic toxicological analysis of hair: a review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 2(17), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41935-019-0119-5>
- Wang, X., Cui, J., Zhuo, Y., Shen, B., Liu, S. Z., Shen, M., & Xiang, P. (2020). A Retrospective of Prevalence of Drugs of Abuse by Hair Analysis in Shanghai using LC–MS–MS. *Journal of Analytical Toxicology*, 44, 482-489. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jat/bkaa007>

### Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses en relación con el artículo presentado

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





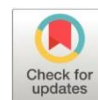
## Indexaciones



# Niveles de colinesterasas como biomarcador de intoxicación por organofosforados y carbamatos en toxicología forense

*Cholinesterase levels as a biomarker of organophosphate and carbamate poisoning in and forensic toxicology*

- <sup>1</sup> Bolívar Fernando Rea Sánchez  <https://orcid.org/0009-0009-5210-3363>  
Lcdo. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo  
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses - Universidad Nacional de Chimborazo.  
[bolivarfreas@gmail.com](mailto:bolivarfreas@gmail.com)
- <sup>2</sup> Francisco Javier Ustáriz Fajardo  <https://orcid.org/0000-0002-6423-9067>  
Licenciado en Bioanálisis, Magister Scientiae en Biotecnología de Microorganismos, Diploma de Estudios Avanzados, Doctor /PhD por la Universidad de Oviedo -España Programa “Tecnología del Medio Ambiente” (Biotecnología). Docente Contratado Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Fisioterapia.  
[francisco.ustariz@unach.edu.ec](mailto:francisco.ustariz@unach.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/03/2023

Revisado: 17/04/2023

Aceptado: 16/05/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2586>

## Cítese:

Rea Sánchez, B. F., & Ustáriz Fajardo, F. J. (2023). Niveles de colinesterasas como biomarcador de intoxicación por organofosforados y carbamatos en toxicología forense. *Ciencia Digital*, 7(3), 38-58. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2586>



**CIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinaria, **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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

organofosforados, carbamato, plaguicidas, inhibidores de la colinesterasa, niveles de colinesterasas, biomarcador.

**Keywords:**

organophosphates, carbamate, pesticides,

**Resumen**

**Introducción:** La intoxicación por organofosforados y carbamatos es considerado un problema de salud pública. La toxicidad de estos compuestos resulta de la inhibición de las enzimas colinesterasas produciendo sobreestimulación de los receptores nicotínicos y muscarínicos ubicados en el sistema nervioso central, autonómico y la placa neuromuscular. Los inhibidores de colinesterasas ocasionan el 80% de las intoxicaciones por plaguicidas en el mundo. El diagnóstico de las intoxicaciones por plaguicidas se realiza mediante la historia clínica, examen físico apoyado por la determinación de niveles de actividad colinesterasa como principal biomarcador de la exposición a los organofosforados y carbamatos.

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio es describir y argumentar la importancia de la determinación de niveles de colinesterasas para el diagnóstico de intoxicación o envenenamiento por plaguicidas organofosforados y carbamatos y su potencial aplicación en toxicología forense. **Metodología:** El presente trabajo de investigación es tipo documental, retrospectivo y descriptivo fundamentado en la búsqueda sistemática de literatura en bases de datos en línea, según los ítems propuestos por *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), que incluyen la identificación, selección e inclusión de la literatura consultada. **Resultados:** La búsqueda permitió la consulta de artículos científicos obtenidos de ocho bases de datos en línea, publicados entre 2015-2023. Los estudios analizados demuestran la utilidad práctica comprobada de los niveles de la colinesterasa en el diagnóstico, evaluación de riesgo y monitoreo con fines de control o prevención de intoxicaciones o envenenamiento por organofosforados y carbamatos. **Conclusión:** El material bibliográfico consultado permitió establecer y corroborar la importancia a nivel mundial de los niveles de colinesterasa como biomarcador principal de exposición a organofosforados y carbamatos contribuyendo al diagnóstico de intoxicaciones o envenenamientos con este tipo de plaguicidas; así como su potencial utilidad en toxicología forense.

**Abstract**

**Introduction:** Poisoning by organophosphates and carbamates is considered a public health problem. The toxicity of these compounds results from the inhibition of cholinesterase enzymes,



cholinesterase  
inhibitors,  
cholinesterase  
levels, biomarker

---

producing overstimulation of nicotinic and muscarinic receptors located in the central and autonomic nervous system and the neuromuscular junction. Cholinesterase inhibitors cause 80% of pesticide poisonings in the world. The diagnosis of pesticide poisoning is made through the clinical history, physical examination supported by the determination of cholinesterase activity levels as the main biomarker of exposure to organophosphates and carbamates. **Objective:** The objective of this study is to describe and argue the importance of determining cholinesterase levels for the diagnosis of intoxication or poisoning by organophosphate and carbamate pesticides and its potential application in forensic toxicology. **Methodology:** This research work is documentary, retrospective and descriptive based on the systematic search of literature in online databases, according to the items proposed by Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), which include the identification, selection, and inclusion of the consulted literature. **Results:** The search allowed the consultation of scientific articles obtained from eight online databases, published between 2015-2023. The studies analyzed demonstrate the proven practical utility of cholinesterase levels in the diagnosis, risk assessment, and monitoring for control or prevention of intoxication or poisoning by organophosphates and carbamates. **Conclusion:** The bibliographic material consulted made it possible to establish and corroborate the worldwide importance of cholinesterase levels as the main biomarker of exposure to organophosphates and carbamates, contributing to the diagnosis of intoxication or poisoning with this type of pesticide; as well as its potential utility in forensic toxicology.

---

## Introducción

“Los envenenamientos por pesticidas, tanto intencionales como accidentales, son comunes, especialmente en países subdesarrollados y en vías de desarrollo” (Maksimović et al., 2023, p. 117). Los inhibidores de la acetilcolinesterasa actúan principalmente bloqueando la degradación de la acetilcolina. Entre estos inhibidores se incluye a los pesticidas (organofosforados y carbamatos) y los agentes nerviosos, utilizados estos

últimos con fines bélicos. Los expertos estiman que las intoxicaciones con estos pesticidas causan más muertes al compararse con otras clases de drogas o químicos, estimándose una tasa de fatalidad del 10% al 20%, y aquellos sobrevivientes con una morbilidad de difícil manejo (King & Aaron, 2015 p. 134).

Los Organofosforados (ésteres de ácido fosfórico) y carbamatos (compuestos orgánicos derivados del ácido carbámico), causan una inhibición de la acetilcolinesterasa (enzima encargada de degradar la acetilcolina en el espacio sináptico), lo que conduce a una acumulación del neurotransmisor acetilcolina en los receptores muscarínicos y nicotínicos, con la consiguiente hiperestimulación del sistema parasimpático, dando como resultado un síndrome colinérgico (Jayaraj et al., 2016, pp. 94-95). Los organofosforados y los carbamatos presentan diferencias; los primeros inhiben la enzima irreversiblemente, mientras que los segundos lo hacen de forma reversible, reactivándose espontáneamente a las 24 - 48 horas. Esta puede ser la razón por la cual los carbamatos no alcanzan a producir algunas manifestaciones clínicas que se presentan con relativa frecuencia en la intoxicación por organofosforados (Restrepo & Restrepo, como se citó en Marrero et al., 2017, p. 32).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], en su informe 2015 - 2030, indica que el uso de plaguicidas se ha incrementado considerablemente a lo largo de los últimos 35 años, alcanzando tasas de crecimiento de 4 a 5,4% en algunas regiones. En los países desarrollados, su uso se restringe cada vez más mediante leyes e impuestos y por la creciente demanda de cultivos orgánicos, producidos sin la adición de productos químicos. En estos países desarrollados para el futuro se espera el uso de plaguicidas "inteligentes", variedades de cultivos resistentes y métodos ecológicos de control de plagas, llamados enfoques de manejo integrado de plagas (MIP) que tienen por objetivo final reducir la dependencia de plaguicidas (FAO/OMS como se citó en Marrero et al., 2017, p. 31).

Los principales plaguicidas utilizados hoy día en los países desarrollados pertenecen al grupo de los carbamatos, organofosforados (OF), tiocarbamatos y piretroides. A estos se unen nuevos compuestos desarrollados en la industria química de síntesis, la cual, se encuentra comprometida con el desarrollo sostenible en la producción agrícola (Marrero et al., 2017, p. 32). Mundialmente se estima que tres millones de personas están expuestas anualmente a estas sustancias, de las cuales un millón por causas accidentales y dos millones por envenenamiento suicida con un aproximado de trescientas mil muertes (Chowdhary et al., como se citó en Saborío et al., 2019). En Estados Unidos en 2008 se reportaron ocho mil exposiciones y de estos quince fallecimientos (Bronstein, como se citó en Bird, 2018). Mientras que, en la India se reportaron veinte cinco mil doscientos ochenta y ocho casos de muertes por suicidio por su utilización. La Organización Mundial

de la Salud (OMS. 2019), reporta anualmente veinte seis millones muertes en países del sudeste asiático, China y el pacífico occidental.

La mayoría de los plaguicidas la están diseñados de tal manera que alteran las actividades fisiológicas del organismo objetivo, lo que provoca disfunción y reducción de la vitalidad. Las características de los plaguicidas, como alta lipofilidad, bioacumulación, larga vida media y potencial de transporte a larga distancia, han aumentado las posibilidades de contaminar el aire, el agua y el suelo, incluso después de muchos años de aplicación (Jayaraj et al., 2016, pp. 94-95). En el caso de los compuestos organofosforados se han utilizado como insecticidas en todo el mundo durante más de 50 años. El uso de estos agentes ha disminuido en los últimos 10 a 20 años, en parte debido al desarrollo de insecticidas carbamatos, que están asociados con toxicidades similares (Bird, 2018).

La intoxicación aguda por organofosforados constituye un problema de salud pública, ya que en la actualidad estos productos tienen una amplia aplicación como pesticidas en las zonas agrícolas, provocando la muerte de cientos de personas al año por la exposición ocupacional, accidental o intencional, siendo la ingesta oral voluntaria la más común; y la inhalación accidental registrada en trabajadores; en su mayoría agrícolas por el uso inadecuado del equipo de protección como la vestimenta y la maquinaria para la realización de estas labores (Slavica et al., 2018). La toxicidad aguda por organofosforados resulta de una inhibición de las acetilcolinesterasas con la subsecuente sobreestimulación de los receptores nicotínicos y muscarínicos ubicados en el sistema nervioso central, autonómico y la placa neuromuscular; de ahí la importancia de la dosis ingerida, el tiempo de exposición y las patologías concomitantes que pueden contribuir con el grado de severidad de la intoxicación (Saborío et al., 2019, p. 2).

Estos compuestos penetran suavemente en la piel ilesa y en todas las membranas mucosas y son la causa de alrededor del 80-90% de todos los casos de intoxicación aguda por plaguicidas en personas. Anualmente, en el mundo se registran unas 100.000 víctimas de intoxicación aguda por organofosforados. Alrededor del 20% fueron intoxicaciones accidentales, y suicidas es aproximadamente el 70%, siendo el 30% de los casos con desenlace fatal. Los compuestos organofosforados inhiben tanto la colinesterasa sérica como la eritrocítica (Lutovac et al., 2017, pp. 1021-1022). Razón por la cual, se debe realizar la determinación de la acetilcolinesterasa en sangre, ya que representa el blanco molecular de la toxicidad de estos compuestos químicos. Aunque con frecuencia los organismos organofosforados ejercen su efecto inhibitorio sobre la acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas, se monitorea mediante los niveles de colinesterasa plasmática o sérica debido a su mayor concentración y a que los cambios en sus niveles son detectables con facilidad por las técnicas de laboratorio (Shelat, como se citó en Alvarado et al., 2019).

“La determinación de las enzimas colinesterasas es de gran importancia para el diagnóstico de intoxicaciones por organofosforados y carbamatos, así como también en el monitoreo con fines de prevención o control” (Marrero et al., 2017, p. 32). Sin embargo, la utilidad de las colinesterasas como biomarcadores biológicos mejora cuando se realizan comparaciones con valores preexistentes y en personas sin exposición (Caro et al., 2020, p. 2).

El objetivo del presente estudio es describir y argumentar la importancia de la determinación de niveles de colinesterasas como parte del diagnóstico de intoxicación o envenenamiento por plaguicidas organofosforados y carbamatos en toxicología forense. La investigación es tipo documental, retrospectivo y cualitativo, a partir de diferentes bases de datos reconocidas sobre las intoxicaciones con plaguicidas inhibidores de colinesterasas considerando los criterios de inclusión, exclusión. Los resultados de esta investigación aportarán datos de carácter cualitativo e información relevante sobre la importancia de la inclusión de la determinación de niveles de colinesterasa en el protocolo del Sistema Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses para casos de intoxicaciones o envenenamientos con plaguicidas dada su especificidad y fácil determinación.

### Metodología

El presente trabajo de investigación es tipo documental, retrospectivo y descriptivo, fundamentado metodológicamente en la búsqueda sistemática de literatura en 8 bases de datos en línea: *ScienceDirect*, *PubMed*, *UpToDate*, *SciELO*, *Redalyc*, *ResearchGate*, *BioMedCentral*, *MDPI*, según los ítems propuestos por *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*, que incluyen la identificación, selección e inclusión de la literatura consultada con la finalidad de obtener datos científicos relevantes sobre la utilidad práctica comprobada de la determinación de niveles de actividad de la enzima colinesterasa como biomarcador en casos de intoxicación o envenenamiento por plaguicidas organofosforados y carbamatos.

Para el estudio se incluyeron artículos en español e inglés del periodo comprendido entre 2015-2023 seleccionados mediante términos de búsqueda o descriptores. Sin embargo, no se excluyeron publicaciones anteriores al periodo mencionado que se consideren obras de relevancia y se constituyan como bases estructurales del estudio. Se utilizaron los descriptores: intoxicación o envenenamiento por organofosforados y carbamatos, inhibidores de la enzima colinesterasa, actividad colinesterasa como biomarcador, organofosforados y carbamatos como agentes nerviosos para la guerra o terrorismo. Los artículos se seleccionaron teniendo bajo los siguientes criterios de inclusión: estudios con población expuesta ocupacionalmente, por accidente o intencionalmente a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos), estudios sobre niveles de colinesterasas en intoxicaciones o envenenamientos con plaguicidas organofosforados

y carbamatos y estudios sobre el uso de organofosforados y carbamatos con fines bélicos o terroristas.

Para esta revisión se identificaron un total de 124 artículos los cuales se evaluaron por a través de la lectura de los títulos y resúmenes. Luego se procedió a descartar los artículos duplicados o que no cumplieran con los requerimientos establecidos. Se seleccionaron 60 artículos los cuales fueron sometidos a revisión de texto completo. Basados en los criterios de inclusión y exclusión, se incluyeron finalmente las síntesis de 26 artículos científicos.

Los resultados la revisión, análisis y síntesis se exponen en diferentes secciones que incluyen: Niveles de colinesterasas como biomarcadores intoxicación o envenenamiento por organofosforados y carbamatos, Plaguicidas inhibidores de colinesterasas, Epidemiología de poblaciones expuestas a plaguicidas inhibidores de colinesterasas, Niveles de colinesterasa en individuos expuestos a plaguicidas, Organofosforados y Carbamatos en el desarrollo de agentes nerviosos con fines bélicos y terroristas.

### Discusión

*Niveles de colinesterasas como biomarcadores intoxicación o envenenamiento por organofosforados y carbamatos.*

Un biomarcador debidamente validado ofrece un gran valor como indicador de pronóstico o diagnóstico para la manifestación de la enfermedad, la progresión o ambos. Pudiendo usarse como un indicador diferencial imparcial del inicio de la enfermedad, ayudar en la clasificación de un estado de enfermedad o no enfermedad, brindar la capacidad de clasificar la progresión de la enfermedad y/u ofrecer información sobre su gravedad relativa. Además de identificar enfermedades, la eficacia de la intervención clínica o terapéutica de un trastorno respectivo también se puede suponer a partir de dicho indicador (Ptolemy & Rifai, 2010, pp. 6-7).

Un biomarcador puede representar una variedad de agentes que sirven como pronóstico y diagnóstico de enfermedad o como herramienta específica sensible para evaluación de riesgo. Los marcadores pueden ser biológicos, físicos o de naturaleza molecular. Un biomarcador debe tener alta exactitud, precisión, sensibilidad y especificidad; además, debe contemplar las variables analíticas y sus efectos sobre los resultados como la toma de muestra, el manejo, almacenamiento, procesamiento y niveles de concentración del biomarcador (Ptolemy & Rifai, 2010, p. 11).

Las colinesterasas (ChEs) son un grupo de enzimas catalíticas, cuya actividad puede verse disminuida por diferentes factores, entre ellos la exposición a plaguicidas organofosforados. Mundialmente se reportan estos plaguicidas como los más utilizados en la producción de cultivos y, por lo tanto, quienes se exponen a través de sus labores a

estas sustancias están en alto riesgo de sufrir efectos negativos sobre su salud. Las colinesterasas como biomarcadores de exposición y efecto a plaguicidas organofosforados son una característica objetivamente medible y evaluable como un indicador de procesos biológicos normales, procesos patogénicos o respuestas a intervenciones farmacológicas terapéuticas (Caro et al., 2020, pp. 1,5).

La determinación de la actividad enzimática colinesterasa (ChE) es el principal biomarcador de efecto de la exposición a los plaguicidas organofosforados y carbamatos. Por lo tanto, la estabilidad de la actividad de las ChEs en muestras de sangre es un parámetro pre analítico importante que necesita ser considerado en términos de la seguridad diagnóstica (Medina et al., 2015, p. 151). En humanos y otros mamíferos se distinguen principalmente dos tipos de colinesterasas: la plasmática (CP) y eritrocitaria (CE). Para mencionar la CP también se utilizan los términos colinesterasa inespecífica, colinesterasa sérica o de (tipo s), pseudocolinesterasa, butirilcolinesterasa, BChE o EC 3.1.1.8; y se encuentra exclusivamente en las neuronas, en las sinapsis ganglionares de la estructura neuromuscular y en los eritrocitos. La CE también es llamada colinesterasa específica o de (tipo e), colinesterasa verdadera, acetilcolinesterasa, AChE o EC 3.1.1.7; está presente en casi todos los tejidos (principalmente en el hígado) y en el plasma, pero en poca concentración en los sistemas nerviosos central y periférico. En presencia de inhibidores de colinesterasa, la enzima plasmática se deprime y recupera antes que la eritrocitaria. El descenso en la primera se mantiene generalmente por varios días o hasta unas pocas semanas; en cambio, la eritrocitaria permanece reducida por más tiempo (a veces, por uno a tres meses), por lo que la medición de sus niveles constituye el mejor análisis en los sistemas de vigilancia de la intoxicación crónica (Carmona-Fonseca, 2006, p. 16). Estas enzimas cumplen importantes funciones fisiológicas; entre estas, la hidrólisis del neurotransmisor acetilcolina en colina y ácido acético en el espacio sináptico. Considerada como la más relevante de ellas porque permite que la neurona colinérgica regrese a su estado de reposo después de la activación; evitando así una sobreestimulación efectora de los músculos y como consecuencia espasmos musculares que pueden causar la muerte (Medina et al., 2015, p. 151).

Específicamente, la enzima colinesterasa medida en suero o plasma hemático se usa como biomarcador de exposición de una intoxicación aguda, mientras que la enzima colinesterasa medida en glóbulos rojos se usa como biomarcador de exposición crónica y biomarcador de efecto (Lu et al., como se citó en Caro et al., 2020, p. 5). Debido al efecto directo de los plaguicidas sobre la actividad de las ChEs, la determinación de esta actividad enzimática se ha utilizado no solo como la principal prueba de laboratorio para la vigilancia de la población laboralmente expuesta a los plaguicidas organofosforados y carbamatos, sino como el principal biomarcador de efecto de estos plaguicidas también (Carlock et al., como se citó en Medina et al., 2015, p. 152).

Si bien es cierto que los plaguicidas actúan como inhibidores de las colinesterasas y los resultados e interpretaciones de estos pueden variar dependiendo del método o la técnica utilizada; también se reconoce que existen otras condiciones susceptibles de afectar las cifras de colinesterasa, como la condición nutricional, según la cual, la desnutrición produce disminución de la concentración de la enzima y la obesidad la altera, reflejando aumento de la concentración de la enzima. Así mismo, algunos medicamentos tienden a reducir los valores de colinesterasa, condiciones que podrían dar lugar a falsos positivos y también a falsos negativos en entre los sujetos en estudio (Luna et al., 2019, p. 69). Sin embargo, el diagnóstico de intoxicación por organofosforados y carbamatos se basa en la historia del paciente, las manifestaciones clínicas y las pruebas de laboratorio además se puede apoyar el diagnóstico con la medición de metabolitos en sangre (Saborío et al., 2019, p. 11).

#### *Plaguicidas inhibidores de colinesterasas*

Los expertos creen que el envenenamiento agudo por insecticidas inhibidores de la acetilcolinesterasa (AChE) es responsable de más muertes que cualquier otra clase de droga o sustancia química. Son un problema particular en el mundo en desarrollo, donde los pesticidas altamente tóxicos están fácilmente disponibles y se utilizan en los suicidios de cientos de miles de personas cada año. Con una tasa de letalidad estimada de 10% a 20%, la salud subsiguiente la carga de cuidado de quienes no mueren tras una ingesta suicida es un orden de magnitud mayor (King & Aaron, 2015, p. 133).

Los resultados de las víctimas de envenenamiento por carbamato y organofosforados son multifactoriales. En general, el resultado depende de la gravedad del envenenamiento (cantidad, duración y agente), ciertos factores individuales, incluida la capacidad intrínseca de uno para metabolizar ciertos organofosforados, enfermedades preexistentes, tiempo para recibir tratamiento médico, acceso a especialistas y capacidades hospitalarias. A pesar de una buena atención de apoyo y antídoto, la mortalidad sigue siendo alta, especialmente en el caso de intoxicación por organofosforados. La carga de enfermedad de organofosforados y toxicidad de carbamato es mucho menor en países desarrollados (King & Aaron, 2015, p. 141).

El mecanismo de acción, tanto los insecticidas organofosforados como los carbamatos inhiben la acetilcolinesterasa (AChE), lo que resulta en la acumulación de acetilcolina (ACh) en las sinapsis autonómicas y algunas centrales y en las uniones autonómicas posganglionares y neuromusculares. Como consecuencia, la ACh se une a los receptores muscarínicos y nicotínicos produciendo así rasgos característicos. Con los insecticidas organofosforados (pero no con los carbamatos), también puede ocurrir un “envejecimiento” por desalquilación parcial del grupo en el sitio activo de AChE; la recuperación de la actividad de la AChE requiere la síntesis de una nueva enzima en el hígado. Aunque la intoxicación por insecticidas carbamatos es generalmente menos grave

que la intoxicación por insecticidas organofosforados, la toxicidad de los miembros individuales del grupo varía y no deben considerarse toxicológicamente benignos; el envenenamiento agudo con ellos puede ser severo y fatal (De Allister & Lotti, 2015, pp. 149,153).

La clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), para plaguicidas altamente peligrosos, en la clasificación (tabla 1) se establece una diferencia entre las formas más peligrosas y las menos peligrosas de cada plaguicida, basándose en la toxicidad del producto técnico y de sus preparaciones. El menor riesgo que presentan los productos sólidos en comparación con los líquidos se tiene especialmente en cuenta. La clasificación se basa principalmente en la toxicidad aguda por vía oral y dérmica para la rata, ya que esas determinaciones son de uso corriente en toxicología. Cuando la dosis letal mediana (DL50) 6 dérmica de un compuesto es tal que lo sitúa en una clase más restrictiva que la DL50 oral, el compuesto se incluirá siempre en la clase más restrictiva.

**Tabla1**

*Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y Directrices para la clasificación 2019*

Clase		DL 50 para la rata (mg/kg de peso corporal)	
		Oral	Dérmica
Ia	Sumamente peligroso	< 5	< 50
Ib	Muy peligroso	5 - 50	50 - 200
II	Moderadamente peligroso	50 - 2000	200 - 2000
III	Poco peligroso	Más de 2000	Más de 2000
U	Poco probable que presente un peligro agudo	5000 o más	

**Fuente:** OMS (2019, p. 6)

**Nota:** Basados en esta clasificación tanto los carbamatos y organofosforados forman parte de la (Clase Ia) correspondientes a los plaguicidas sumamente peligrosos (OMS, 2019, p. 21).

#### *Epidemiología de poblaciones expuestas a plaguicidas inhibidores de colinesterasas*

Los plaguicidas son sustancias ampliamente utilizadas en el mundo para el control de diferentes agentes, entre los que se encuentran insectos, artrópodos, animales transmisores de enfermedades, hongos y especies vegetales. Estos productos se utilizan en la agricultura (control de insectos y malezas); en la ganadería (control de parásitos); en el control de roedores y vectores transmisores de enfermedades como los mosquitos. Son sustancias comercializadas en todo el mundo y utilizadas tanto de forma industrial como doméstica. En algunos casos, el contacto con plaguicidas tiene como consecuencia las intoxicaciones que se dan bien sea por uso inapropiado, de forma accidental (niños, por ejemplo) o incluso de manera delictiva y homicida (Instituto Nacional de Salud [INS], 2010, p. 2).



Las intoxicaciones se clasifican en dos tipos: *Intoxicación aguda*: cuadro clínico que se presenta en las primeras 24 horas luego de la exposición a plaguicidas cuyos signos y síntomas dependen del grupo químico al que pertenecen. *Intoxicación crónica*: cuadro clínico que se presenta luego de exposición repetida a dosis bajas de plaguicidas por periodos de tiempo prolongados. La exposición a los plaguicidas se puede presentar tanto por el uso en las labores agrícolas e industriales, como por su uso doméstico. Por tanto, las intoxicaciones también se clasifican de acuerdo con el tipo de exposición y su origen. *Exposición aguda* puede ser *Ocupacional*: exposición a plaguicidas durante las actividades de producción o uso y compromete principalmente a los grupos de edad laboralmente activos (15 a 60 años). *Accidental*: exposición a plaguicidas de manera no intencional e inesperada, e incluye las intoxicaciones alimentarias y puede presentarse en todos los grupos de edad, siendo los accidentes en menores de edad son más frecuentes. *Intencional*: exposición a plaguicidas que se produce con el propósito de causar daño; incluye los intentos de suicidio, el acto suicida y el homicidio.

*Exposición crónica. Ocupacional*: por la exposición repetida a dosis bajas por periodos de tiempo largos en relación con procesos productivos y uso. *Medioambiental*: cuando la población en general se expone a plaguicidas por diferentes vías o rutas de exposición (agua, aire, alimentos contaminados, aplicación domiciliaria) crónica y aguda (INS, 2010, pp. 3-4).

La gravedad de las intoxicaciones depende de varios factores: La cantidad de plaguicida suministrada/absorbida, vía de ingreso, toxicidad del agente, agentes diluyentes del plaguicida como solventes (gasolina, keroseno). Además, existen factores potenciadores del efecto como: ingesta previa de alimentos, estado nutricional, consumo de alcohol u otras sustancias presentes en el organismo al momento de la intoxicación (INS, 2010, p. 5).

El envenenamiento por inhibidores de las colinesterasas y en especial con compuestos organofosforados es un problema de salud pública mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), cada año se producen 3 millones de casos de intoxicación por plaguicidas (principalmente compuestos organofosforados), lo que provoca un exceso de 250.000 muertes. De estos, alrededor de 1 millón son accidentales y 2 millones son envenenamientos suicidas. La incidencia ha aumentado constantemente en el pasado reciente y ha alcanzado un nivel en los países en desarrollo, donde puede llamarse una calamidad social (Narang et al., 2015, p. 47).

#### *Niveles de colinesterasa en individuos expuestos a plaguicidas*

Realizar el seguimiento continuo y sistemático de los casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas de acuerdo con los procesos establecidos para la notificación, recolección y análisis de los datos, permiten generar información oportuna, válida y confiable para

orientar medidas de prevención y control del evento (INS, 2010, p. 1). No obstante, los estudios independientes sobre realizados las intoxicaciones por plaguicidas inhibidores de colinesterasas permiten tener una visión más cercana a la realidad de existente en las poblaciones.

Los estudios de análisis de muestras tomadas entre trabajadores e individuos expuestos y no expuestos directamente, individuos vinculados al entorno donde se aplican los plaguicidas y otros no vinculados, tienen como propósito mejorar la interpretación de los resultados de la prueba de las enzimas colinesterasas para favorecer su utilidad como biomarcador (Caro et al., 2020, p. 4).

El estudio realizado en una comunidad agrícola victoriana en Australia, con objetivo explorar la integración del monitoreo de AChE en los controles de salud de rutina para las personas en riesgo y también examinar cualquier asociación entre la actividad de enzimas acetilcolinesterasa (AChE) y el uso de agroquímicos (organofosforados). Se estudio un total de 41 agricultores (más de 5 años en actividad) y una muestra de conveniencia de 14 individuos no agricultores cumplieron con los criterios de inclusión y participaron del estudio. La prueba de AChE se repitió para todos los participantes con un máximo de tres veces durante 10 semanas. La integración de la monitorización de AChE, reveló que no hubo una diferencia significativa en la actividad promedio de AChE entre los participantes que cultivan y los que no cultivan (ANOVA unidireccional  $p > 0,05$ ) en este estudio. No hubo una diferencia significativa entre el uso personal de productos químicos agrícolas en la granja y los niveles de AChE al inicio (medición 1) o cualquiera de los períodos de seguimiento ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, la actividad media de AChE fue significativamente menor dentro de los períodos de seguimiento [ $F(2,633, 139,539) = 14,967, p < 0,001$ ]. Hubo una reducción significativa de AChE entre el seguimiento en el período de 3 y 6 semanas ( $p = 0,015$ ). Lo que permitió concluir que la disponibilidad de una estimación inicial razonable de la AChE y el monitoreo de rutina de esta enzima puede permitir el reconocimiento temprano de la exposición crónica de bajo nivel a los organofosforados cuando están en uso por los agricultores (Cotton et al., 2018).

Maksimović et al. (2023), en su estudio realizado por con la finalidad de analizar la presentación clínica de pacientes hospitalizados por intoxicación aguda con organofosforados o carbamatos en el Centro Nacional de Control de Intoxicaciones de Serbia, así como analizar los factores que potencialmente influyeron en la gravedad y el resultado de las intoxicaciones. Igualmente, se analizaron los aspectos clínicos de las intoxicaciones, así como las medidas terapéuticas realizadas. Un total de 60 pacientes fueron hospitalizados por intoxicación aguda con organofosforados o carbamatos, de los cuales 51 pacientes (85,00%) fueron casos de autointoxicación intencional. La mayoría de los pacientes fueron intoxicados por organofosforados (76,67%), en un tercio el agente

causal fue el malatión, seguido en frecuencia por el clorpirifos y el diazinón. Sin embargo, las intoxicaciones por dimetoato (organofosforado) se manifestaron con el cuadro clínico más grave. Así mismo, se detectó una disminución máxima de 70 % actividad en relación con los valores de referencia de las enzimas acetilcolinesterasa y butirilcolinesterasa. En el 50 % de los pacientes la disminución correspondió a la acetilcolinesterasa y el 58 % de los pacientes correspondió a la butirilcolinesterasa. Deterioro de la conciencia e insuficiencia respiratoria, así como el grado de inhibición de la acetilcolinesterasa y la butirilcolinesterasa, eran signos pronósticos de la gravedad de la intoxicación (Maksimović et al., 2023).

Por otra parte, en el estudio realizado en trabajadores agrícolas del campo sonoreño (México), donde se determinaron los valores de acetilcolinesterasa (AChE) tanto de los individuos de la muestra control (n=5) como en trabajadores agrícolas (n = 25; 13 mujeres y 12 hombres). Se seleccionó la AChE por ser considerada la más representativa de la enzima del tejido nervioso y por su importancia en los sistemas de vigilancia al determinar mejor la toxicidad crónica. Los resultados revelaron que la AChE en hombres varió entre 4 920 y 10 620 UI/L, con un promedio de 7 262 UI/L y una desviación estándar de 1 723 UI/L. En mujeres el valor mínimo observado fue de 3 210 UI/L y el máximo de 7 600 UI/L, con un promedio de 4 851 UI/L y una desviación estándar de 1 540 UI/L. Los valores promedio de AChE se encontraron dentro de la normalidad en ambos grupos de trabajadores. Sin embargo, analizando los datos específicos, se determinó que sólo en el sexo femenino se presentan valores que muestran inhibición de la colinesterasa (cinco mujeres), con valores por debajo de las 3 930 UI/L, todas ellas mayores de 40 años. Un valor bajo de actividad de la colinesterasa en tejidos es evidente signo de que se ha producido algún tipo de exposición a un agente inhibidor de esta enzima; es así como las mujeres poseen mayor riesgo de exposición. Por tanto, se concluyó que en los sujetos participantes se encontró un alto porcentaje de valores normales de la actividad de la acetilcolinesterasa. Aunque se dificultó interpretar los resultados al no contar con una línea base de preexposición; sin embargo, estos resultados se pueden utilizar como indicadores biológicos de exposición a agroquímicos organofosforados (Alvarado et al., 2019).

El estudio realizado por Díaz et al. (2017), en municipio de Totoró, departamento de Cauca (Colombia), con la finalidad de determinar los niveles de acetilcolinesterasa en plasma y eritrocitos en 125 trabajadores cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas con edades entre 16 y 79 años, con una media de 41,7 años (SD=13,6); edad promedio para los hombres fue 43,4 años y para las mujeres de 40,7 años, indicando que no hay diferencias significativas entre la edad y el género (p=0,694); los resultados revelaron que el 74,4% (n=93) de los trabajadores en estudio empleaban plaguicidas en su trabajo y el 49,6% (n=62) los usaban también en el hogar. La determinación de la actividad de la acetilcolinesterasa reveló que el 8,0% (n=10) de

los individuos presentaron inhibición de la acetilcolinesterasa eritrocitaria. Por tanto, la inhibición de la AChE fue mínima, aun cuando la población en estudio informó del uso de plaguicidas organofosforados, carbamatos y ditiocarbamatos, entre otros. Así mismo, la encuesta aplicada a cada participante mostró que la mayor frecuencia de plaguicidas en uso tanto en el trabajo como en el hogar correspondió a organofosforados (Díaz et al., 2017).

En estudio realizado por Marrero et al. (2017), con la finalidad evaluar la exposición a organofosforados y carbamatos en 30 individuos adultos de ambos sexos (80% masculino y 20% femenino), aparentemente sanos, conformando dos grupos: uno expuesto (GE) y uno control (GC). El GE estuvo integrado por 20 trabajadores domiciliados en el sector Capachal de la Colonia Tovar, estado Aragua (Venezuela), y el GC por 10 trabajadores pertenecientes al personal administrativo de un automercado de la ciudad de Valencia, estado Carabobo (Venezuela), (90% del sexo masculino y 10% femenino), sin antecedentes de exposición a plaguicidas y en aparentes buenas condiciones de salud. El GE presentó una edad promedio de  $40.45 \pm 10.37$  años (rango: de 21 a 58); el GC tuvo una edad promedio de  $42.20 \pm 8.01$  años (rango: de 31 a 54); no hubo diferencias estadísticamente significativas respecto al promedio de edad de ambos grupos ( $p = 0.644$ ). La antigüedad en años de trabajo, en términos de promedio respecto al número total de trabajadores expuestos fue de  $19.20 \pm 12.98$  años, con un límite inferior de dos años y uno superior de 50. Los resultados mostraron para el GE un valor promedio de la actividad de la colinesterasa sérica de  $6.4350 \pm 1.2465$  U/L, y para el GC, un valor promedio de  $8.2000 \pm 1.8749$  U/L. La media de la actividad de la colinesterasa sérica se encuentra dentro de los parámetros considerados normales (4.970-13.977 U/L) para ambos grupos según la técnica aplicada. Cabe destacar que a pesar de que los valores promedio de la colinesterasa en ambos grupos se ubican dentro de los parámetros normales, 15% de los valores de colinesterasa obtenidos en el GE (tres trabajadores) se ubican por debajo del rango de normalidad; además, existe diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.005$ ) entre las medias para el biomarcador de efecto en estudio: esto indica que la exposición a plaguicidas sí afecta los niveles de colinesterasa sérica en los agricultores expuestos a plaguicidas. Cuando se comparan las medias del valor de colinesterasa en el grupo expuesto según el sexo, no existe diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.351$ ) (Marrero et al., 2018).

Con la finalidad de determinar los síntomas clínicos por efectos probables de inhibición de las enzimas colinesterasas en un grupo de fumigadores del sector informal de la economía de la zona rural de la región de sabanas de Córdoba (Colombia). Mediante entrevista se tomaron datos de las características socio demográficas, así como los antecedentes de exposición (edad

de inicio, tiempo de trabajo, frecuencia diaria y semanal de exposición, compuestos químicos que utiliza, frecuencia de accidentalidad. Seguidamente, se realizó un estudio analítico, prospectivo transversal y prospectivo de dos años de duración a 256 fumigadores sin otras condiciones susceptibles de afectar la enzima, se le tomó semestralmente muestra de sangre venosa periférica; hasta completar 4 mediciones. Los resultados permitieron observar que la edad de inicio en la tarea de fumigación fue de 14 a 16 años (73%), 100% se mantuvo laboralmente activos, en contacto laboral con insecticidas organofosforados y diversos compuestos activos herbicidas durante tiempo de exposición entre 8 y 28 años (67%). El promedio de las cuatro mediciones de colinesterasa eritrocitaria en fumigadores osciló entre 33.8 y 27.6, con descensos progresivos del valor inicial (67%) en las mediciones sucesivas. El comportamiento de la enzima colinesterasa entre los fumigadores en comparación con los no fumigadores permitió indicar más riesgo de alteración de la colinesterasa por agroquímicos-plaguicidas entre los fumigadores en comparación con los no fumigadores (Luna et al., 2019).

#### *Organofosforados y Carbamatos en el desarrollo de agentes nerviosos con fines bélicos y terroristas*

La fosforilación de la enzima fundamental acetilcolinesterasa (AChE) por agentes nerviosos (NA) conduce a la inhibición irreversible de la enzima y la acumulación del neurotransmisor acetilcolina, lo que induce una crisis colinérgica, es decir, una sobreestimulación de los receptores de membrana muscarínicos y nicotínicos en el sistema nervioso central y periférico. En casos graves, la desensibilización subsiguiente de los receptores produce hipoxia, vaso depresión y paro respiratorio, seguidos de muerte (Hrvat & Kovarik, 2020, p. 266).

Los agentes nerviosos son inhibidores organofosforados de la acetilcolinesterasa. La exposición aguda a agentes nerviosos puede causar una muerte rápida. Los agentes nerviosos de la serie G, tabún, sarín, somán, etil sarín y ciclosarín, fueron desarrollados por los nazis. El VX, el más conocido de los agentes de la serie V, fue sintetizado en la década de 1950 por un científico británico. Poco se sabe sobre el desarrollo de los Novichoks (la "serie A") por parte de la antigua Unión Soviética. Los agentes nerviosos fueron utilizados por primera vez en el campo de batalla por el gobierno iraquí en la guerra Irán-Irak, en la década de 1980. La Convención de Armas Químicas, en 1993, prohibió toda la producción y el uso de armas químicas, sin embargo, el sarín se usó posteriormente en ataques terroristas en Japón y, recientemente, en la guerra en Siria (Aroniadou-Anderjaska et al., 2020).

Los compuestos organofosforados de Novichoks pertenecen al grupo de los agentes nerviosos y constituyen la cuarta generación de agentes de guerra química con un efecto paralizante y convulsivo. Se supone que la tremenda toxicidad de los Novichoks es varias

veces mayor que la del agente VX (sustancia extremadamente tóxica empleada como arma química y clasificada como agente nervioso), pero aún ninguna investigación experimental publicada respalda esto. Los Novichoks fueron creados durante la Guerra Fría por la Unión Soviética y su mecanismo de acción tóxica consiste en la unión irreversible a la acetilcolinesterasa (AChE) y la inhibición de la hidrólisis del neurotransmisor acetilcolina (ACh) a acetato y colina, por lo que representan una grave amenaza debido a su extrema toxicidad; sin embargo, no hay información suficiente sobre la identidad de los agentes nerviosos de la serie A. Al rellenar las lagunas de datos que faltan acelerará el progreso en la mejora de la protección contra los Novichoks y el desarrollo de una terapia óptima para tratar a las víctimas por envenenamiento (Noga et al., 2023).

El uso de los Novichok se ha convertido en símbolo del uso de sustancias químicas para llevar a cabo asesinatos políticos. En el siglo pasado, los agentes de guerra venenosos se utilizaron por primera vez en los campos de batalla, en casi todo el mundo. Después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron nuevos tipos de agentes de guerra química organofosforados. Los Novichok son solo unos, pero la parte más importante de ellos: la cuarta generación de agentes de guerra química. A pesar de la Convención sobre Armas Químicas, que entró en vigor en 1997, todavía existe una amenaza real de uso de armas químicas. Esta arma puede ser utilizada tanto por estados como por organizaciones terroristas transnacionales. Novichoks, sustancias con nombre en código, deben introducirse permanentemente en una serie de sustancias químicas contenidas en agentes venenosos de guerra química (organofosforados). Este artículo presenta una breve descripción de los agentes nerviosos de cuarta generación. Los compuestos del grupo A junto con los compuestos de los grupos G y V son agentes de guerra química organofosforados que son muy peligrosos (Kloske & Witkiewicz, 2019).

La amenaza de que los terroristas utilicen compuestos químicos como armas de víctimas masivas ha sido una preocupación creciente en los últimos años. Los carbamatos, un grupo de inhibidores reversibles de la acetilcolinesterasa, podrían estar potencialmente involucrados en tales eventos tóxicos con víctimas masivas porque pueden causar una crisis colinérgica que podría conducir a la muerte, similar a la del envenenamiento por organofosforados. El oxamil es una molécula de carbamato altamente tóxica con riesgo toxicológico por contaminación, utilizada como insecticida, nematicida y acaricida en muchos cultivos de campo, hortalizas, frutas, plantas ornamentales y cebos, que debe ser considerado como un riesgo para la salud pública por las posibles consecuencias en organismos objetivo y no objetivo, incluidos los humanos (Biancardi et al., 2022).

### Conclusiones

- Los estudios consultados ponen de manifiesto la utilidad e importancia de las colinesterasas eritrocitarias o plasmática como biomarcadores de exposición

aguda o crónica a los plaguicidas inhibidores de colinesterasa usados a nivel mundial. No obstante, los aparentes beneficios de los plaguicidas, su toxicidad es considerada motivo de preocupación desde mediados del siglo pasado en muchos países en vías de desarrollo un problema creciente. La determinación de los niveles de las enzimas colinesterasas es considerada a nivel global de gran importancia en el diagnóstico, evaluación de riesgo y monitoreo con fines de control o prevención de intoxicaciones o envenenamiento por organofosforados y carbamatos; ya que la presencia de signos y síntomas va en relación con el descenso de los niveles colinesterasa.

- Las características químicas de los plaguicidas (alta lipofilicidad, bioacumulación, larga vida media, etc.), unidas a la capacidad que tienen específicamente los compuestos organofosforados y carbamatos de inhibir la enzima colinesterasa provocan alteraciones de las actividades fisiológicas del organismo en contacto, provocando su disfunción, reducción de la vitalidad e incluso la muerte, bien sea por exposición ocupacional, accidental o intencional.
- La toxicidad de los plaguicidas organofosforados y carbamatos ha generado por décadas la preocupación fundada de su utilización como arma de terror. Ambos de inhibidores irreversibles y reversibles de la acetilcolinesterasa, podrían ser utilizados potencialmente como armas químicas o en su desarrollo con fines terroristas generando víctimas masivas; ya que pueden causar una crisis colinérgica que podría conducir a la muerte. Razones por las cuales deben continuar los esfuerzos estatales para reducir la disponibilidad y mejorar las medidas de control para la comercialización y uso de plaguicidas. Paralelamente, se deben implementar e institucionalizar campañas de educación y concientización a la población en general y de capacitación y actualización continua en especial al personal profesional que realiza análisis de laboratorio o aquellos profesionales que deban interpretar y evaluar los resultados toxicológicos emitidos por los laboratorios forenses ya que la toxicología forense requiere resultados analíticos científicamente indiscutibles y legalmente defendibles; por tanto, los criterios cualitativos y cuantitativos utilizados en este campo deben proporcionados por prestigiosos estudios y organismos científicos de importancia internacional.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Referencias Bibliográficas

Alvarado, J., Valencia, C. A., Castillo, M. R., Luna, P. D., Borboa, J. A., Mexia, M. E. & Ruiz, N. C. (2019). Agroquímicos organofosforados y su potencial daño en la salud de trabajadores agrícolas del campo sonoreño. *Ciencia ergo-sum, Revista*

*Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 26(1), 1-11.

DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a8>

- Aroniadou-Anderjaska, V., Aplan, J. P., Figueiredo, T. H., De Araujo Furtado, M., Braga, M. F. (2020). Acetylcholinesterase inhibitors (nerve agents) as weapons of mass destruction: History, mechanisms of action, and medical countermeasures. *Neuropharmacology*, 15(181), 108 - 298. Doi: 10.1016/j.neuropharm.2020.108298.
- Biancardi, A., Aimo, C., Piazza, P., Lo Chiano, F., Rubini, S., Baldini, E., Vertuani, S. & Manfredini, S. (2022). Acetylcholinesterase (AChE) Reversible Inhibitors: The Role of Oxamyl in the Production of Poisoned Baits. *Toxics*, 10(8), 432. Doi: 10.3390/toxics10080432.
- Bird, S. (2018). Organophosphate and carbamate poisoning. *Uptodate*, [Internet]. 17–9. <https://www.uptodate.com/contents/organophosphate-and-carbamate-poisoning>
- Carmona-Fonseca, J. (2006). Colinesterasas eritrocitaria y plasmática en trabajadores con enfermedades crónicas controladas y en usuarios de medicamentos. *IATREIA*, 19(1), 14-28. <http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v19n1/v19n1a2.pdf>
- Caro, L., Forero, M. & Dallo, A. (2020). Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-23. Doi: 10.21930/rcta.vol21num3art:1562
- Cotton, J., Edwards, J., Rahman, M. A., & Brumby, S. (2018). Cholinesterase research outreach project (CROP): point of care cholinesterase measurement in an Australian agricultural community. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 17(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0374-1>
- De Allister, V. & Lotti, M. (2015). Capítulo 10 - Envenenamiento por insecticidas organofosforados y carbamatos. *Manual de neurología clínica*, 131, 149-168. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00010-X>
- Díaz, S. M., Sánchez, F., Varona, M., Eljach, V. & Muñoz, M. N. (2017). Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 85-92. <https://doi.org/10.18273/revsal.v49n1-2017008>
- Hrvat, N. M., & Kovarik, Z. (2020). Counteracting poisoning with chemical warfare nerve agents. *Arh Hig Rada Toksikol*, 71(4), 266-284. Doi: 10.2478/aiht-2020-71-3459.



- Instituto Nacional de Salud [INS]. (2010). Vigilancia y control en salud pública. Protocolo de vigilancia y control de intoxicaciones por plaguicidas. [https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/INTOXICACION\\_POR\\_PLAGUICIDAS.pdf](https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/INTOXICACION_POR_PLAGUICIDAS.pdf)
- Jayaraj, R., Megha, P. & Sreedev, P. Review Article. (2016). Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. *Interdiscip Toxicol*, (3-4), 90-100. Doi:10.1515/intox-2016-0012
- King, A. M. & Aaron, C. K. (2015). Organophosphate and Carbamate Poisoning. *Emerg Med Clin North Am*, 33(1),133–151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2014.09.010>
- Kloske, M. & Witkiewicz, Z. (2019). Novichoks - The A group of organophosphorus chemical warfare agents. *Chemosphere*, 221, 672-682. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.01.054.
- Luna, J., Hanna, M., & Elena, C. (2019). Condición clínica y niveles de colinesterasa de trabajadores informales dedicados a la fumigación con plaguicidas. *Nova*, 17(3), 67-77. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702019000100067](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000100067)
- Lutovac, M., Popova, O. V., Jovanovic, Z., Berisa, H., Kristina, R., Ketin, S., & Bojic, M. (2017). Management, Diagnostic and Prognostic Significance of Acetylcholinesterase as a Biomarker of the Toxic Effects of Pesticides in People Occupationally Exposed. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5(7), 1021-1027. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.200>
- Maksimović, Ž. M., Jović-Stošić, J., Vučinić, S., Perković-Vukčević, N., Vuković-Ercegović, G., Škrbić, R., & Stojiljković, M. P. (2023). Acute organophosphate and carbamate pesticide poisonings - a five-year survey from the National Poison Control Center of Serbia. *Drug Chem Toxicol*, 46(1),113-121. Doi: 10.1080/01480545.2021.2012481.
- Marrero, S., González, S., Guevara, H., & Eblen, A. (2017). Evaluación de la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. *Comunidad y Salud*, 17(1), 30-41. <http://www.scielo.org.ve/pdf/cs/v15n1/art05.pdf>
- Marrero, S., Guevara, H., Eblen, A. & Sequera, M. (2018). Evaluación de la actividad de la colinesterasa, medio ambiente y geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela. *Revista*

*Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 65(1), 45-54.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2018/pt181f.pdf>

Medina, O., Sánchez, L. & Flórez, O. (2015). Actividad enzimática colinesterasa en muestras de sangre humana: efecto de las condiciones de almacenamiento. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 47(2), 151-158. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072015000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072015000200006)

Narang, U., Narang, P., & Gupta, O. (2015). Envenenamiento por organofosforados: una calamidad social. *J Mahatma Gandhi Inst Med Sci*, 20, 46-51.  
<https://www.jmgims.co.in/text.asp?2015/20/1/46/151736>

Noga, M., Michalska, A., & Jurowski, K. (2023). Review of Possible Therapies in Treatment of Novichoks Poisoning and HAZMAT/CBRNE Approaches: State of the Art. *J Clin Med*, 12(6), 22-21. Doi: 10.3390/jcm12062221.

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y Directrices para la clasificación 2019. [file:///C:/Users/prato/Downloads/9789240016057-spa%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/prato/Downloads/9789240016057-spa%20(4).pdf)

Ptolemy, A. S. & Rifai, N. (2010). What is a biomarker? Research investments and lack of clinical integration necessitate a review of biomarker terminology and validation schema. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 70 (Suppl.242), 6-14.  
<https://doi.org/10.3109/00365513.2010.493354>

Saborío, I., Mora, M., & Durán, M. (2019). Intoxicación por organofosforados. *Revista Medicina Legal de Costa Rica*, 36(1), 1-8.  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v36n1/2215-5287-mlcr-36-01-110.pdf>

Slavica, V., Dubravko, B., & Milan, J. (2018). Acute organophosphate poisoning: 17 years of experience of the National Poison Control Center in Serbia. *Toxicology* 409, 73-79. DOI: 10.1016/j.tox.2018.07.010

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





## Indexaciones



# Interferentes en la detección de drogas de abuso mediante pruebas de inmunoensayo utilizadas en toxicológica clínica y forense

*Interference agents in the detection of drugs of abuse through immunoassay tests used in clinical and forensic toxicology*

- <sup>1</sup> Klever Mauricio Lara Orozco  <https://orcid.org/0009-0000-2035-8403>  
Lcdo. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo  
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses - Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).  
[klevermauriciolaraorozco@gmail.com](mailto:klevermauriciolaraorozco@gmail.com)
- <sup>2</sup> Francisco Javier Ustáriz Fajardo  <https://orcid.org/0000-0002-6423-9067>  
Licenciado en Bioanálisis, Magister Scientiae en Biotecnología de Microorganismos, Diploma de Estudios Avanzados, Doctor /PhD por la Universidad de Oviedo -España Programa “Tecnología del Medio Ambiente” (Biotecnología). Docente Contratado Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Fisioterapia.  
[francisco.ustariz@unach.edu.ec](mailto:francisco.ustariz@unach.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/03/2023

Revisado: 18/04/2023

Aceptado: 29/05/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2587>

### Cítese:

Lara Orozco, K. M., & Ustáriz Fajardo, F. J. (2023). Interferentes en la detección de drogas de abuso mediante pruebas de inmunoensayo utilizadas en toxicológica clínica y forense. *Ciencia Digital*, 7(3), 59-78.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2587>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, **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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

drogas de abuso, detección de drogas, pruebas preliminares, inmunoensayos, interferentes, pruebas confirmatorias.

**Keywords:**

drugs of abuse, drug detection,

**Resumen**

**Introducción:** La detección de drogas de abuso es de interés en medicina legal y forense para sujetos vivos o cadáveres, en el ámbito laboral, en pacientes en desintoxicación de sustancias psicoactivas y en diversos procedimientos legales. Las sustancias para detectar son aquellas sustancias psicoactivas más frecuentemente consumidas por la población o sus metabolitos. Los inmunoensayos son la primera línea de detección utilizada para determinar drogas de abuso en muestras biológicas. Sin embargo, los resultados positivos obtenidos mediante una detección por inmunoensayo deben confirmarse con un segundo análisis basado principios químicos o físicos como las técnicas cromatográficas.

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio es describir y argumentar la importancia de las pruebas de inmunoensayo en la detección de drogas de abuso para la toxicología clínica y forense y los diferentes factores interferentes que afectan su confiabilidad.

**Metodología:** El presente trabajo de investigación es tipo documental, retrospectivo y descriptivo fundamentado en la búsqueda sistemática de literatura en bases de datos en línea, según los ítems propuestos por *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*, que incluyen la identificación, selección e inclusión de la literatura consultada.

**Resultados:** La búsqueda permitió la consulta de artículos científicos obtenidos de trece bases de datos en línea, publicados entre 2015-2023. Los estudios analizados demuestran la utilidad comprobada de las pruebas de inmunoensayo en la detección preliminar de drogas de abuso para la toxicología clínica y forense; así como, las limitaciones analíticas derivadas de su especificidad y selectividad ante factores interferentes.

**Conclusión:** El material bibliográfico consultado permitió establecer la utilidad práctica y corroborar la importancia a nivel mundial de las pruebas de inmunoensayo en la detección de drogas de abuso y la su vez, determinar los principales interferentes que afectan su confiabilidad analítica para la toxicología clínica y forense. **Área de estudio general:** Criminalística. **Área de estudio específica:** Forense.

**Abstract**

**Introduction:** The detection of drugs of abuse is of interest in legal and forensic medicine for living subjects or corpses, in the

preliminary tests,  
immunoassays,  
interferents,  
confirmatory tests.

---

workplace, in patients undergoing detoxification of psychoactive substances and in various legal procedures. The substances to be detected are those psychoactive substances most frequently consumed by the population or their metabolites. Immunoassays are the first line of detection used to determine drugs of abuse in biological samples. However, positive results obtained by immunoassay detection must be confirmed with a second analysis based on chemical or physical principles such as chromatographic techniques. **Objective:** The objective of this study is to describe and argue the importance of immunoassay tests in the detection of drugs of abuse for clinical and forensic toxicology and the different interfering factors that affect their reliability. **Materials and methods:** This research work is documentary, retrospective and descriptive based on the systematic search of literature in online databases, according to the items proposed by Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), which include the identification, selection, and inclusion of the consulted literature. **Results:** The search allowed the consultation of scientific articles obtained from thirteen online databases, published between 2015-2023. The studies analyzed demonstrate the proven utility of immunoassay tests in the preliminary detection of drugs of abuse for clinical and forensic toxicology; as well as the analytical limitations derived from its specificity and selectivity in the face of interfering factors. **Conclusion:** The bibliographic material consulted allowed establishing the practical utility and corroborating the worldwide importance of immunoassay tests in the detection of drugs of abuse and, in turn, determining the main interferers that affect their analytical reliability for clinical and forensic toxicology.

---

## Introducción

La Organización mundial de la Salud (OMS) define la droga como, "toda sustancia que introducida en un organismo vivo puede modificar una o varias de sus funciones, es susceptible de crear dependencia, y que puede a la vez, provocar tolerancia" (OMS, 1969, como se citó Andrés et al., 2002, p. 2); sin embargo, actualmente la medicina consigue restringir el concepto de droga de abuso a un grupo de sustancias que se caracterizan por crear hábito, producir sintomatología psíquica y/o dependencia, ser nocivas para la salud

en función de su dosis y permanencia en el organismo y estar penalizado su tráfico en todos los países civilizados (Andrés et al., 2002).

La detección de drogas de abuso es de interés en medicina legal y forense para sujetos vivos o cadáveres, en el ámbito laboral, en pacientes en tratamiento de desintoxicación de sustancias psicoactivas (SPA) y en diversos procedimientos legales como la detección de conductores de vehículos bajo los efectos del alcohol o las drogas (Rotemberg et al., 2022). El consumo de alcohol, cocaína u otras SPA como cannabis, heroína, psicofármacos provoca perjuicios en el medio laboral como riesgos de accidentes laborales y no laborales, afectando según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) a un porcentaje considerable de trabajadores (Ochoa & Madoz, 2008, como se citó Rotemberg et al., 2022, pp. 5-6).

Las drogas consumidas pueden ser drogas ilícitas callejeras, robadas u obtenidas mediante prescripción legal. El uso indebido de una droga por lo general implica tomar la droga de una manera dañina o perjudicial, lo que resulta en problemas personales, profesionales o sociales. Una razón común por la que las personas buscan la atención de profesionales médicos es el alivio del dolor. Si bien hay muchas categorías de analgésicos disponibles, los analgésicos opioides están aprobados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por su sigla en inglés), para el dolor moderado a intenso. Los opioides se prescriben para controlar el dolor al unirse a los receptores opioides  $\mu$  ( $\mu$ ) en el sistema nervioso central, lo que reduce las señales de dolor al cerebro, así como a los receptores en el tracto gastrointestinal y el sistema respiratorio, y se usan para tratar el dolor, la diarrea y la tos. Entre los opioides comunes están: la codeína, fentanilo, hidrocodona, sulfato de morfina, oxycodona, tramadol (Preuss et al., 2022).

El consumo voluntario o accidental de drogas se puede detectar mediante marcadores de esas drogas en muestras biológicas como orina, saliva y sangre. En el caso de algunas drogas, su presencia puede ser evidente durante muchas semanas después de la última exposición a la droga. Además del uso deliberado de drogas prohibidas, se pueden ingerir accidentalmente sustancias prohibidas en suplementos dietéticos o alimentos contaminados y fallar inadvertidamente en una prueba de drogas (Cadwallader & Murray, 2015). Es importante asegurarse de que la prueba de drogas se realice en un laboratorio acreditado y certificado. Cualquier programa de detección de drogas creíble implicará un proceso de dos pasos. El inicial (inmunoensayo) y confirmatorio (prueba de cromatografía de gases-espectrometría de masas [GC-MS]) son los métodos más comúnmente utilizados para detectar drogas. El uso de una combinación de ambas pruebas permite un alto nivel de sensibilidad y especificidad, lo que significa que hay una probabilidad extremadamente baja de falsos positivos o falsos negativos (Drugs.com, 2022).

El continuo auge de las nuevas sustancias psicoactivas (NPS), es decir, moléculas psicotrópicas ideadas y sintetizadas para replicar los efectos de las drogas tradicionales de abuso con el fin de eludir las listas de sustancias prohibidas, ha supuesto un desafío de enorme magnitud para los sistemas de detección de sustancias y aplicación de la ley en todo el mundo. Sería negligente ignorar el papel que jugó la emergencia de salud pública sin precedentes relacionada con la pandemia de COVID-19 en la exacerbación de la crisis de NPS. De hecho, el desvío de recursos ha obstaculizado los enfoques convencionales para el seguimiento, la vigilancia y el control de las drogas y las respuestas de salud pública (Napoletano et al., 2022).

La proliferación de fármacos ha requerido un aumento correspondiente de las herramientas y métodos analíticos necesarios para identificar la presencia de sustancias prohibidas en los biofluidos y evitar las limitaciones en las metodologías de las pruebas (Cadwallader & Murray, 2015). Un ejemplo está dado por el panorama de los opioides sintéticos que continúa cambiando a medida que aparecen sustancias no relacionadas con el fentanilo en el trabajo de casos de toxicología forense. Entre los opioides sintéticos más nuevos que han surgido se encuentra el isotonitazeno, un análogo de una clase de compuestos analgésicos de bencimidazol. El isotonitazeno es un opioide sintético activo y potente, pero anteriormente se desconocía hasta qué punto este compuesto está causando toxicidad entre los consumidores de drogas (Krotulski et al., 2020). Igualmente, los últimos cannabinoides sintéticos en el mercado hacen que los métodos de detección tradicionalmente utilizados tiendan a quedar obsoletos rápidamente por su incapacidad para identificarlos (Desrosiers & Huestis, 2019). Por lo tanto, los informes de los laboratorios de ciencia forense y toxicología son cruciales para la detección temprana y la respuesta a este tipo de eventos. Además, los laboratorios de toxicología deben asegurar su esfuerzo continuo en proporcionar nuevos métodos y tecnologías diseñadas para enfrentar el consumo de sustancias ilícitas y monitorear los mercados de drogas ilegales en constante cambio (Negro et al., 2022).

Con base en lo antes mencionado, en este trabajo se pretende investigar, recopilar y analizar los datos obtenidos en diferentes publicaciones referentes a la detección de drogas y poder establecer los factores que pueden afectar la confiabilidad de las pruebas de inmunoensayo en la detección de drogas de abuso y contribuir a mejorar el servicio brindado por los laboratorios clínicos y de toxicología forense a través de resultados preliminares confiables.

### Metodología

El presente trabajo de investigación es tipo documental, retrospectivo y descriptivo, fundamentado metodológicamente en la búsqueda sistemática de literatura en 13 bases de datos en línea: *Prime PubMed, PubMed, Drug.com, ResearchGate, StatPearls, SciELO, LILAACS-Express, PubMed Central, Wiley Online Library, Medline Plus(.gov)*,



*United Nations Office on Drugs and Crime, Organization of American States*, aplicando los ítems propuestos por *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*, que incluyen la identificación, selección e inclusión de la literatura consultada con la finalidad de obtener datos científicos relevantes sobre la utilidad práctica de las pruebas de inmunoensayos, sus interferentes y reacciones cruzadas en la detección de drogas de abusos.

El estudio incluyó artículos en español e inglés del periodo comprendido entre 2015-2023 seleccionados mediante términos de búsqueda o descriptores. Sin embargo, no se excluyeron publicaciones anteriores al periodo mencionado que se consideren obras de relevancia y se constituyan como bases estructurales del estudio. Se utilizaron los descriptores: Pruebas o test de drogas de abuso, inmunoensayos, drogas de abuso, nuevas drogas de abuso, interferentes en la detección de las drogas de abuso, reacciones cruzadas en la detección de las drogas de abuso. Los artículos se seleccionaron mediante los siguientes criterios de inclusión: estudios sobre detección de drogas de abuso por inmunoanálisis, pruebas de detección y de confirmación de drogas de abuso, estudios sobre detección de nuevas drogas de abuso, estudios de interferentes y reacciones cruzadas en la detección de drogas de abuso, estudios de epidemiológicos sobre usos indebido de drogas lícitas e ilícitas.

En esta revisión se identificaron un total de 70 artículos los cuales se evaluaron por a través de la lectura de los títulos y resúmenes. Luego se procedió a descartar los artículos duplicados o que no cumplieran con los requerimientos establecidos. Se seleccionaron 40 artículos los cuales fueron sometidos a revisión de texto completo. Basados en los criterios de inclusión y exclusión, se incluyeron finalmente las síntesis de 22 artículos científicos. Los resultados la revisión, análisis y síntesis se exponen en diferentes secciones que incluyen: Detección de drogas de abuso e interpretación de resultados, Tipo de muestra para la detección de drogas de abuso, Utilidad y Legalidad del test o prueba de drogas, Epidemiología del consumo de drogas de abuso, Factores relacionados con interferencias en las pruebas de drogas de abuso.

## Discusión

### *Detección de drogas de abuso e interpretación de resultados*

La metodología utilizada para la detección de drogas en fluidos biológicos a lo largo de la historia ha sido a través de técnicas cromatográficas, fluorimetría, microcristalografía, métodos colorimétricos, procedimientos espectrométricos, métodos de fluorescencia, radioinmunoanálisis y enzimoimmunoanálisis (Wang et al., 2019). El inmunoensayo (inmunoquímico o radioinmunoquímico), y el ensayo inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA), son de enfoque rápido y económico, son la primera línea de detección utilizada para determinar la presencia de una droga de abuso en muestras biológicas. Si el

inmunoensayo es negativo, no se requiere ninguna otra acción y los resultados se notifican como negativos (Drugs.com, 2022; Wang et al., 2019). Todos los resultados positivos obtenidos mediante una detección por inmunoensayo deberían confirmarse con un segundo análisis basado en distintos principios químicos o físicos como las técnicas cromatográficas. Las pruebas de confirmación deberían ser de similar sensibilidad aunque de mayor especificidad que las pruebas de detección (Naciones Unidas, 1999). Si la muestra no es negativa, se realiza un análisis de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) de confirmación adicional en una porción separada de la muestra biológica. La GC/MS más específica se utiliza como prueba de confirmación para identificar fármacos o metabolitos individuales y cuantificar la cantidad de la sustancia. Las pruebas de confirmación, como GC-MS, deben utilizarse antes de informar los resultados positivos de las pruebas de drogas a los solicitantes e interesados (Drugs.com, 2022).

Este procedimiento analítico se fundamenta debido a que los inmunoensayos cuantifican moléculas de interés biológico según la especificidad y selectividad de los reactivos de anticuerpos generados (Cox, 2012, como se citó Rotemberg et al., 2022, p. 4). Mientras que, la GC-MS es una técnica que combina el poder de discriminación y la sensibilidad de la cromatografía de gases (GC) con la especificidad para la muestra analizada que aporta la técnica espectroscópica, sin necesidad de aislar previamente las sustancias a detectar (Rotemberg et al., 2022).

Las sustancias que se busca detectar son aquellas sustancias psicoactivas más frecuentemente

consumidas por la población. En algunos casos, lo que se detecta es un metabolito de la droga;

esto es debido al comportamiento farmacocinético de cada molécula, así como sus características fisicoquímicas. Estas características fisicoquímicas como el carácter ácido-base,

la solubilidad o la polaridad van a ser críticas a la hora de decidir el método de detección (Antonilli & Nencini, 2015, como se citó García, 2020, p. 9).

#### *Tipo de muestra para la detección de drogas de abuso*

El material de muestra utilizado depende del solicitante y del tipo de análisis a realizar. Por razones de comodidad de uso el más utilizado es la orina, ya que presenta concentraciones mayores y en ésta puede ser detectada durante más tiempo que en sangre, constituyendo un procedimiento analítico no invasivo y de reconocida seguridad cuando se realiza siguiendo una metodología suficientemente rigurosa, siendo la muestra de elección por razones técnicas y prácticas en el "screening" de las drogas de abuso, seguido

de un procedimiento de confirmación basado en un principio único diferente (Braithwaite et al., 1995, como se citó en Andrés et al, 2002, p. 65). Sin embargo, está aumentando el uso de otras matrices. Cada una de ellas posee una serie de ventajas e inconvenientes. Por ejemplo, la orina es el tipo de muestra más común utilizado por los empleadores para las pruebas de detección de drogas. Un análisis de orina mostrará la presencia de una droga en el sistema después de que los efectos de la droga hayan desaparecido; sin embargo, la duración del tiempo varía según el fármaco. La orina es el único tipo de muestra aprobado para la prueba de la fuerza laboral sensible a la seguridad ordenada por el gobierno federal de E.E.UU. Por otra parte, las pruebas de drogas en sangre se pueden usar para determinar las cantidades de droga en el sistema de un individuo y le permite a un empleador o a un oficial de la ley determinar si una persona está activamente bajo la influencia de drogas o alcohol. Se puede analizar una variedad de drogas en la sangre: los ejemplos incluyen alcohol, anfetaminas, cocaína, fentanilo, marihuana, metanfetaminas, opiáceos, fenciclidina, nicotina y tramadol. Sin embargo, el análisis de sangre es invasivo y requiere un pinchazo de aguja, pero hay pocas posibilidades de adulteración. También se pueden realizar análisis de sangre en la sala de emergencias para pruebas de toxicología. No obstante, el análisis de sangre a menudo tiene un período corto de detección, ya que muchas drogas ilícitas se metabolizan rápidamente y se eliminan del cuerpo (Drugs.com, 2022).

El análisis de drogas en saliva es una alternativa no invasiva para evidenciar su presencia de sustancias psicoactivas (SPA) como tetrahidrocannabinol (THC), cocaína (COC), anfetaminas (AMP) y opioides (OPI) en el organismo. La finalidad es amplia, pero se ha utilizado en medicina legal y forense, en especial para drogas ilícitas. La recolección de saliva no implica riesgo, ni personal especializado (Martini et al., 2020; Rotemberg et al., 2022).

El análisis de fluidos orales (saliva) ofrece ventajas sobre la prueba de orina para detectar la presencia de nuevas sustancias psicotrópicas (NPS) debido a la presencia de drogas originales. Cuando una NPS es introducida por primera vez en el mercado, los metabolitos urinarios son típicamente desconocidos, lo que dificulta que el análisis de orina identifique la droga reduciendo la toxicidad. Es crítico desde una perspectiva de salud pública de saber qué droga es responsable de sobredosis y muertes, para los funcionarios pueden notificar a los socorristas, al personal del departamento de emergencias y lo más importante, al público sobre el nuevo fármaco. Igualmente, puede ser ventajoso en las pruebas de prevalencia, ya que se pueden identificar las drogas originales, mientras que, las pruebas de orina pueden no ser factibles hasta que se determinen los metabolitos urinarios (Desrosiers & Huestis, 2019).

Cuando los resultados de las pruebas de diferentes matrices están disponibles, puede haber razones legítimas por las que los resultados de las pruebas de detección de drogas

difieren. Cada espécimen biológico tiene propiedades fisiológicas y químicas únicas que puede alterar la disposición del fármaco. La excreción renal favorece la eliminación de metabolitos hidrosolubles, mientras que, la excreción de fluidos orales favorece a los fármacos originales capaz de una rápida difusión pasiva a través de las membranas y la naturaleza ácida de los fluidos orales favorece el atrapamiento de iones de fármacos que contienen fracciones nitrogenadas básicas. Los tiempos de residencia en cada matriz también difieren sustancialmente, produciendo una amplia variabilidad en las ventanas de (Desrosiers & Huestis, 2019, p. 433). No obstante, la sangre y la orina son los fluidos de diagnóstico más utilizados en entornos de laboratorio, a pesar de que la saliva tiene algunas ventajas en comparación con dichas matrices biológicas (Rotemberg et al., 2022).

#### *Utilidad y legalidad del test o prueba de drogas*

Las pruebas de detección del uso de drogas son cuestionarios diseñados para saber si usted está abusando de las drogas. El abuso de drogas es un patrón de uso que puede causar graves problemas en el trabajo, las relaciones y la salud. Puede incluir el consumo de drogas ilegales o el uso indebido de fármacos legales. Uso indebido significa usar medicamentos por razones no médicas, como drogarse o tomar más de la dosis recetada. También puede significar tomar medicamentos de otra persona o tomarlos de una manera diferente a la indicada, por ejemplo, triturar y esnifar pastillas (*U.S. Department of Health and Human Services. National Institutes of Health, 2022*).

Las pruebas de detección de drogas en el lugar de trabajo ahora son comunes para muchos empleadores de EE. UU., para disminuir el impacto del abuso de drogas, los problemas de seguridad y la baja productividad en el lugar de trabajo. Las pruebas de drogas a menudo se realizan cuando se solicita empleo, especialmente para puestos que pueden involucrar transporte federal, industrias de aerolíneas y pilotos, conductores de autobuses, camioneros, ferrocarriles, hospitales y otros lugares de trabajo donde la seguridad pública es de suma importancia (Drugs.com, 2022).

Por tanto, los test de drogas podrían ser indicados por motivos de empleo, deportes, tratamiento de drogas, evidencia legal, vigilancia del uso indebido de medicamentos recetados (*U.S. Department of Health and Human Services. National Institutes of Health, 2022*). Así mismo, la detección de drogas se realiza sobre todo para evaluar a personas en forma sistemática o al azar a fin de poner de manifiesto el consumo de una o más sustancias con potencial de abuso. La detección se realiza en las siguientes circunstancias: ciertos grupos de personas, en general entre estudiantes, deportistas y presidiarios, personas que soliciten o que ya tengan ciertos tipos de puestos de trabajo (p. ej., pilotos, choferes de camiones comerciales), personas que han participado en accidentes de vehículos de motor o canotaje o accidentes en el trabajo, personas que han intentado suicidarse por medios poco claros, personas que participan en un programa de tratamiento ordenado por la justicia o con libertad condicional o que requieren abstinencia

(para monitorizar el cumplimiento), personas que participan en un programa de tratamiento de abuso de sustancias (como una característica estándar, para obtener evidencia objetiva sobre el abuso de sustancias y así optimizar el tratamiento), personas que participan en un programa de detección de drogas como parte del derecho de custodia o de patria potestad, miembros de las fuerzas armadas (O'Malley & O'Malley, 2020).

La detección de drogas de abuso es de interés en medicina legal y forense para sujetos vivos o cadáveres, en el ámbito laboral, en pacientes en tratamiento de desintoxicación de sustancias psicoactivas y en diversos procedimientos legales como la detección de conductores de vehículos bajo los efectos del alcohol o las drogas (Rotemberg et al., 2022).

Antes de realizar la prueba, puede ser necesario el requisito de la notificación o el consentimiento, según la jurisdicción y las circunstancias. La simple documentación de consumo puede ser suficiente para propósitos legales; sin embargo, la prueba puede no ser suficiente para determinar la frecuencia y la intensidad del consumo de sustancia y, en consecuencia, no permite distinguir los usuarios ocasionales de aquellos con problemas más serios. Asimismo, la prueba de drogas se dirige sólo a un número limitado de sustancias y, por lo tanto, no identifica muchas otras. El médico debe utilizar otras medidas (anamnesis, cuestionarios), para identificar el grado en el que el consumo de sustancias ha afectado la vida de cada paciente. La validez de la detección depende del tipo de prueba realizado. Las pruebas de detección sistemática suelen ser inmunoensayos en orina. Estas pruebas de cribado se asocian con resultados falsos positivos y falsos negativos; por tanto, son necesarias las pruebas establecidas como de confirmación (O'Malley & O'Malley, 2020).

Los métodos analíticos requieren una actualización constante por el surgimiento continuo de nuevas sustancias psicoactivas. Recientemente, se han publicado varios métodos, incluidos los métodos GC-MS y LC-MS/MS, para la detección o cuantificación de nuevas sustancias psicoactivas en fluidos orales, incluyendo cannabinoides sintéticos, catinonas sintéticas, y piperazinas (Desrosiers & Huestis, 2019, p. 426).

### *Epidemiología del consumo de drogas de abuso*

El hemisferio occidental tiene una población de aproximadamente mil millones de personas, representando a 35 países soberanos. La región es étnica, lingüística, económica y culturalmente diversa. A pesar de esta diversidad, hay una serie de temas comunes relacionados con el consumo de drogas. El informe del consumo de drogas de las Américas realizado en el 2019 analiza el uso temprano de una variedad de sustancias lícitas e ilícitas, que incluyen alcohol, opioides, cannabis, clorhidrato de cocaína (referido como cocaína) y cocaínas fumables (crack y pasta base de cocaína referida como PBC), y nuevas sustancias psicoactivas (NPS). El consumo de alcohol varía ampliamente en la

población general de las Américas; la prevalencia del último mes varía de 9,5% en El Salvador a 52% en Argentina y Uruguay. Las tasas de uso más altas (más del 50%) se encuentran tanto en América del Norte como en América del Sur. En 23 de los 31 países que tienen datos sobre estudiantes de enseñanza secundaria, al menos el 20% de estos estudiantes informan haber consumido una bebida alcohólica en el último mes. En cuanto al consumo de cannabis existe un amplio espectro de en las Américas. En la población general la prevalencia del último año oscila entre el 0,5% a casi el 16%. Entre los estudiantes de enseñanza secundaria, el rango es aún más amplio, desde menos del 1% en el extremo inferior (0,9%) hasta casi un tercio (32,8%) en el otro extremo (Organización de los Estados Americanos [OEA], 2019).

En Canadá y los Estados Unidos los analgésicos opioides se han asociado con más muertes por sobredosis que cualquier tipo de droga ilícita, superando las muertes relacionadas con la cocaína y la heroína combinadas. Igualmente, el uso de benzodiazepinas con fines no médicos en combinación con opioides recetados se ha asociado con un número creciente de muertes por sobredosis. La cocaína se usa en todo el Hemisferio, mientras que, la PBC se usa principalmente en América del Sur y el crack es más común en el Caribe angloparlante y en América del Norte. Los indicadores del consumo de cocaína varían según la población y el país en toda la región. En la población general la prevalencia del último año varía de 0,03% a casi 2,0%. La prevalencia de consumo de cocaína varía mucho más ampliamente entre los estudiantes de enseñanza secundaria, con una prevalencia del último año que va del 0,17% a más del 4,0% (OEA, 2019).

La sustancia 3,4-metilendioximetanfetamina (MDMA) es la sustancia originaria conocida como “éxtasis”. El uso del “éxtasis” en la población general varía de 0,01% a un máximo de 0,9% en todo el Hemisferio para la prevalencia de último año. En el caso de los estudiantes de enseñanza secundaria, el rango es más amplio, de 0,1% a más de 2,5%. Entre los estudiantes de enseñanza secundaria solo tres países del Hemisferio (Canadá, Chile y los Estados Unidos), mostraron una prevalencia de consumo de “éxtasis” en el último año por encima del 1,5%. Desde 2009 hasta 2017, 111 países y territorios en todo el mundo reportaron un total de 803 NSP al sistema de alerta temprana de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). El informe mundial sobre drogas 2017 de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) indica que los mercados de NSP más grandes y diversificados se encuentran en América del Norte, en particular en los Estados Unidos y Canadá. En América del Norte los cannabinoides sintéticos se encuentran entre las sustancias más utilizadas, aunque las encuestas de estudiantes de enseñanza secundaria más recientes en los Estados Unidos indican marcadas disminuciones en el uso de todas las NSP (OEA, 2019).

A fines de 2019, el Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías monitoreaba alrededor de 790 nuevas sustancias psicoactivas, más del doble del número total de sustancias controladas bajo las Convenciones de las Naciones Unidas. Estas sustancias, que no están sujetas a controles internacionales de drogas, incluyen una amplia gama de moléculas, incluida la variedad de drogas como cannabinoides sintéticos, estimulantes, opiáceos y benzodiazepinas. La mayoría de ellos se venden como sustitutos “legales” de las drogas ilícitas, mientras que otros están destinados a pequeños grupos dispuestos a experimentar con ellos para conocer sus posibles nuevos efectos (Vari et al., 2020).

Otro dato importante, emanado del informe Organización de los Estados Americanos (OEA, 2019), es que el uso de drogas ha sido visto históricamente como un tema dominado por los hombres, pero los datos recientes muestran que, en algunos países, las mujeres están usando ciertas drogas a igual nivel o en mayor proporción que los hombres. El uso no médico de medicamentos de prescripción controlada, drogas sintéticas y opioides demuestran cómo los patrones del consumo de drogas están cambiando. A pesar de la complejidad creciente y fluctuaciones del problema de consumo de drogas en las Américas, un desafío común es la aparición de NSP, sustancias falsificadas y drogas tradicionales que se mezclan con las NSP u otros adulterantes tóxicos.

#### *Factores relacionados con interferencias en las pruebas de drogas de abuso*

Los inmunoensayos de detección de drogas en orina son un método rápido y económico para determinar la presencia de drogas de abuso. Existen muchas reactividades cruzadas con otros analitos, lo que podría causar un resultado falso positivo en una prueba inicial de detección de drogas. El conocimiento de estos posibles factores de interferencia es importante para determinar un curso de acción para el cuidado del paciente (Saitman et al., 2014).

Las pruebas de inmunoensayos utilizan anticuerpos elegidos para detectar un epítipo específico (porción inmunodominante) de una droga de abuso y de algunos fármacos utilizados en la práctica clínica (Connors et al., 2020). Sin embargo, la falta de especificidad del inmunoensayo puede conducir a la detección cruzada de otras sustancias químicas que tienen epítipos iguales o similares, lo que da lugar a resultados falsos positivos. Las pruebas de detección de inmunoensayo positivas deben confirmarse utilizando otra metodología, generalmente cromatográfica, si se desea (Connors et al., 2020).

En el estudio realizado por Saitman et al. (2014), donde se analizaron cuidadosamente y se condensaron 62 artículos que incluían datos sobre las causas de los resultados falsos positivos. Se describieron resultados falsos positivos para anfetaminas, opiáceos, benzodiazepinas, cannabinoides, antidepresivos tricíclicos, fenciclidina, dietilamida del ácido lisérgico y barbitúricos. Estos resultados falsos positivos respaldan la práctica

generalmente aceptada de que los resultados positivos del inmunoensayo se consideran presuntivos hasta que se confirmen mediante una segunda técnica química independiente (Saitman et al., 2014). Los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) derivados del ácido 2-arilpropiónico (ibuprofeno, naproxeno), antiretrovirales (efavirenz) y otros (Saitman et al., 2014), por tener epítomos similares pueden interferir con las pruebas de detección de 11-nor- $\Delta^9$ -THC-9-COOH e inducir a falsos positivos (Connors et al., 2020). El estudio publicado en el año 2021 denominado Ketoprofeno como causa de falso positivo en la detección de  $\Delta^9$ - tetrahidrocannabinol en orina. El ketoprofeno es uno de los antiinflamatorios no esteroides de mayor uso en la población, y presenta un epítomo similar al ácido 11-nor- $\Delta^9$ -tetrahidrocannabinol-9-carboxílico, por lo que puede ser causa de falso positivos a la marihuana. Los resultados del estudio permitieron concluir que el ketoprofeno induce reactividad cruzada de falsos positivos a la prueba Cannabinoide (THC) *Advanced Quality One Step* independiente de la dosis, y en caso de requerir una prueba para detección de THC, se debe conocer si previamente el sujeto ha consumido ketoprofeno, para realizar la prueba en un tiempo no menor a 9 horas de haber consumido el fármaco. A la vez, todas las pruebas de detección positivas para  $\Delta^9$ -tetrahidrocannabinol deben confirmarse mediante técnicas de mayor precisión (Bonalde et al., 2021).

El cannabidiol (CBD), uno de los componentes que se encuentran en el cannabis, se usa con más frecuencia en los EE. UU. desde que el gobierno levantó la restricción al cultivo de cáñamo. El CBD se promociona para ayudar con afecciones como el dolor, el insomnio y la ansiedad. Hoy en día, puede encontrar CBD en todo, desde extractos de aceite para masajes hasta lociones para la piel y ositos de goma, y es fácilmente accesible en línea o en las tiendas. También es el ingrediente principal del medicamento recetado Epidiolex, que se usa para tratar las convulsiones en personas con síndrome de Lennox-Gastaut o síndrome de Dravet. Las personas que usan CBD pueden preguntarse si puede afectar su prueba de drogas. Los investigadores descubrieron que el CBD puro no causó un falso positivo en dos pruebas de drogas comerciales utilizadas en los EE. UU. Sin embargo, debido a que estos productos no están regulados por la FDA, es posible que no siempre sean puros, lo que podría generar resultados variables. Un estudio reciente encontró que el 20% de los productos de CBD (1 de cada 5) estaban contaminados con THC. Otro compuesto de cannabis conocido como cannabinal (CBN) reaccionó con las pruebas de drogas, ya que es un derivado del tetrahidrocannabinol (THC). En pocas palabras: incluso si su prueba de drogas arroja un falso positivo para CBD, se usaría una prueba de confirmación para distinguir el CBD de otros compuestos. Sin embargo, si su producto de CBD estaba contaminado con THC, su prueba de confirmación puede tener un resultado positivo (Drugs.com, 2022).

Posibles interferencias se investigaron estudiando los efectos de alimentos, enjuague bucal, pasta de dientes y vinagre en varios ensayos fluidos orales; solo el vinagre produjo



falsos positivos en un ensayo (Reichardt, 2013, como se citó Desrosiers, 2019, p. 418), sobre el Inmunoanálisis inmunoabsorbente de  $\Delta$ -9-Tetrahidrocannabinol (THC) cannabinoide ligado a enzimas en fluidos orales, no se produjeron interferencias después del enjuague bucal, ingesta de jugo naranja, pasta de dientes, café y leche de soya (Schwope, 2010, como se citó Desrosiers, 2019, p. 418). Una desventaja de la detección con inmunoensayos es la pobre reactividad cruzada con nuevas sustancias psicoactivas (NPS). Por ejemplo, las catinonas sintéticas tienen poca reactividad cruzada con la mayoría de los inmunoensayos de anfetamina (Desrosiers, 2019, p. 418), y los inmunoensayos de cannabinoides tienden a quedar obsoletos rápidamente en su capacidad para identificar los últimos cannabinoides sintéticos en el mercado. Métodos de cribado por espectrometría de masas cromatográficas ofrecen una mejor identificación de las NPS (Desrosiers & Huestis, 2019).

Se ha informado que las semillas de amapola y el dextrometorfano conducen a un resultado falso positivo para opiáceos. Las semillas de amapola pueden causar un falso positivo para morfina y dextrometorfano para fenciclidina (PCP). Algunas pruebas se pueden establecer en niveles que no recogerán la morfina del consumo de alimentos, como con bagels o panecillos con semillas de amapola. Sin embargo, el organismo metaboliza la codeína a morfina y ambas sustancias se pueden encontrar en las pruebas. Igualmente, si se detecta benzoilecgonina, el principal metabolito de la cocaína, la persona no puede afirmar que el resultado es un falso positivo debido a la novocaína o cualquier otro tipo de droga "-caína"; ya que, la benzoilecgonina solo se encuentra en la naturaleza como un metabolito de la cocaína, y no habría otra razón válida para que esté presente en una prueba de detección de drogas (Drugs.com, 2022).

El estudio realizado por Abad et al. (2022), recoge los principales fármacos que pueden dar lugar a falsos positivos en orina para drogas de abuso. El estudio permitió concluir que para las anfetaminas y los opioides suponen la mayoría de falsos positivos. Con las anfetaminas, numerosas sustancias pueden dar reacción cruzada. Muchas por similitud estructural, otras no, como la ranitidina, y sin embargo la causan; por tanto, es importante tenerla en cuenta dado que se prescribe con frecuencia. El ibuprofeno y el naproxeno pueden dar falsos positivos para barbitúricos. Mientras que, con las benzodiacepinas, la sertralina y efavirenz pueden producir dicha confusión, y con los cannabinoides: ibuprofeno, ketoprofeno, naproxeno, pantoprazol, entre otros. Por otra parte, es posible hallar erróneamente cocaína en orina tras ingesta de amoxicilina, ampliamente usada en pediatría. Finalmente, pueden dar un falso positivo para opiáceos: dextrometorfano, difenhidramina, fluoroquinolonas, rifampicina y quinina (Abad et al., 2022). El panorama de los opioides sintéticos continúa cambiando a medida que aparecen sustancias no relacionadas con el fentanilo en el trabajo de casos de toxicología forense. Entre los opioides sintéticos más nuevos que han surgido se encuentra el isotonitazeno, un análogo de una clase de compuestos analgésicos de bencimidazol. El isotonitazeno es un opioide

sintético activo y potente, pero anteriormente se desconocía hasta qué punto este compuesto está causando toxicidad entre los consumidores de drogas y su prevalencia está aumentando en el medio oeste de los Estados Unidos y otras áreas del país. Es importante destacar que la potencia del isotonitazeno significa que las concentraciones informadas son significativas con respecto a la determinación de la causa y la forma de la muerte. Las concentraciones de isotonitazeno fueron bajas a sub-nanogramo por mililitro, lo que subraya la necesidad de una alta sensibilidad durante el análisis de laboratorio. Las concentraciones de isotonitazeno fueron similares a las de carfentanilo y más bajas que las concentraciones típicas de fentanilo y análogos de fentanilo observadas en casos forenses (Krotulski et al., 2020).

El análisis de los casos identificados como presuntamente positivos para isotonitazeno arrojó resultados positivos de opioides que se habrían pasado por alto sin más pruebas ampliadas y dirigidas (es decir, algunos casos se habrían reportado como negativos para opioides sin la prueba de isotonitazeno). En la mitad de los casos notificados, no se detectaron otros opioides. Si los resultados de la autopsia, el historial del caso o los signos y síntomas clínicos sugieren el uso de opioides, se deben considerar y realizar pruebas de isotonitazeno y otros análogos de bencimidazol. El isotonitazeno se encontró comúnmente en combinación con benzodiazepinas de diseño (89%), más notablemente etizolam y flualprazolam, lo que podría indicar preferencias de uso de drogas y/o patrones de uso. Se identificó isotonitazeno en todas las muestras de sangre, orina y líquido vítreo analizadas durante este estudio de caso. Con base en la popularidad actual de la droga en relación con otros opioides NPS, el isotonitazeno debe agregarse a los procedimientos y alcances de pruebas de drogas para todos los tipos de matrices en el trabajo de investigación de muertes. Los resultados indican que el isotonitazeno sufre N- y O -desalquilación para formar metabolitos urinarios prominentes que pueden servir como biomarcadores apropiados para ampliar las ventanas de detección después de la ingestión (Krotulski et al., 2020).

El metonitazeno se considera una nueva sustancia psicoactiva (NPS) y un opioide sintético potente emergente, lo que genera una mayor preocupación para la salud pública a partir de 2020. El metonitazeno se une a una lista cada vez mayor de nuevos opioides sintéticos (NSO) que contribuyen a las muertes entre las personas que consumen drogas en los Estados Unidos y otras partes del mundo. El metonitazeno (un análogo de 2-bencilbencimidazol) apareció por primera vez a mediados de 2020 en el suministro de drogas recreativas y posteriormente comenzó a proliferar en casos de investigación de muertes hacia fines de 2020. Sin embargo, la detección y el descubrimiento de metabolitos se realizaron mediante cromatografía líquida espectrometría de masas de tiempo de vuelo cuadrupolo. La confirmación cuantitativa se realizó mediante espectrometría de masas de cuadrupolo en tándem de cromatografía líquida. El metonitazeno fue el único opioide identificado en el 30 % de los casos, pero también se

encontró en combinación con fentanilo (55 %) y benzodiazepinas NPS, opioides y alucinógenos (45 %). Los médicos forenses incluyeron el metonitazeno como una droga responsable de la causa de la muerte, y siempre se determinó que la forma de muerte fue un accidente. Se encontró que el metabolismo del metonitazeno era similar al del isotonitazene, un análogo estrechamente relacionado. Los laboratorios de toxicología y los investigadores de muertes deben asegurarse de que el metonitazeno se incluya en los protocolos de pruebas forenses, al mismo tiempo que se mantienen atentos a que surjan NSO posteriores (Krotulski et al., 2021).

Las drogas consumidas pueden ser drogas ilícitas callejeras o robadas u obtenidas mediante prescripción legal. Desafortunadamente, el uso indebido de sustancias controladas que resulta en morbilidad y mortalidad es rampante. Según la Encuesta nacional sobre el uso de drogas y la salud de 2016, realizada por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU., más de 10 millones de personas abusan de los analgésicos recetados y más de 2 millones abusan de los sedantes, estimulantes y tranquilizantes cada año. El mismo estudio encontró que la razón más común para el mal uso es para tratar el dolor físico. El Centro para el Control de Enfermedades estima que más de 40,000 personas mueren cada año por una sobredosis de opioides (Preuss et al., 2022).

### Conclusiones

- La detección de drogas lícitas e ilícitas o sus metabólicos, fundamentada en el comportamiento farmacocinético de cada molécula, así como por sus características fisicoquímicas, mediante las diversas metodologías analíticas disponibles para este fin, constituyen uno de los procedimientos ampliamente utilizados en los laboratorios de toxicología clínica y forense, en su búsqueda de las sustancias psicoactivas más frecuentemente consumidas por la población y que están generando graves problemas sociales, económicos y legales en la sociedad actual.
- El material biológico utilizado como muestra depende del solicitante y del tipo de análisis a realizar; siendo los más comunes sangre, orina, fluidos orales, etc. El más utilizado es la orina, por la comodidad para su obtención, por presentar concentraciones mayores del droga o metabolitos y porque permite la detección durante más tiempo que en sangre; además se considera un procedimiento analítico no invasivo y de reconocida seguridad cuando se realiza siguiendo una metodología suficientemente rigurosa, siendo la muestra de elección por razones técnicas y prácticas en el "screening" de las drogas de abuso.
- Los test de drogas pueden ser indicados por diversos motivos como: de empleo, deportes, tratamiento de drogas, evidencia legal, vigilancia del uso indebido de

medicamentos recetados y su aplicación con estos y otros fines es un patrón obligatorio adoptado en muchos países donde la legislación lo permite.

- Los estudios consultados en el presente estudio establecen la utilidad práctica comprobada de las pruebas de inmunoensayo como herramienta para la detección de drogas de abuso a nivel global; sin embargo, las características de su fundamento analítico limitan la sensibilidad y especificidad de estas, siendo necesario, en muchos casos la realización de pruebas confirmativas de referencia. Por otra parte, diversos estudios revelan la existencia de interferentes y reactividades cruzadas con otros analitos y múltiples sustancias como: fármacos, alimentos y bebidas legalmente autorizados, lo que puede causar un resultado falso positivo en una prueba inicial (inmunoensayo) de detección de drogas; hecho atribuido a su pobre reactividad cruzada con nuevas sustancias psicoactivas.
- La aparición constante de nuevas drogas sintéticas legales o ilegales en el mercado global, constituye un reto creciente, por la dificultad que representan para los laboratorios toxicológicos su detección con las metodologías disponibles; lo que hace necesario el estudio, desarrollo e implementación continua de nuevos o actualizados métodos analíticos que permitan afrontar de forma efectiva de las necesidades continuas en la toxicología clínica y forense.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### *Referencias Bibliográficas*

Abad, N., Huertas, A., Turner, S., & Penalva, R. (2022). No es lo que parece: falsos positivos en orina para drogas de abuso en el adolescente. [Internet]. 68 Congreso de la Asociación Española de Pediatría (AEP). Palma de Mayorca, España. 2-4 junio 2022 <https://www.aepeventosdigitales.com/files/914/cyp/57.pdf>

Andrés, J., Díaz, J., Castelló, J., Fabregat, A., & López, P. (2002). Drogas de abuso: evaluación de las unidades de conductas adictivas en un Área Sanitaria. *Revista de Diagnóstico Biológico*, 51(2), 63-68. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-79732002000200005&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-79732002000200005&lng=es&tlng=es).

Bonalde, R., Morales, A., Vicuña, N., Colmenares, S., Saravia, M., Losno, R., Valderrama, M., Muñoz, A., Tito, A. (2021). Ketoprofeno como causa de falso positivo en la detección de  $\Delta^9$ - tetrahidrocannabinol en orina. ECIMED. *Revista Cubana de Farmacia*, 54(4): e716. [file:///C:/Users/prato/Downloads/716-3422-1-PB%20\(8\).pdf](file:///C:/Users/prato/Downloads/716-3422-1-PB%20(8).pdf)

Cadwallader, A., & Murray, B. (2015). Performance-Enhancing Drugs I: Understanding the Basics of Testing for Banned Substances. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(4),396-404. Doi: 10.1123/ijsnem.2014-0185.

Organización de los Estados Americanos [OEA]. (2019). *Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD). Informe sobre el Consumo de Drogas en las Américas 2019, Washington, D.C., 2019.*  
<http://www.cicad.oas.org/main/pubs/Informe%20sobre%20el%20consumo%20de%20drogas%20en%20las%20Américas%202019.pdf>

Connors, N., Kosnett, M., Kulig, K., Nelson, L., Stolbach, A. (2020). ACMT Position Statement: Interpretation of Urine for Tetrahydrocannabinol Metabolites. *J Med Toxicol*, 16(2):240-242. Doi: 10.1007/s13181-019-00753-8.

Desrosiers, N., & Huestis, M. (2019). Oral Fluid Drug Testing: Analytical Approaches, Issues, and Interpretation of Results. *J Anal Toxicol*, 43(6),415-443. Doi: 10.1093/jat/bkz048. PMID: 31263897.

Drugs.com. (2022, 17 de abril). *Preguntas frecuentes sobre pruebas de detección de drogas.* Drugs.com. <https://www.drugs.com/article/drug-testing.html>

García, P. (2020). *Determinación de drogas de abuso en muestras biológicas.* [Trabajo de pregrado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.].  
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/PATRICIA%20GARCIA%20LOPEZ.pdf>

Krotulski, A., Papsun, M., Kacinkon S., & Logan, B. (2020). Cuantificación de isotonicaceno y descubrimiento de metabolitos en casos forenses auténticos. *J Anal Toxicol*, 44(6),521-530. DOI: 10.1093/jat/bkaa016

Krotulski, A., Papsun, D., Walton, S., & Logan, B. (2021). Metonitazene en los Estados Unidos: evaluación de toxicología forense de un nuevo opiáceo sintético potente mediante espectrometría de masas de cromatografía líquida. *Prueba de Drogas Anal.* 13 (10),1697–1711. Doi: 10.1002/dta.3115

Martini, M., Batista, T., Henn. I., Souza. P., Vieira, A., Azevedo, L. (2020). Whether drug detection in urine and oral fluid is similar? A systematic review. *Crit Rev Toxicol*, 50(4), 348-358. DOI: 10.1080/10408444.2020.1751062.

Naciones Unidas. (1999). *Programa de las Naciones Unidas para la fiscalización internacional de drogas, 1999. Métodos recomendados para la detección y el análisis de heroína, cannabinoides, cocaína, anfetamina, metanfetamina, y derivados anfetamínicos con anillo sustituido en especímenes biológicos.*

*Manual anual para uso de laboratorios nacionales, New York., 2019.*

<https://www.unodc.org/documents/scientific/ST-NAR-27-S.pdf>

Napoletano, S., Basile, G., Lo Faro, A., & Negro F. (2022). New Psychoactive Substances and receding COVID-19 pandemic: really going back to "normal"? *Acta Biomed*, 93(2): e2022186. Doi: 10.23750/abm. v93i2.13008.

Negro, F., Di Trana, A., & Marinelli, S. (2022). The effects of the COVID-19 pandemic on the use of the performance-enhancing drugs. *Acta Biomed*, 92(6), e2021401. Doi: 10.23750/abm. v92i6.12377.

O'Malley, G., & O'Malley, R. (2020). *Detección de drogas. Manual Merck* [Internet]. <https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/temas-especiales/drogas-recreativas-y-t%C3%B3xicas/detecci%C3%B3n-de-drogas>

Preuss, C., Kalava, A., & King, K. (2022). Prescription of Controlled Substances: Benefits and Risks. *StatPearls* [Internet]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30726003/>

Rotemberg, E., Picapedra, A., & Kreiner, M. (2022). Detección de drogas en saliva: aspectos metodológicos y legales. *Odontol. Sanmarquina*, 25(1), e22076. DOI: <https://doi.org/10.15381/os.v25i1.22076>

Saitman, A., Park., H., & Fitzgerald, R. (2014). False-positive interferences of common urine drug screen immunoassays: a review. *J Anal Toxicol*, 38(7):387-96. Doi: 10.1093/jat/bku075.

U.S. Department of Health and Human Services. National Institutes of Health. (2022). *Drug Testing*. <https://medlineplus.gov/lab-tests/drug-testing>

Vari, M., Mannocchi, G., Tittarelli, R., Campanozzi, L., Nittari, G., Feola, A., Umani, F., Ricci, G. (2020). New Psychoactive Substances: Evolution in the Exchange of Information and Innovative Legal Responses in the European Union. *Int J Environ Res Public Health*, 17(22), 8704. Doi: 10.3390/ijerph17228704.

Wang, J., Yao, W., Meng, F., Wang, P., Wu, Y., & Wang, B. (2019). A surface plasmon resonance immunoassay for the rapid analysis of methamphetamine in forensic oral fluid. *J Clin Lab Anal*, 33(9), e22993. Doi: 10.1002/jcla.22993.

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





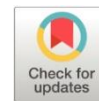
## Indexaciones



# Game-based learning for the development of reading comprehension among teenagers

*Aprendizaje basado en juegos para el desarrollo de la comprensión lectora en adolescentes*

- <sup>1</sup> Glenda Elizabeth Ruiz Villacrés  <https://orcid.org/0009-0006-5279-1395>  
Estudiante de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato (PUCESA),  
Maestría en Pedagogía del Inglés como Lengua Extranjera, Ambato, Ecuador.  
[geruiz@pucesa.edu.ec](mailto:geruiz@pucesa.edu.ec)
- <sup>2</sup> Luis Antonio Paredes Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0001-8226-3071>  
Docente de la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de  
la Educación, carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros, Quito, Ecuador  
[laparedesr@uce.edu.ec](mailto:laparedesr@uce.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/04/2023

Revisado: 16/05/2023

Aceptado: 08/06/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2588>

## Cítese:

Ruiz Villacrés, G. E., & Paredes Rodríguez, L. A. (2023). Aprendizaje basado en juegos para el desarrollo de la comprensión lectora en adolescentes. *Ciencia Digital*, 7(3), 79-98. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2588>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, **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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



**Palabras claves:**

aprendizaje basado en juegos, aprendizaje de idiomas, motivación, comprensión lectora

**Keywords:**

Game-based learning, language learning, motivation,

**Resumen**

**Introducción:** La comprensión lectora es muy importante entre los estudiantes de inglés porque es una de las bases de su proceso de aprendizaje del idioma. **Objetivo:** Esta investigación tiene como objetivo utilizar el aprendizaje basado en juegos para el desarrollo de la comprensión lectora entre estudiantes de primer año de secundaria. **Metodología:** El estudio utilizó una metodología descriptiva cuantitativa con diseño cuasi-experimental donde participaron setenta y ocho estudiantes para conformar el grupo control y el experimental. Además, dos profesores de inglés participaron para el tratamiento en el aula. Los estudiantes del grupo de control estudiaron en la sección de la mañana y el grupo experimental asistió a clases en la tarde. Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos; primero, una encuesta con su correspondiente cuestionario para buscar información sobre las percepciones de los estudiantes sobre sus propios niveles de comprensión lectora. El segundo instrumento fue el examen A2 para escuelas, en la parte de lectura, que contenía treinta preguntas enfocadas en leer para obtener la idea principal, información específica, vocabulario y ortografía. **Resultados:** Los resultados de la prueba previa revelaron que los estudiantes tienen un nivel muy bajo de comprensión de lectora y están en el nivel literal. La intervención involucró clases basadas en juegos de mesa y juego de concurso con elementos como puntos, logros, rankings, tiempo, niveles, desafíos y premios que contribuyen a motivar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados de la prueba posterior revelaron que los estudiantes del grupo de control permanecieron en el mismo nivel; sin embargo, el grupo experimental mejoró considerablemente. **Conclusión:** Por lo tanto, se aceptó la hipótesis propuesta y el autor concluyó que el aprendizaje basado en juegos es beneficioso para que los estudiantes desarrollen su comprensión lectora. **Área de estudio general:** Educación. **Área de estudio específica:** Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera.

**Abstract**

**Introduction:** Reading comprehension is a great deal among English learners because it is one of the bases for their language learning process. This research aims to use game-based learning for the development of reading comprehension among first-year senior high school students. **Methodology:** The study used a quantitative descriptive methodology with quasi-experimental design where

reading  
comprehension

---

seventy-eight students participated to form the control group and the experimental one. Moreover, two English teachers participated for the classroom treatment. Students from the control group studied in the morning section and the experimental group attend classes in the afternoon. To collect data, two instruments were used; first, a survey with its corresponding questionnaire to look for information about students' perceptions on their own reading comprehension levels. The second instrument was the A2 for school's exam – reading part that contained thirty questions focused on reading for main idea, for specific information, vocabulary, and spelling. **Results:** Findings from the pre-test revealed that students have a very low level of literal reading comprehension. The intervention involved classes based on board games and contest game with elements like points, achievements, rankings, time, levels, challenges, and rewards that contribute to motivate the teaching-learning process. Post-test results revealed that students from the control group remained the same level; however, the experimental group considerably improved. **Conclusion:** Therefore, the proposed hypothesis was accepted, and the author concluded that game-based leaning is beneficial for students to develop their reading comprehension.

---

## Introduction

Today, developing cognitive and metacognitive skills and strategies that allow new language generations to achieve learning is a must. This fact also involves developing language skills. Reading comprehension is a language skill that is the understanding of written texts (Common European Framework of Reference for Languages, 2001), by a person allowing reflection and being able to investigate, analyze, relate, and interpret according to prior knowledge (Jeni, 2020). Likewise, English learning has great importance; for it helps students to develop different skills and abilities that will serve them not only in school but also in their "daily lives," as Harmer (2007) states, because it has become the Lingua Franca (Crystal, 2003, p. 1), in all fields of humanity.

The English curriculum of the Ecuadorian Ministry of Education (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016) describes the need to prepare Ecuadorians to face the challenges of a globalized world. Similarly, a report by the Inter-American Dialogue Institute explains that for most countries in the region, command of the English language is among the essential skills of the 21st century (Cronquist & Fiszbein, 2017). However, multiple difficulties arise in the institutions, some marked and common in schools, such

as the lack of reading comprehension (Logsdon, 2019). This problem has become evident nationally, not only in primary education, where the reading comprehension process begins but also in high school (Castillo, 2021), where the target population attends. In the same context, the English language level of performance among Ecuadorian students is low, according to Education First (2021).

For all the reasons above, contributing to the growth and improvement of reading programs in schools is vital to solving the degradation of learners' reading proficiency across the country. Therefore, this research is widely justified because developing initiatives and resources to face the student's reading comprehension issues is crucial. The transformation of society requires education professionals to develop revitalizing actions that favor the development of future generations through innovative and active methodologies (Crisol, 2017), attending to different learning styles and integrating them into the curriculum. In this context, game-based learning can improve language learning and reading comprehension since it allows learning in a motivating context (Holmes, 2011).

Moreover, the research background showed a perspective on previous studies from the heuristic approach. Guevara (2016) stated that it consists of the search, compilation, and organization of an inventory of information sources to form a database with a possible bibliography, both thematic and methodological, to be used by the researcher during the development of the investigative process.

Furthermore, the researcher reviewed 25 research papers on the game-based learning approach. Therefore, findings revealed a big gap between education before and after the pandemic; before the pandemic, many studies implemented games in the classroom, but after that, they changed to online games. However, in some contexts, game-based learning is still a tendency in the classroom context.

Therefore, findings included: some of the reviewed papers were experimental studies that involved the implementation of gaming elements in primary (Qamariah & Wahyuni, 2018), and secondary schools (Jackson & McNamara, 2018; Cheng-Tai et al., 2022), to enhance reading comprehension; and most of them published on international English learning and linguistics journals. Regarding the current topic of research, Abdeldaim & Kamal (2021) stated that educational games play a crucial role in new generations because they are part of their lives. Therefore, they would help to improve reading skills since they are familiar. Likewise, Tobar et al. (2017) declared that game-based learning promotes students' problem-solving, exploration, and interaction. Hence, students would be their learning promoters and monitors. Moreover, authors analyzed and revealed that game-based learning decreases students' anxiety (Cheng-Tai et al., 2022), and there are many sources of enjoyment and motivation (Jackson & McNamara, 2018; Qamariah & Wahyuni, 2018; Dever et al., 2021); consequently, the teaching-learning process for

reading comprehension development becomes more interesting for students. Consequently, promoting games in the classroom is crucial for students' motivation and improvement.

Other authors focused on game-based learning through specific games for reading comprehension with high levels of effectiveness since they compared results from quasi-experimental research design. For instance, Dever et al. (2021) asserted that a game called "How to Fail Your Research Degree" supported positive learners' emotional improvement during reading comprehension of multiple texts. It means students experienced a high increment in reading comprehension scores after classroom treatment. Additionally, Elfiza (2018) applied an adapted monopoly game to support students in reading comprehension tasks, and her results revealed an increase in means from 5.3 in the pre-test to 7.08 in the post-test. Similarly, the author implemented a dual-hierarchical scaffolding board-game activities framework, integrated game-based learning, and scaffolding strategies, and promoted students' reading comprehension using cardboard games as teaching materials (Cheng-Tai et al., 2022).

Other authors focused on vocabulary and spelling improvement during reading comprehension exercises through games. First, Sulistianingsih et al. (2019) used interactive board games in quasi-experimental research. Furthermore, Sulistyawati et al. (2021) implemented morphological games to improve vocabulary. The bingo game was implemented by Qomariyah (2020) in large groups with satisfactory results because he obtained a p-value of 0.000 after experimental research. Likewise, Hayatun (2020) implemented Jeopardy, a board game, using game sheets and paper during a quasi-experiment with results from 53 in the pre-test to 75 after classroom treatment. Nevertheless, another game, the scattergories board game, promotes vocabulary and spelling mastery while reading comprehension development (Khikmah, 2018), in action research with a mean score of 49.45 on the post-test and an improvement of 62.70 on the post-test.

Moreover, Afifah (2019) affirms that reading aloud should not be separated from reading comprehension exercises and implements "snakes and ladders" to support students in their improvement. Besides, Nastitie & Pratiwi (2017) implemented a joyful learning strategy through the "treasure clue game" during action research, where students improved from 73,86% in the first cycle to 87,56% in the second cycle. Additionally, Yulandari et al. (2021) implemented board, card, and memory games in action research and interestingly found that students' reading comprehension improved after two research cycles. On the other hand, Elfiza (2018) applied an adapted version of the Monopoly game in action research where students obtained 5.30 on the pre-test and improved to 7.08 on the post-test. In addition, Hidayat (2016) implemented "hot potatoes and Picture dictionary" in his classroom action research, whose main finding was students' improvement from 57.6 in

the pre-test to 68.8 in the first cycle and 85.2 in the second cycle. Otherwise, Aswandi (2020) proposed a matching game throughout action research where students improved from 59 in the pre-test to 63 in the first and 68 in the second. Interestingly, others found that games promote movement because the tendency is directed to board games, as Cheng-Tai et al. (2022) stated, who made a literature review from the last five years.

#### *Game-based learning: the concept*

Game-based learning supports learning, assimilation, or evaluation (Sigmund et al., 2014). For Shi & Shih (2015) it is a methodology that uses the game (analog or digital), original, adapted from existing ones, or of own creation, to develop learning and promote skills acquisition. Furthermore, it facilitates learning through fun, social interaction, active participation, and motivation generated by the dynamics and mechanics of the game (Pho & Dinscore, 2015). In other words, game-based learning uses games to acquire the proposed skills. It plays an essential part in learning for children and young people; since it is part of their daily life (Hashemi, 2021). After analyzing these concepts, games are suitable to be promoted in the classroom context to improve language skills, especially reading, which is the topic for the current research.

#### *Elements of games for learning purposes*

Planning the game-based learning class well is essential so that the student achieves the proposed objectives (Yulandari et al., 2022). Consequently, game implementation in the classroom must contain a complete process where motivation is one of the most critical issues. Regarding them, there are several elements that teachers can take into consideration when applying games in the class, such as points, achievements or badges, rankings, time, levels, challenges, and rewards with prizes. Kim (2015) argues that these elements of game-based learning can be applied in the classroom as follows: a) define a clear goal; b) turn learning into a game; c) propose a specific challenge; d) establish rules of the game; e) create a reward system; f) propose a motivating competition; and g) set difficulty levels.

#### *Reading comprehension*

Comprehension is the aptitude to reach an understanding of things. It is possible to understand a text in a literal way (focusing on those data exposed explicitly), critically (with judgments based on the values of the text), and inferentially (reading and understanding between the lines) (Cambridge Dictionary, 2021). The development of making sense through the acquisition of a text's essential ideas and the possibility of establishing links between these and other previously acquired ideas is known as reading comprehension (Common European Framework of Reference for Languages, 2001).

Regarding communication, reading comprehension is the ability to understand a written text, the significance of the words that make it, and the overall understanding of the text itself (Harmer, 2007). According to Elfiza (2018) and Nastitie & Pratiwi (2017), reading comprehension is a complex process that involves capturing what others transmit through everything surrounding it and identifying words and meanings. It is the process by which knowledge is made and related to concepts that already have connotation for the reader (Elder, 2008). That is to say, the reader "interacts" with the text; however, sometimes, it is possible to understand the whole message or only a specific part. Accordingly, students must prepare to face challenges and learn how to improve this vital language skill.

#### *Levels of reading comprehension*

Reading comprehension occurs at various levels of depth because readers understand differently. According to Heilman (1988) literal level is basic reading where learners can easily identify sequences, compare, and understand main ideas and find factual information. In Inferential reading, students can make interpretations, develop hypotheses, innovative ideas, and give conclusions. The highest is the creative stage where readers give emotinal responses to the text.

#### *Benefits of game-based learning application for reading comprehension*

According to Jackson & McNamara (2018) games energize the class, arouse interest beforehand, and maintain it throughout the development for the final victory and the playful practice. Additionally, Tobar et al. (2017) argues that games present students with situations in which they must reflect, make the right decisions, solve failures, and recover from defeats. Consequently, students assimilate concepts through games and develop cognitive abilities through critical thinking, reality analysis, and problem-solving. Likewise, game-based learning is the ability to capture the students' attention since it provides them with an environment they like, have fun in, and find highly motivating moments.

Additionally, authors like Abdeldaim & Kamal (2021) state that game-based learning allows exercising reading practically. They refer to the idea that when learning by doing, the student experiments, practices trial-error, establishes relationships between previous and new knowledge, and makes decisions to improve. That is intended in the current research, involving students in practical reading situations to enhance their comprehension. Besides, the child or adolescent receives instant feedback regarding reading texts through the game. It allows learners to be aware of their degree of acquisition of what they have read and helps them discover what they should influence and focus on (Cheng-Tai et al., 2022). For this reason, well-planned after-reading classroom tasks are crucial to check students' understanding.

Games provide data to the teacher to detect strengths and weaknesses regarding the subject or check the level of students' understanding. Aswandi (2020) allows a more profound approach to students' ability to reason, solve problems, make decisions, or overcome failures. Consequently, teachers must implement them to build students' high order thinking abilities. Games also imply freedom of improvisation and the ability to imagine solutions to each challenge, which helps open the student's mind and perception of the world (Shi & Shih, 2015; Arwandi et al., 2019). Hence, using games to solve real-life problems through reading texts could be plausible. Likewise, game-based learning helps work collaboratively, as Chen-Tai et al. (2022) state. With this practice, learners interact and work on emotional education, communication, dialogue, leadership skills, collaboration for a common goal, self-control, or sportsmanship. It translates into a better climate in the classroom, cohesion among its members, and the acquisition of values.

From a descriptive perspective, this study presents innovation in the context of Ecuadorian secondary education for students who need more technology access in the classroom. Based on the problematic situation and the previous studies review, the author presents the research problem as a question: How does game-based learning improve reading comprehension among first-year senior high school students? Besides, the hypothesis for this research was that game-based learning is effective for developing reading comprehension among first-year senior high school students. Therefore, this study aims to use game-based learning to develop reading comprehension among first-year senior high school students.

### Methodology

This research applied a descriptive scope, quantitative method with a quasi-experimental design. According to Cohen et al. (2007) quasi-experimental designs involve planning a process that studies the impact of treatments and change processes in situations. The researcher collected data from a survey, a pre-test, and a post-test. The researcher assigned the target population according to nonrandom criteria. In this context, they were chosen by convenience or opportunity sampling technique since they were the groups of students whose teachers were willing to collaborate in the study. Therefore, the current research pretended to use game-based learning to develop reading comprehension among first-year senior high school students. Participants were seventy-eight students distributed into one experimental group and one control group. The experimental group corresponded to Primero de Bachillerato parallel A from the afternoon section, and the control group was Primero de Bachillerato “Informatics” from the morning section. Those students are also from the first year of high school; however, they directed their learning towards “Computing.” Moreover, two English teachers participated; one implemented the classroom treatment with the experimental group, and the other worked with the control group with her traditional methodology to prevent research bias from the author.

Data collection instruments were two. First, a Likert scale survey determined students' perceptions of their deficiencies according to reading comprehension levels. Three experts in teaching English as a Foreign Language validated it. Furthermore, a reading comprehension test was taken from the standardized A2 KET (reading part) exam (Cambridge Assessment, 2021) to evaluate students' reading comprehension development before and after a classroom treatment applying game-based learning. During the first session, students completed the survey that included items related to reading levels and basic demographic information like gender and age.

Simultaneously, the target population took the pre-test. It included thirty questions divided into five parts. The first part contained six multiple-choice questions to read short real-world texts for the main message; the second part had seven multiple-matching questions with three short texts. The third part asked test takers to read a long text to look for answers to five questions about detailed understanding and main ideas, and then match them to the texts. The fourth part had six multiple-choice cloze questions to read and fill gaps with correct vocabulary. The fifth part had six open cloze questions to complete gaps with one word.

Then, the researcher designed a booklet with class plans to implement game-based learning to develop reading comprehension. This booklet contained twenty class plans and worksheets using the reading texts provided by the Ministry of Education of Ecuador for first-year senior high school students. The researcher adapted board games like "Snakes and Ladders" for some classes; and the contest: "Who wants to be a millionaire?" to promote cooperative learning. Games included elements like points, achievements, rankings, time, levels, challenges, and rewards, which intervened more interesting. After the intervention process, students took the post-test.

Data were statistically analyzed through SPSS statistical software to compare means and test the proposed hypothesis; what is the impact of using game-based learning for improving reading comprehension among first-year senior high school students?

## Results

As detailed above, two groups of students participated in the study, whose primary demographic data is shown in the table 1.

**Table 1**

*Population*

Group	Female		Male		TOTAL	Valid	AGE Mean
	fr	%	fr	%			
Experimental	29	37%	10	13%	39		



**Table 1**
*Population (continuation)*

	Female		Male		AGE		
Control	4	5%	35	45%	39	78	15.14
TOTAL	33	42%	45	58%	78		

Note: Information taken from Unidad Educativa Ambato - Administration office

The average age is 15.44.

Students needed help reading and understanding written texts at the beginning of the academic period. Under this premise, the researcher proposed to help students to develop their reading skills. Therefore, the researcher planned a survey to collect information from students' perceptions of their reading comprehension level. The survey had a likert scale about the frequency, starting from 1, which represents never, the lowest, to 5, which is always, the highest.

**Table 2**
*Literal comprehension*

Item	Literal comprehension									
	5		4		3		2		1	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
I know the meaning of a word in any reading text.	4	5	5	6	16	21	28	36	25	32
I know the synonyms and antonyms of a word	2	3	3	4	4	5	33	42	36	46
I distinguish between number (singular, and plural)	5	6	12	15	25	32	19	24	17	22
I distinguish the names of the characters mentioned in a reading text	6	8	9	12	10	13	35	45	18	23
I distinguish time and place mentioned in a reading text.					12	15	27	35	39	50

Note: Students' perceptions about their level of their literal comprehension of reading texts.

Table 2 shows that a few students have the first reading comprehension level. It means that they can read and understand factual information from the text. However, most still need to learn the meaning of words, antonyms, and synonyms, distinguish numbers, recognize characters, and time and place.

**Table 3**
*Inferential comprehension*

Item	Inferential comprehension									
	5		4		3		2		1	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
I distinguish the main idea in a reading text.					9	12	19	24	50	64
I distinguish sub-ideas in a text					1	1	2	3	76	97
I infer the feelings that control the text									78	100
I infer the characters' main features in the reading text.							5	6	73	94
I infer the message the author transmits.									78	100

Note: Students' perceptions about their level of their inferential comprehension of reading texts.

Table 3 shows that all students still need to develop the inferential comprehension of texts. They do not imply something not expressly stated. They do not distinguish the main idea and sub-ideas, the author's feelings and intentions, or the characters' information.

**Table 4**
*Creative comprehension*

Item	Creative comprehension									
	5		4		3		2		1	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
I can summarize the reading text.					3	4	2	3	73	94
I can share the moral of the reading text.									78	100
I can propose questions about the reading text.							7	9	71	91
I can retell the reading text.									78	100
I can express my opinion about the reading text.									78	100

Note: Students' perceptions about their level of their creative comprehension of reading texts.

Similarly, table 4 shows that students still need to develop their creative reading comprehension level. It means that they need to learn how to summarize, talk about the message of the reading, promote interaction with questions and answers, retell the text, or express opinions.

In sum, the survey's main finding was that all students need to develop their reading comprehension because they have difficulties in the basic level of understanding, such as the literal one.

Simultaneously, students took the pre-test, whose results are displayed below.

**Table 5**
*Pre-test*

	Main idea	Specific information	Vocabulary	Spelling	Total
Control group	1.77	2.90	1.56	1.23	7.46
Experimental group	1.62	2.46	1.82	1.49	7.38
Desired score					30

Table 5 displays information related to results from the pre-test based on the literal and inference levels of reading comprehension. Furthermore, the test contained four criteria: reading for the main idea, specific information, vocabulary, and spelling, which totaled 30.

**Table 6**
*Pre-test - comparison of means*

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Pre-test	Equal variances assumed	1.532	0.22	-	76	0.915	-0.077	0.721	-1.513	1.36

The author of the current research used a T-student test from equality of means to compare means from the pre-test. This test found a two-tailed significance of 0.915, higher than 0.05. It means there were no differences between the means from the control and experimental groups. Therefore, all participants showed a low level of reading comprehension.

Regarding findings in the survey and the pre-test, the researcher prepared a booklet with material to apply game-based learning by considering the elements of games in the teaching-learning process, as Heilman (1988) proposes. After the treatment, which lasted ten weeks, students took the post-test.

**Table 7**
*Post-test*

	Main idea	Specific information	Vocabulary	Spelling	TOTAL
Control group	1.67	3.46	1.87	1.64	8.64
Experimental group	2.36	6.03	3.74	2.05	14.18
Desired score					30

Table 7 shows results from the post-test, showing evidence of both groups' improvement. The control group had 8.64, while the experimental group had 14.18 out of 30.

**Table 8**
*Post-test - comparison of means*

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	Equal variances assumed	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Post-test	Equal variances assumed	1.044	0.31	6.865	76	.000	5.538	0.807	3.932	7.145

Table 8 shows a two-tailed significance of .000, which is less than 0.05. It means a significant difference exists between the means of the control and the experimental groups.

Moreover, table 9 shows general statistics that reflect data behavior.

**Table 9**
*Post-test - comparison of means*

	Main idea	Specific information	Vocabulary	Spelling	Total
Control group_ Pre-test	1.77	2.90	1.56	1.23	7.46
Control group_ Post-test	1.67	3.46	1.87	1.64	8.64
Experimental group - Pre-test	1.62	2.46	1.82	1.49	7.38
Experimental group - Post-test	2.36	6.03	3.74	2.05	14.18

Note: Data behavior according to the assessment criteria of the reading comprehension exam in the pre-test and post-test.

Table nine shows the data behavior obtained by both the control and experimental group. It shows that participants did not significantly improve in getting the text's main idea; however, it is a significant difference in reading for specific information. The control group slightly improved, while the experimental group considerably improved. Likewise, there was a significant improvement in vocabulary for the experimental group. Nevertheless, there was a slight improvement in spelling for both groups.

Therefore, the most important finding from the pre-test and post-test was that students improved reading for specific details and vocabulary. Therefore, it is concluded that the proposed hypothesis was accepted because game-based learning helps to develop students' reading comprehension.

### Discussion

Regarding the proposed research question, there were some findings. The main findings revealed a positive impact on learners' reading comprehension by using games. First of all, first-year senior high school students have a low reading comprehension level; therefore, this research constituted a need. This fact was like Nurjanah (2018), who stated that students faced difficulties in reading comprehension; consequently, they showed a low level of reading comprehension because learning English is difficult since it is a foreign language, and sometimes, they felt bored during lessons as stated by Khikmah (2018).

Previous research revealed that board games were beneficial (Tobar et al., 2017; Abdeldaim & Kamal, 2021), for students' reading comprehension improvement; hence, the researcher designed an intervention proposal. With the process of classroom intervention, results were motivating because students who participated improved their reading comprehension. There was an improvement because of the intervention focused on producing a motivating classroom environment with the teacher's commitment, who always provided feedback. These results were like those of Jacovina et al. (2016). This author asserted that switching students from a non-game environment to a game classroom environment benefits their reading comprehension development.

In addition, students were more likely to engage in games that stimulated their enthusiasm for vocabulary acquisition. For students, games have always been familiar and enjoyable. Classes were more engaging than before the intervention because students concentrated on various activities to ensure the learning process proceeded effectively. This study revealed that game-based activities motivated students to participate in every learning session. Consequently, the findings of this study are consistent with those of Jackson & McNamara (2018) and Tai et al. (2022), which found that gaming activities motivate students and increase their participation and vocabulary learning. In this regard, it is the responsibility of teachers to utilize language exercises to improve students' reading

comprehension, as it is of great importance. In this respect, gaming activities do not delay the lesson but rather aid students in comprehending the reading text effectively and simply.

### Conclusions

- This study aimed to use game-based learning to develop students' reading comprehension. Due to a low level of reading comprehension, students participated in an intervention proposal which focused on game-based learning. Therefore, it is concluded that students developed their reading comprehension after the classroom treatment. In this context, implementing game-based learning is beneficial for Primero de Bachillerato students' reading comprehension improvement. Consequently, it is highly recommended to apply games like snakes and ladders; crossword puzzles; word search puzzles, and contests with challenges and rewards according to their level and needs to contribute to learning process.

### Conflict of interests

There is no conflict of interest between the authors.

### References

- Abdeldaim, A., & Kamal, T. (2021). The Effects of Educational Games on EFL Vocabulary Learning of Early Childhood Students. *International Journal of Linguistics, Literature and Translation*, 4(3), 159-168.  
doi:10.32996/ijllt.2021.4.3.18
- Afifah, S. (2019). *Teaching Reading Comprehension using snakes and ladders game at the eleventh grade students*. Retrieved from University of Nusantara Pgri Kediri: [imki.unpkediri.ac.id/mahasiswa/file\\_artikel/2018/14.1.01.08.0134.pdf](http://imki.unpkediri.ac.id/mahasiswa/file_artikel/2018/14.1.01.08.0134.pdf)
- Arwandi, A., Syarif, H., & Ardi, H. (2019). Improving Students' Vocabulary Through Words Games at Grade VI of SDS Setia Padang. *Proceedings of the Eighth International Conference on Languages and Arts (ICLA-2019)* (pp. 183-186). Paris: Published by Atlantis Press SARL.
- Aswandi, A. (2020). The application of matching game to improve students' English vocabulary mastery. *Innovish Journal*, 5(1), 58-65.
- Cambridge Assessment. (2021, May 15). *Cambridge Assessment*. Retrieved from A2 Key exam format: <https://www.cambridgeenglish.org/exams-and-tests/key/exam-format/>

- Cambridge Dictionary. (2021). *Cambridge Dictionary*. Retrieved from <https://dictionary.cambridge.org/es/>
- Castillo, L. (2021). *Ecuador, con bajo desempeño en lectura*. Retrieved from El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/sociedad/ecuador-bajo-desempeno-lectura-ninos.html>
- Cheng-Tai, L., Huei-Tse, H., & Liang-Hsuan, L. (2022). Design of a dual-hierarchy scaffolding board game-based learning activity for EFL reading comprehension. *Language Teaching Research*, 0(0), 1-10.  
doi:<https://doi.org/10.1177/13621688221125>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. New York: Routledge.
- Common European Framework of Reference for Languages. (2001). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment*. Retrieved from <https://rm.coe.int/16802fc1bf>
- Crisol, E. (2017). Using Active Methodologies: The students' view. *Procedia - Social and Behavioral Science*, 672-677.
- Cronquist, K., & Fiszbein, A. (2017). *English Language Learning in Latin America*. The Dialog.
- Crystal, D. (2003). *English as a Global Language*. New York: Cambridge University Press.
- Dever, D., Wiedbusch, M., Cloude, E., Lezter, J., & Acevedo, R. (2021). Emotions and the Comprehension of Single versus Multiple Texts during Game-based Learning. *Emotions in Reading, Learning, and Communication*, 59(1-2), 94-115.  
doi: <https://doi.org/10.1080/0163853X.2021.1950450>
- Education First. (2021). *Índice del EF English Proficiency*. Retrieved from <https://www.ef.com.ec/epi/regions/latin-america/ecuador/>
- Elder, J. (2008). *Exercise your college Reading Skills*. New York: McGraw Hill.
- Elfiza, R. (2018). Improving Students' Reading Comprehension through Adapted Monopoly Game. *UHAMKA International Conference on ELT and CALL (UICELL)* (pp. 73-83). Yakarta: UHAMKA International.
- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios*, 44(1), 165-179.

- Harmer, J. (2007). *How to teach English. First Edition*. England: Pearson Education.
- Hashemi, A. (2021). The effects of using games on teaching vocabulary in reading comprehension: a case of gifted students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 9(2), 151-160. doi:<http://dx.doi.org/10.17478/jegys.846480>
- Hayatun, F. (2020). *The Effect of Using Jeopardy and Board Game on Students' Reading Comprehension at Global Cendekia Vocational High School of Kampar Regency*. Retrieved from State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau: [https://repository.uin-suska.ac.id/48726/1/Tesis%20FULL%20kecuali%20BAB%20IV\\_Hayatun%20Faizah.pdf](https://repository.uin-suska.ac.id/48726/1/Tesis%20FULL%20kecuali%20BAB%20IV_Hayatun%20Faizah.pdf)
- Heilman, A. (1988). *The Principles and The Practices of Teaching Reading*. Ohio: Merrill Publishing Co.
- Hidayat, N. (2016). Improving students' vocabulary achievement through word game. *Journal of Education and society*, 1(2), 95-104. doi:<http://dx.doi.org/10.21070/jees.v1i2.446>
- Holmes, W. (2011). Using game-based learning to support struggling readers at home. *Learning Media and Technology*, 36(1), 5-19. doi:10.1080/17439884.2010.531023
- Jackson, G., & McNamara, D. (2018). Motivation and performance in a game-based intelligent tutoring system. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1036–1049. doi:<https://doi.org/10.1037/a0032580>
- Jacovina, M., Jackson, T., Snow, E., & McNamara, D. (2016). Timing Game-Based Practice in a reading comprehension strategy tutor. In A. Micarelli, J. Stamper, & K. Panourgia (Ed.), *Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 80-89). Zagreb, Croatia: Springer.
- Jeni, Y. (2020). The Using of Short Stories to Enhance Students' Reading Comprehension. *Borneo Educational Journal*, 2(2), 83-88. doi:10.24903/bej.v2i2.632
- Khikmah, N. (2018). *The use of Scattergories board game to improve students' vocabulary mastery and reading comprehension for the eighth year students*. Retrieved from State Institute for Islamic Studies: [http://perpus.iainsalatiga.ac.id/lemari/fg/free/pdf/?file=http://perpus.iainsalatiga.ac.id/g/pdf/public/index.php/?pdf=1266/1/SKRIPSI%20-%20NUR%20KHIKMAH%20\(123-12-001\)](http://perpus.iainsalatiga.ac.id/lemari/fg/free/pdf/?file=http://perpus.iainsalatiga.ac.id/g/pdf/public/index.php/?pdf=1266/1/SKRIPSI%20-%20NUR%20KHIKMAH%20(123-12-001))



- Kim, B. (2015). Game Mechanics, Dynamics, and Aesthetics. *Library Technology Reports, 1*(1), 17-19. Retrieved from <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/view/5630/6948>
- Logsdon, A. (2019). *Reading Comprehension Problems*. <https://www.verywellfamily.com/learning-disability-in-reading-comprehension-2162449>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016, Marzo 31). *Currículo 2016*. Retrieved from Ministerio de Educación del Ecuador: <https://educacion.gob.ec/curriculo/>
- Nastitie, V., & Pratiwi, I. (2017). Implementing Joyful learning Strategy Using Treasure Clue Game Method in Order to Improve Reading Comprehension Skill. *Jurnal Prima Edukasia, 5*(2), 203-210. doi:<http://dx.doi.org/10.21831/jpe.v5i2.11601>
- Nurjanah, R. (2018). The Analysis on Students' Difficulties in Doing Reading. *Metathesis: Journal of English language literature and teaching, 2*(2), 253 - 264. doi:10.31002/metathesis. v2i2.958
- Pho, A., & Dinscore, A. (2015). Game-Based Learning. *Instructional Technologies committee, 1*(1), 1-5. Retrieved from <https://acrl.ala.org/IS/wp-content/uploads/2014/05/spring2015.pdf>
- Qamariah, H., & Wahyuni, S. (2018). Teaching spelling through games. *Visipena Journal, 9*(1), 137-150. doi:10.46244/visipena.v9i1.447
- Qomariyah, S. (2020). Bingo Games in students' vocabulary and reading comprehension. *Culture, Language, and Teaching of English, 5*(2), 170-177. doi:10.26905/enjourme.v5i2.5056
- Shi, Y.-R., & Shih, J.-L. (2015). Game Factors and Game-Based Learning Design Model. *International Journal of Computer Games Technology, 15*(1), 1-11. doi:<https://doi.org/10.1155/2015/549684>
- Sigmund, S., Fletcher, D., & Wind, A. (2014). Game-Based Learning. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology, 1*(1), 485-503. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5\_38,
- Sulistianingsih, E., Febriani, R., & Pradjarto, J. (2019). The Effect on Interactive Board Games (IBG) on Vocabulary achievement. *Journal of the Association of Arabic and English, 5*(2), 127-139. doi:<https://ejournal.iainkendari.ac.id/langkawi/article/view/1458>

- Sulistyawati, E., Nugroho, A., & Bram, B. (2021). Morphological Teaching Strategies to Enhance Students' Vocabulary Knowledge and Reading Comprehension. *Journal of English Teaching*, 7(2), 179-190. <https://doi.org/10.33541/jet.v7i2.2472>
- Tobar, H., Baldiris, S., & Fabregat, R. (2017). Augmented Reality Game-Based Learning: Enriching Students' Experience During Reading Comprehension Activities. *Journal of Educational Computing learning*, 1(1), 1-36. doi:10.1177/0735633116689789
- Yulandari, E., Widiati, B., & Januardi, D. (2022). Improving reading comprehension skill through language games at VII grade of Junior High School. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 3(2), 238–243. doi:<https://doi.org/10.55681/jige.v3i2.370>

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




## Indexaciones




# Vulneración de los derechos de la víctima en cuanto a la reparación integral por la aplicación del principio de oportunidad

*Violation of the rights of the victim in terms of comprehensive reparation due to the application of the principle of opportunity*


<sup>1</sup> Flor Gabriela Castillo Villavicencio  
Universidad Católica de Cuenca  
[flor.castillo@ucacue.edu.ec](mailto:flor.castillo@ucacue.edu.ec)

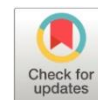
 <https://orcid.org/0009-0000-2166-3995>

<sup>2</sup> Jaime Alberto Pacheco Solano  
Universidad Católica de Cuenca  
[jaime.pacheco@ucacue.edu.ec](mailto:jaime.pacheco@ucacue.edu.ec)

 <https://orcid.org/0009-0004-5080-8582>

<sup>3</sup> Pablo Arturo Pozo Cabrera  
Universidad Católica de Cuenca  
[ppozo@ucacue.edu.ec](mailto:ppozo@ucacue.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0002-5245-3285>



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/04/2023

Revisado: 17/05/2023

Aceptado: 02/06/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2603>

## Cítese:

Castillo Villavicencio, F. G., Pacheco Solano, J. A., & Pozo Cabrera, P. A. (2023). Vulneración de los derechos de la víctima en cuanto a la reparación integral por la aplicación del principio de oportunidad. *Ciencia Digital*, 7(3), 99-123. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2603>



**CIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinaria, **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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

principio de oportunidad, reparación integral, víctima, revictimización, vulneración de derechos.

**Resumen**

En el presente trabajo de investigación se busca esencialmente analizar cómo se ha venido aplicando el principio de oportunidad y a su vez cómo se afecta en la reparación integral de la víctima, establecida como un derecho fundamental de rango constitucional, pues este es vulnerado cuando se aplica el principio de oportunidad en el ámbito penal bajo dos circunstancias en delitos cuya pena privativa de libertad de hasta cinco años y en aquellas infracciones culposas en las que el investigado o procesado sufre un daño físico grave que le imposibilite llevar una vida normal, de las cuales en el presente estudio se abordarán en los delitos de tránsito suscitados en el cantón Azogues, pues con la información que se ha recabado en las instituciones públicas pertinentes se presume que, la víctima en el Principio de oportunidad, no es resarcida en lo concerniente a la reparación integral; pues cuando el fiscal se abstiene o desiste de la investigación iniciada, en el trámite previsto en el art. 413 del COIP el juzgador declara la extinción del ejercicio de la acción penal. En tanto que respecto a la víctima la norma en cita dice: “la extinción del ejercicio de la acción penal por los motivos previstos en este artículo no perjudica, limita, ni excluye el derecho de la víctima para perseguir por la vía civil el reconocimiento y la reparación de los perjuicios derivados del acto” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014). Lo cual es utópico primero porque la reparación integral es un derecho de rango constitucional y que debe ser impuesta en sentencia de condena como lo disponen los artículos 619 numeral 4, 621, 622 numeral 6 y 628 del COIP, guarda armonía o relación con los artículos 1-2 inciso segundo-11 numeral 2 y 6- 77,78,78.1,-405,413 inciso cuarto, 432 numeral 1, 519 numeral 2 y 4- 555,604 numeral 4 literal a) y artículo 628 del Código Orgánico Integral Penal (COIP), y puntualmente en el numeral 3 que dice. La obligación de reparar a la víctima tendrá prelación frente a la multa, comiso y otras obligaciones de la persona responsable penalmente (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014). En dónde queda la seguridad jurídica ya que es elocuente que hay un estado de incertidumbre para la víctima, es más hay una revictimización al obligarle al sujeto pasivo del delito a que se le indemnice con el pago de la reparación integral en la vía civil, que implica todo un trámite y sus respectivas instancias y erogación de recursos económicos para contratar a un abogado que asuma la defensa técnica, algo inadmisibles e inauditos que además la reparación integral no solo consiste en una cantidad

---

de dinero, sino es un conjunto de derechos connaturales a los contemplados en el Art. 78 de la Constitución de la República del Ecuador. Se demostrará cómo se ha venido vulnerando este derecho, para ello se emplearán metodologías que permitan establecer conclusiones generales principalmente en los delitos de tránsito que es lo que abordaremos como tema prioritario, por esta razón surge la propuesta de elaborar un documento en el cual se haga una crítica jurídica respecto del artículo 412 y 413 del Código Orgánico Integral Penal, de sus falencias cuando se ha aplicado este principio. Por lo expuesto, en el presente estudio se buscará elaborar una propuesta con el objeto de llegar a la solución jurídica a la problemática legal que se genera.

**Keywords:**

Principle of opportunity, comprehensive reparation, victim, revictimization, violation of rights.

---

**Abstract**

In the present research work, we seek to analyze how the principle of opportunity has been applied and, in turn, how it is affected in the integral reparation of the victim, established as a fundamental right of constitutional rank, since this is violated when the principle is applied. of opportunity in the criminal sphere under two circumstances in crimes for which a custodial sentence of up to five years and in those culpable offenses in which the person being investigated or prosecuted suffers serious physical damage that makes it impossible for them to lead a normal life, of which in the present study will be addressed in the traffic crimes raised in the Azogues canton, because with the information that has been collected in the pertinent public institutions it is presumed that, in the Principle of opportunity, the victim is not compensated with regard to comprehensive reparation; Well, when the prosecutor abstains or desists from the investigation that has been started, in the procedure provided for in Art. 413 of the COIP, the judge declares the extinction of the exercise of criminal action. While with respect to the victim, the rule says: "The extinction of the exercise of criminal action for the reasons provided in this article, does not harm, limit or exclude the right of the victim to pursue through civil proceedings the recognition and the reparation of the damages derived from the act." (National Assembly. COIP, 2014) Which is utopian first because comprehensive reparation is a right of constitutional rank and that must be imposed in a sentence of conviction as provided in articles 619 numeral 4, 621, 622 numeral 6 and 628 of the COIP, is in harmony or related to articles 1-2 second subparagraph-11 numeral 2

---

---

and 6- 77,78,78.1,-405,413 fourth subparagraph, 432 numeral 1, 519 numeral 2 and 4- 555,604 numeral 4 literal a) and article 628 of the Comprehensive Organic Criminal Code and punctually in the numeral 3 that says. The obligation to make reparation to the victim will take precedence over the fine, confiscation and other obligations of the criminally responsible person. (National Assembly. COIP, 2014) Where legal certainty remains, since it is eloquent that there is a state of uncertainty for the victim, what is more, there is a re-victimization by forcing the taxpayer of the crime to be compensated with the payment of comprehensive reparation in civil proceedings, which It implies a whole procedure and its respective instances and financial resources to hire a lawyer to assume the technical defense, something inadmissible and unheard of that, in addition, the integral reparation not only consists of an amount of money, but is a set of connatural rights to those contemplated in Article 78 of the Constitution of the Republic of Ecuador. It will be demonstrated how this right has been violated, for this methodologies will be used to establish general conclusions mainly in traffic crimes, which is what we will address as a priority issue, for this reason the proposal to prepare a document in which it is made a legal criticism regarding articles 412 and 413 of the Comprehensive Organic Criminal Code, of its shortcomings when this principle has been applied. For these reasons, this study will seek to develop a proposal to reach a legal solution to the legal problem that is generated.

---

## Introducción

La razón de desarrollar el presente trabajo de investigación, se da fundamentalmente por la problemática que se presenta al momento de aplicar el principio de oportunidad dentro de los procesos penales y de tránsito de los cuales como se dijo en líneas precedentes nos enfocaremos a los delitos de tránsito, puesto que los derechos de la víctima resultan ser perjudicados por la mala redacción de las normas reguladoras de este mecanismo extrapenal, al investigado o procesado se le extingue el ejercicio de la acción penal por el hecho delictuoso; si bien el art. 413 del COIP último inciso dice: “la extinción del ejercicio de la acción penal por los motivos previstos en este artículo, no perjudica, limita ni excluye el derecho de la víctima para perseguir por la vía civil el reconocimiento y la reparación integral de los perjuicios derivados del acto” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

¿Cómo no va a perjudicar y limitar a la víctima que sufre el agravio su derecho a una reparación integral? lo lógico y coherente sería que mientras no haya el pago por el daño ocasionado, no debería darse paso al principio de oportunidad, eso es y debe ser lo justo, lo equitativo. Al investigado o procesado según el caso, se le concede la extinción del ejercicio de la acción, revocatoria de todas las medidas cautelares y archivo del expediente y la víctima recibe en forma inmediata el daño producto del ilícito. Mientras subsistan estas normas el razonamiento lógico y jurídico es simple la víctima entendida como tal los previstos en el art. 441 del COIP, le corresponderá injustamente demandar en el fuero civil para que se reconozca el resarcimiento del derecho vulnerado, mientras que quien comete el delito se beneficia a título gratuito. Lo resumo en una frase: crimen sin castigo y víctima sin pago de reparación integral (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

En el presente estudio utilizaremos métodos: inductivo- deductivo; puesto que, se procederá a realizar un análisis profundo y sistemático de cada uno de los expedientes fiscales, en los cuales se ha aplicado el principio de oportunidad; análisis que permitirá de forma inductiva y deductiva establecer cuándo, cómo y las consecuencias de la aplicación de este principio.

Con el presente trabajo de investigación buscaremos demostrar de forma clara y detallaremos jurídicamente, la problemática que se presentará al momento de aplicar el principio de oportunidad dentro de los delitos de tránsito, en mi criterio hay un riesgo cuando se utiliza esta facultad discrecional reglada por el fiscal que genera una inseguridad jurídica con efectos negativos puesto que no hay tutela efectiva para la víctima, hay entonces una protección al que comete el delito y una desprotección a la víctima, en este caso el daño causado por el delito trasciende y sobrepasa el derecho de la víctima, lo que implica un cambio de paradigma donde hay inversión de los sujetos procesales, la víctima es revictimizada y el infractor es beneficiado por ende se buscará establecer en forma urgente incorporar a las normas reguladoras la imposición del pago de la reparación integral. Consecuentemente y; esencialmente, se buscará establecer una reforma del COIP.

*Vulneración de los derechos de la víctima en cuanto a la reparación integral por la aplicación del principio de oportunidad*

Vulneración de los derechos de la víctima en cuanto a la reparación integral por la aplicación del principio de oportunidad, en los delitos de tránsito, investigación que se realizará en el cantón Azogues, provincia del Cañar; en el periodo comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre del año 2020, información que será recabada dentro de las instituciones públicas: Corte Provincial de Justicia, en concreto a Fiscalía General del Estado del cantón Azogues.



Iniciaremos manifestando que en la legislación ecuatoriana en nuestro ordenamiento jurídico los mecanismos de reparación integral previstos en la Constitución de la República del Ecuador (CRE), el Código Orgánico Integral Penal (COIP), Convenios y Tratados Internacionales de Derechos Humanos son una quimera en la investigación que nos ocupa, evidencian que a la víctima se le vulneran sus derechos estatuidos en los referidos cuerpos legales, olvidando que la víctima es el sujeto pasivo del delito; cuando en un proceso penal concluye por el principio de oportunidad, puesto que se han centrado fundamentalmente en aplicar los derechos y garantías al investigado y al procesado a quien se le considera en un estado de vulnerabilidad; sin embargo, no se consideran que la víctima es a quien el Estado Constitucional de derechos y justicia, a través del órgano jurisdiccional es y debe ser garante de los derechos de la víctima y por igual a los demás sujetos procesales determinados en el Art. 439 COIP (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

Lo que en la especie no ocurre, se transgrede el principio de igualdad formal y material del art. 66 numeral 4 de la Constitución, en relación con el art. 5 numeral 5 del Código Orgánico Integral Penal (COIP).

Lo que en doctrina se lo conoce como igualdad de armas, que no se da y por ende a la víctima se le transfiere la carga del daño, por lo que el carácter reparador del Ius puniendo del Estado, no cumple con el objetivo de la reparación integral que no solo comprenden lo económico sino también lo psicológico y otros aspectos; en la aplicación de este principio analizados en la ciudad de Azogues provincia del Cañar; durante el año 2020; aplicado en los delitos de tránsito tenemos que es de alta incidencia, pues superan el 10% del total de los delitos a los que se aplica el principio de oportunidad; en detrimento de la víctima; ya que de este 10% demostrando que en su gran mayoría hay una doble trasgresión a la víctima, que queda en indefensión, totalmente desprotegida, revictimizada y quien perpetra la infracción es amparado.

Se lo demostrará en el presente estudio del 100% de los delitos de tránsito que concluye con este principio quienes han sido reconocidos la reparación integral no sobrepasan del 10% de la totalidad.

No me opongo a este principio que también consta en el art. 195 de la Constitución de la República del Ecuador (CRE), que propugna celeridad procesal, economía procesal, pero no a pretexto de estos principios se puede vulnerar el derecho de la víctima a que se le repare el daño, las normas jurídicas deben ser proporcionadas, coherentes, claras, precisas, y es este punto al que justamente queremos rectificar y por lo tanto el objetivo jurídico sería la búsqueda de que sea requisito fundamental para que opere el Principio de oportunidad extinga el ejercicio de la acción penal debe ser con la condicionante del pago de la reparación integral (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Se ha considerado este tema, puesto que desde el Derecho Sustantivo el dolo parece que fuera el único acto que es tratado dentro de la política criminal, sin desconocer las infracciones de tránsito 371 y siguientes del COIP, donde si bien es cierto se producen por culpa es decir inobservancia del deber objetivo de cuidado que personalmente le corresponde a toda persona, produciendo un resultado dañoso, que por ello las sanciones son mínimas, por algo en doctrina se lo denominan como infracciones imprudentes o culposas respetándose el principio de proporcionalidad del art. 76 numeral 6 de la Constitución de la República del Ecuador, lo que no ocurre con el principio de oportunidad, no podemos desconocer que nuestra Carta Magna se ha preocupado por la víctima , el art. 78 e incluso el Código Orgánico Integral Penal (COIP), arts. artículos 1, 2 inciso segundo, 11 numeral 2 y 6, 77, 78, 78.1, 405,413 inciso cuarto, 432 numeral 1, 519 numeral 2 y 4, 555-604 numeral 4 literal a), 619 numeral4, 621, 622 numeral 6, 628 del Código Orgánico Integral Penal (COIP), la trasgresión en las normas descritas justifica un estudio exhaustivo.

Débenos señalar que la investigación a más del análisis del plano conceptual posee relevancia jurídica y social ya que contribuye al reconocimiento de un derecho fundamental de toda víctima como sujeto procesal de conformidad con el art. 439 numeral 2 del COIP.

Nuestra propuesta en este estudio es una reforma al COIP en la cual se establezca que los fiscales puedan requerir o solicitar la reparación integral de la víctima en los casos que procede, previo pago de la reparación integral, de ahí la capital importancia de una reforma urgente para una seguridad jurídica.

Con este fin se ha recolectado información en las instituciones públicas como la Fiscalía y la Unidad Penal de la ciudad de Azogues, lo que permitirá al lector entender cómo se aplica en realidad las leyes penales, así como saber en qué tipo de infracciones en las que se aplica el principio de oportunidad; y, esto con el fin de buscar una solución que permita a la víctima una verdadera tutela efectiva de sus derechos.

#### *Objetivo general*

Demostrar el perjuicio que se ocasiona a la víctima cuando se aplica el principio de oportunidad, ya que, deberá plantear acciones civiles para reclamar la reparación integral en estos casos, siendo un camino tortuoso, factor tiempo y erogación de dinero para contratar un abogado de la defensa técnica.

#### *Objetivos específicos*

Analizar el perjuicio que se ocasiona cuando se aplica el principio de oportunidad sin que se repare integralmente a la víctima.

Estudiar los casos presentados en la Fiscalía General del Estado del Cantón Azogues, referentes a la aplicación del principio de oportunidad.

Recomendar una posible reforma para que se dé la reparación integral de la víctima antes de proceder a la aplicación del principio de oportunidad.

### *Hipótesis*

La aplicación del principio de oportunidad ocasiona afectación a la víctima de un hecho delictivo en su reparación integral.

### *Estado del arte o antecedentes:*

Desde la implementación del derecho penal se ha buscado que se realice de forma efectiva y eficaz la reparación integral a la víctima, respecto del derecho que ha sido trastocado o vulnerado, este va a su estado original en lo posible, en todas las materias, más aún en materia penal.

Ni el derecho penal, menos el derecho internacional, han otorgado tradicionalmente un papel significativo a las víctimas de la violencia, centrándose en cambio en los Estados y los perpetradores (Nowark, 2003, p. 277). Esto comenzó a cambiar en 1985 con la adopción de la Declaración sobre los Principios Básicos de Justicia para las Víctimas de Delitos y Abuso de Poder en el Séptimo Congreso de las Naciones Unidas sobre Delitos Penales, el primer enfoque sistemático global de los derechos de las víctimas.

Sobre la base de una definición relativamente amplia de lo que constituye una víctima, la declaración aborda el acceso a los tribunales y el trato justo, la compensación y la asistencia que dichas víctimas deben recibir. Esta iniciativa, junto con otras iniciativas similares en otros organismos internacionales regionales como la Comisión Europea o la Unión Europea, ha contribuido al surgimiento de un nuevo concepto de justicia que transita desde el concepto de justicia retributiva hacia el de justicia restaurativa (Strang, 2004).

En lugar de centrarse en castigar (y ciertamente no excluir) a los perpetradores, este nuevo enfoque se centra en colocar a los perpetradores, las víctimas y la sociedad en relativa simetría para lograr justicia, compensación y, cuando sea posible, reconciliación (Rigby, 2001).

Desde esta nueva perspectiva, se priorizan los derechos de las víctimas y el derecho a enfrentar la victimización y sus consecuencias. Un buen ejemplo del estatus legal alcanzado a través del enfoque centrado en la víctima adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su resolución 40/34 del 29 de noviembre de 1985.

Según la declaración, se debe entender por víctima a las personas que, individual o colectivamente, como resultado de una acción u omisión, haya sido perjudicada, incluyendo daño físico o psíquico, sufrimiento emocional, pérdida económica o violación sustancial de los derechos fundamentales, derechos contrarios a las leyes penales aplicables, el término víctima también incluye a los miembros de la familia o parientes que tienen una relación directa con la víctima directa y que son perjudicados cuando intervienen para ayudar a una víctima en peligro o prevenir la victimización (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1985).

Recientemente, el papel de la reconstrucción social y la reconciliación es muy interesante con diferentes patrones de justicia y mantenimiento. Ha llevado a una mejora clásica de la justicia, que es una justicia de recuperación clásica o un cambio de justicia. Nos referimos al actual equilibrio y perspectiva internacional y al importante papel de las víctimas mencionadas en la creación de la Corte Penal Internacional en el Estatuto de Roma, ratificado el 17 de julio de 1998 y en vigor desde julio de 2002. La unidad de víctimas y el registro de testigos (artículo 43) y las diversas medidas para proteger la seguridad, la salud física y mental, la dignidad y la intimidad de las víctimas (artículo 57) no difieren del artículo 3(1). 1. El artículo 78 de la Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente), y el Estatuto de Roma contienen disposiciones sobre reparación a las víctimas, incluyendo la restitución, indemnización y rehabilitación (Jordan & De Hemptinne, 2002).

Otro punto de inflexión en este desarrollo, que refleja la creciente atención a las víctimas y las reparaciones, fueron los *Principios y directrices básicos sobre los derechos de las víctimas de las violaciones de los derechos humanos y del derecho internacional humanitario*, a interponer recursos y obtener medidas reparatorias, aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU, 2005), y recibir compensaciones. El hecho de que desde principios de la década de 1990 las Naciones Unidas hayan liderado tanto legal como conceptualmente un proceso preciso de responsabilidad civil extracontractual puede proporcionar un marco general para su formulación al momento establecer la política de responsabilidad civil extracontractual en cualquier parte del país (Asamblea General de las Naciones Unidas [ONU], 2005).

Como otra contribución al tema, está el estudio relativo al derecho de restitución, indemnización y rehabilitación a las víctimas de violaciones flagrantes de los derechos Humanos y las libertades fundamentales. El derecho a la reparación de las víctimas de violaciones graves y sistemáticas de los derechos humanos, en consulta con las principales instituciones involucradas en el desarrollo de los principios del derecho a la reparación, fue finalmente aprobado por el Comité de Derechos Humanos en abril de 2005 después de 15 años de trabajo y discusiones y luego con el Consejo y finalmente con la aprobación económica y social de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Estos principios sitúan a la víctima en el centro del derecho a la reparación por la imposibilidad de las circunstancias. En el preámbulo mismo, el texto muestra que, al defender los principios, la comunidad internacional mantiene su compromiso con las víctimas, utilizando un enfoque centrado en la víctima como eje horizontal. De acuerdo con este enfoque, los principios optan por un concepto bastante amplio de víctima, ya que según el Principio 8 se entiende por víctima a toda persona que individual o colectivamente sufra un daño, incluyendo daño físico o psíquico, dolor emocional, pérdida económica o menoscabo grave de sus derechos fundamentales como consecuencia de actos u omisiones que constituyan violaciones flagrantes de las normas internacionales de derechos humanos o violaciones graves del derecho internacional humanitario (Ferudi, 1988).

En su caso y de conformidad con la legislación nacional, el término víctima también incluye a la familia o parientes inmediatos de la víctima y las personas perjudicadas por las intervenciones para asistir a la víctima en riesgo o para prevenir la victimización. Por otro lado, estos principios exigen que las víctimas sean tratadas humanamente, con respeto a su dignidad y derechos humanos, y que se tomen las medidas adecuadas para proteger su seguridad, su salud física y mental y su privacidad, así como su seguridad , de su familia, el Estado deberá, en la medida de lo posible, tomar medidas internas para garantizar que las víctimas de violencia o lesiones reciban cuidados y atención especiales para que los procesos judiciales y administrativos de justicia y reparación no generen mayores daños.

Analizando el contexto general de la creciente preocupación por las víctimas de violaciones de derechos humanos y su adecuada reparación, nos centraremos en el deber de reparación en el derecho internacional contemporáneo. A pesar de todos los esfuerzos por llegar a un principio de acuerdo, la resolución fue aprobada lamentablemente con 40 votos a favor y ninguno en contra, a pesar de la abstención de 13 países, entre ellos miembros destacados de la Comisión de Derechos Humanos como Alemania, India o Estados Unidos (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, (2006).

Ya en lo que respecta a este derecho, en el año 2000 aproximadamente se comienza a dar resoluciones emitidas por la ONU en las cuales se establecen varios criterios respecto de la reparación integral, esto lo hace mediante un llamamiento a los estados para que estos incluyan en sus normas jurídicas los nuevos estándares y mecanismos de reparación integral; basados en que el daño no es solamente material sino también inmaterial; puesto que al afectar un derecho, cualquiera que fuera este, trae consigo la afectación de otros derechos lo que ya fue tratado por la Convención Americana de los Derechos Humanos, ya que en su artículo 63.1 establece que, la reparación integral contempla o abarca que la acreditación de daños se da en una esfera material e inmaterial y con esto se produce un

daño de lo cual nace el otorgamiento de medidas tales como: a) investigación de los hechos, b) la restitución de los derechos, bienes y libertades, c) la rehabilitación física, psicológica o social, etc. (Convención Americana sobre Derechos Humanos, 1969).

La tendencia actual es encontrar la manera de cuantificar y calificar las reparaciones integrales para las víctimas del delito, abarcando todos sus contextos, y cómo se pueden establecer ciertos parámetros que indiquen la forma más efectiva de lograrlo. Descubrir la naturaleza de la compensación integral desde la realidad nacional; y para identificar los fenómenos que se presentan en la práctica jurídica y para identificar las diferencias que surgen cuando se aplica la institución en el contexto local, se acude a la doctrina y jurisprudencia internacional, ya que esta imagen jurídica es nueva en el Ecuador, pero ha sido creada y aplicado. Sin embargo, para profundizar en este tema es necesario analizar las sentencias de las Cortes Interamericanas, y la forma en que los jueces ecuatorianos las concibieron y aplicaron; pero se busca considerar primero este derecho antes de aplicar los principios señalados anteriormente. Obtener esta tendencia mundial, referente a la reparación integral de las víctimas.

En definitiva, estamos frente a un nuevo paradigma en derechos humanos y reparación

### **Marco teórico:**

Como punto de partida para desarrollar lo que es el principio de oportunidad, empezaremos manifestando que en la actualidad, éste tiene tanto origen Constitucional de la República del Ecuador del año 2008 en su artículo 195, en su parte pertinente establece que: “La fiscalía dirigirá, de oficio o a petición de parte, la investigación pre procesal y procesal penal; durante el proceso ejercerá la acción pública con sujeción a los principios de oportunidad y mínima intervención penal, con especial atención al interés público” (Asamblea Nacional Constituyente. CRE, 2008).

Así también, en el Código Orgánico Integral Penal, trata respecto del principio de oportunidad, en su artículo 412, dispone que: “La o el fiscal podrá abstenerse de iniciar la investigación penal o desistir de la ya iniciada en los siguientes casos: 1) cuando se trate de una infracción sancionada con pena privativa de libertad de hasta cinco años, con excepción de las infracciones que comprometen gravemente el interés público y no vulneren a los intereses del Estado, 2) en aquellas infracciones culposas en las que el investigado o procesado sufre un daño físico grave que le imposibilite llevar una vida normal. La o el fiscal no podrá abstenerse de iniciar la investigación penal en los casos de delitos por graves violaciones a los derechos humanos y delitos contra el derecho internacional humanitario, delitos contra la integridad sexual y reproductiva, delincuencia organizada, violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar, trata de personas, tráfico de migrantes, delitos de odio, de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización y

delitos contra la estructura del Estado constitucional de derechos y justicia” (Asamblea Nacional. COIP, 2014).

En América, han incorporado a las reformas procesales penales, en las cuales se ha establecido el Principio de Oportunidad, esto se da más o menos a partir de los años 1990. Así se estableció como criterios de juristas y quienes aplicaban la ley, que, si no se aplicara el principio de oportunidad, la justicia penal colapsaría, debido a la acumulación de casos en lo penal, que en la práctica dificultaría ser atendidos muchos de ellos, con lo cual se vuelve caótica la justicia en esta materia; sin embargo de ello no se puede justificar que por el alto número de delitos, se deje a la víctima en ciertos delitos sin el amparo de la ley, consecuentemente vulnerándose el derecho a su reparación integral establecida tanto en la Constitución de la República del Ecuador, Tratados y Convenios Internacionales de Derechos Humanos como en las diferentes normas infraconstitucionales previstas en el Código Orgánico Integral penal; vulneración que se produce cuando concluye el proceso por la aplicación del Principio de Oportunidad, para el infractor y comienza el problema para la víctima una inversión inaceptable, parece que el infractor fuera la víctima y la víctima el infractor; en una suerte de inversión de roles en ese orden de ideas el primero queda exento de un proceso penal y el segundo queda atado a un proceso para aventurar un pago que por ley le corresponde, olvidando que a la víctima se le debe aplicar el principio de tutela judicial efectiva y debida diligencia a fin de garantizar la reparación integral para las víctimas y la prevención de la reincidencia y de la impunidad como lo prescribe el Art. 2 inciso segundo del Código Orgánico Integral Penal. (Asamblea Nacional. COIP, 2014).

Se introduce directamente el tema de nuestro estudio, a saber, la vulneración del derecho de la víctima a la reparación integral, que se establece como un imperativo en el artículo 78 de la Constitución de la República del Ecuador: Las víctimas de infracciones penales gozaran de especial protección, se les garantizara la no revictimización, especialmente en lo que se refiere a la obtención y valoración de la prueba, se les protegerá de cualquier amenaza u otras formas de intimidación. Se establecerá mecanismos para una reparación integral que incluirá sin dilaciones el conocimiento de la verdad de los hechos y la restitución, indemnización, rehabilitación, las garantías de no repetición y satisfacción de derecho violado o vulnerado. (Asamblea Nacional Constituyente. CRE, 2008).

Así también el COIP, trata ampliamente la reparación integral, y se abordan las siguientes normas que describo.

Art. 1- Art. 2 inciso segundo- Art. 11 numeral 6-Art. 77-Art. 78- Art. 78.1-159 inciso segundo, tercero y cuarto-Art. 405-432 numeral 1-470 inciso segundo-Art. 519 numerales 2 y 4-Art. 547 numeral 3-Art. 555-Art. 604 numeral 4 literal a)-Art. 606 inciso segundo-Art. 619 numeral 4-Art. 621 inciso primero-622 numeral 6-Art. 628-Art. 631 numeral 7-Art. 638-Art. 649 numeral 8-Art. 651.1 inciso tercero-Art. 651.1 inciso tercero literal d)-

Art. 651.5 numerales 1 y 2-Art. 669 inciso quinto-Art. 670 Inciso quinto y sexto. Disposición TRANSITORIA TERCERA. Todas del Código Orgánico Integral Penal. (Asamblea Nacional. COIP, 2014).

Si bien los doctrinarios respecto del principio de oportunidad establecen criterios a favor de este principio, basados fundamentalmente en las facultades del fiscal para poder dejar de perseguir un delito, esto bajo ciertas condiciones; sin embargo, se relega y se incumple todas las normativas regulatorias de la reparación integral, los doctrinarios se pronuncian de diferentes maneras como detallamos a continuación:

Se presenta directamente el tema de nuestra investigación, que es la vulneración del derecho de la víctima a la reparación integral consagrado en la Constitución de la República del Ecuador. Algunos escritores opinan que el principio de oportunidad no puede ser considerado únicamente la voluntad del fiscal de renunciar al proceso penal, si no, que se deben imponer ciertas condiciones, porque todo tratamiento penal diferenciado está dentro del conflicto social que se presenta por la gravedad del delito.

El principio de oportunidad es el opuesto teórico del principio de legalidad, según el cual el fiscal tiene derecho a elegir entre procesar o no procesar mediante el archivo del proceso cuando se toman medidas de investigación que llevan a la conclusión de que es probable que el acusado sea culpable (Yépez, 2023).

Igualmente, el principio de oportunidad procede cuando se toma conocimiento de hechos punibles, los cuales pueden no iniciarse, o al haberse iniciado se puede suspender la persecución penal, por razones de conveniencia, de utilidad o por recursos económicos; pues se busca que su aplicación, se pretenda racionalizar la selección que necesariamente tendrá lugar en la práctica, a partir de criterios distintos que aplica el sistema de justicia penal.

Sin embargo de lo indicado, el tema de estudio se enfoca principalmente en la reparación integral de la víctima, y a este respecto los doctrinarios también establecen criterios a favor de la reparación integral a la víctima que tiene que ser resarcido los daños ocasionados, esto conforme indicamos a continuación:

Según el doctrinario Lorenzetti (2010): en nuestra opinión, se debe dar prioridad a la posición de la parte lesionada (víctima), en la medida que el resarcimiento mira a la parte agraviada: tiende a darle alguna compensación, el dolor es de ella y la indemnización escucha ese dolor. Sin que por ello pueda sostenerse que es indiferente la persona o que lo son las circunstancias del victimario.

En la Convención Americana sobre Derechos Humanos celebrada en San José, Costa Rica, del 7 al 22 de noviembre de 1962, la Organización de los Estados Americanos señala en su artículo 63.1, cuando un tribunal declara que ha habido violación de la libertad



protegida por esta convención, la Corte dispondrá que se garantice al lesionado en el goce de su derecho o libertad que ha sido vulnerado. En su caso, también preverá las consecuencias de las acciones o circunstancias que constituyan una violación de estos derechos y el pago de una indemnización razonable a la parte agraviada (Convención Americana sobre Derechos Humanos, 1969).

De lo expuesto diríamos que, si bien el principio de oportunidad favorece al principio de celeridad, pero no a pretexto de ello se puede desconocer el derecho de la víctima a su reparación, se debe reparar el daño conforme lo indican los doctrinarios; pues la reparación a la víctima debe darse fundamentalmente previo a la aplicación de este principio.

### Metodología

El presente estudio tiene como fin establecer de forma objetiva si la víctima se perjudica en el derecho que tiene a ser reparada de forma integral, lo que se encuentra dispuesto tanto en la Constitución y las leyes, cuando se aplica el principio de oportunidad, con este fin los métodos a utilizar se basarán en acudir tanto a la fiscalía como a la Unidad Judicial Penal del cantón Azogues y analizar en cuantos procesos se han aplicado el Principio de Oportunidad y de esto se tomarán muestras y se analizará si la víctima ha sido o no reparada integralmente, o si ésta ha tenido que recurrir a otras instancias judiciales es decir, cambiando del ámbito penal al civil y un viacrucis para pedir su reparación integral.

Los métodos a utilizar en el presente estudio es, el método Inductivo-Deductivo; mediante este método se obtendrá conclusiones generales a partir de inferencias particulares, se identifican por la observación, registro de todos los hechos y la contrastación, lo que admitirá realizar un análisis sobre el tema de estudio vulneración de los derechos de la víctima en cuanto a la reparación integral por la aplicación del principio de oportunidad para lo que se realizará el análisis del todo hasta llegar a una conclusión como también la posterior confrontación de cada una de estas así con el objeto de alcanzar un conocimiento general.

Igualmente se utilizará el método analítico-sintético, que, como su nombre lo indica analiza los hechos partiendo de que el objeto de estudio se debe dar una descomposición de cada una de sus partes, con el objeto de analizar de forma individual y luego de forma integral u holística, observando las causas, la naturaleza, como también los efectos, lo cual permite valorar el objeto de transformación para la cual se procederá con un análisis general sobre la vulneración de los derechos de la víctima al permitir que en los hechos delictivos proceda el principio de Oportunidad, afectando así los derechos de la víctima (Hernández, 2017).

Dentro de este estudio también se utilizará diferentes tipos de gráficos en los cuales se establecerán los porcentajes en los que se concede el principio de oportunidad.

Este estudio se desprende de una investigación cualitativa; pues la fuente principal de información fue el análisis de todos los procesos del año 2020, en los cuales se aplicó este principio, y como corresponde el presente trabajo se le ubico esencialmente los delitos de tránsito en los cuales a petición del Fiscal y por disposición del Juez se concluyó el proceso a razón de la aplicación de este principio (Hernández, 2017).

### Discusión

La muestra del universo del proceso en los que se aplica el principio de oportunidad, en las infracciones de tránsito será de un 20% .

Iniciamos el estudio, analizamos cómo se afecta el derecho de reparación integral en la legislación ecuatoriana, esto cuando, en determinadas infracciones y delitos se aplica el principio de oportunidad.

Ya en el presente estudio hemos analizado fundamentalmente la aplicación del principio de oportunidad en delitos de tránsito que se han dado en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar en el año 2020, también realizamos un análisis de la aplicación de este principio de oportunidad en todos los delitos que se han aplicado en la ciudad de Azogues en el año antes indicado, análisis del cual se observa que el principio de oportunidad ha sido aplicado por los jueces a petición del fiscal, esto por medio de un auto resolutorio respectivo. Hemos analizado el total de casos en los que se da la aplicación de este principio de oportunidad del cual se desprende que en el año 2020 en el cantón Azogues se aplicó el principio de oportunidad en 140 casos durante este periodo, de este universo el principio de oportunidad se ha aplicado mayoritariamente en los casos de hurto pues en el año 2021 se han dado 50 casos en los delitos de hurto, 24 en los delitos de robo , 14 en los delitos de incumplimiento de decisiones legítimas de autoridad competente, 6 en los delitos de abuso de confianza, 1 en los delitos de violación a la intimidad, 6 en los delitos de suplantación de identidad, 4 en los delitos de daño a bien ajeno, 2 en los delitos de violación a la propiedad privada, 15 en los delitos de intimidación, y 10 en otros delitos, y en lo que respecta a los delitos de tránsito que es el tema principal de este estudio se observa que el principio de oportunidad ha sido aplicado solamente en 3 casos, entendiéndose que en ese año por cuestiones de la pandemia y por las restricciones en lo que respecta a la movilidad vehicular, las contravenciones y los delitos de tránsito se redujeron notablemente (Fiscalía General del Estado, 2020).

Una vez hecho el análisis se puede ver que las aplicaciones de este principio en estos 3 delitos se dan en los siguientes procesos:

### *Resultados*

El principio de oportunidad en la legislación ecuatoriana de acuerdo al análisis de las resoluciones, se podría decir que el fin o el objetivo fundamental es conseguir descongestionar las causas penales que no revisten mayor gravedad dentro de una sociedad, es decir delitos que generalmente no causan conmoción social; sin embargo de ello esto puede llegar a afectar los derechos de las víctimas a una justicia rápida, eficiente y sin dilaciones, puesto que al aplicar este principio la víctima tiene que de forma personal presentar acciones civiles, es decir iniciar otro proceso y la víctima de forma personal y con todos los gastos que esto ocasiona, iniciar una acción civil en contra de la reparación integral.

Hecho el análisis general de la aplicación del principio de oportunidad en el periodo, dentro del cantón Azogues se pudo obtener los resultados, de lo cual se desprende que en este año se establecieron ciento cuarenta casos, de los cuales nuestro tema de estudio, que refiere a los delitos de tránsito durante este periodo se ha dado o aplicado en cuatro causas, los mismos que esencialmente se dan en los delitos de tránsito por choque o colisión de vehículos de acuerdo con el análisis realizado.

**Tabla 1**

*Aplicación del principio de oportunidad*

Tipo Penal	Casos
Hurto	50
Robo	24
Incumplimiento De Decisiones Legítimas De Autoridad Competente	14g
Intimidación	15
Abuso De Confianza	6
Suplantación De Identidad	6
Daño A Bien Ajeno	4
Tránsito	4
Violación A La Propiedad Privada	2
Violación A La Intimidad	1
Otros	14

**Fuente:** Fiscalía General del Estado (2020) – Azogues

Al analizar la aplicación del principio de oportunidad en los delitos de tránsito, se puede decir que se da en pocos casos, pues generalmente los delitos de tránsito terminan generalmente por acuerdos de las partes en el proceso sin embargo, de ello se puede observar que en el 100% de los casos de tránsito en los que se aplicó este principio, se vulnera el derecho a la reparación integral, ya que al analizar igualmente si en estos casos se ha acudido a plantear la acción civil en busca del derecho a una reparación

*Análisis de los casos*

## CASO 1.-

Fecha de Emisión del Auto Resolutorio. - 11/01/2021

N.º de Proceso Juzgado: 03283-2020-01502

N.º de Expediente Fiscalía: 030101820020150

Delito: Presunto Ilícito de tránsito con resultado de daños materiales.

En este proceso pese a existir elementos de convicción de cargo, e incluso el reconocimiento y avalúo de los daños materiales que superan los dos salarios básicos, el fiscal aduciendo que la víctima no comparece al impulso procesal solicita al Juez el principio de oportunidad que es concedido, todo esto una vez iniciada la fase de Investigación Previa como lo dispone el Art. 580 del COIP y al amparo de lo previsto en los Art- 412 y 413 del COIP. Y fundamenta los hechos del delito de tránsito suscitado con resultado de daños materiales, hecho producido en el mes de febrero en el año de 2020, a la altura del distribuidor de tránsito del Hospital Homero Castanier Crespo; hecho suscitado entre un vehículo marca Toyota de propiedad del señor Luis Tomás Quito Yanza y un vehículo Hyundai de propiedad del Sr. Carlos Campoverde, manejado por su hijo Jhon Wilfrido Campoverde Altamirano.

En el auto en el cual se concede el principio de oportunidad se fundamenta lo manifestado por juristas como Roxin, quien dice que: “el principio de oportunidad es mediante el cual se autoriza o permite al fiscal optar entre elevar la acción o abstenerse de hacerlo archivado el proceso, aun cuando las investigaciones llevadas a cabo conduzcan a la conclusión de que el investigado sea presuntamente responsable. Así también trae conceptos de Mier, Ore Guardia o Yesin Reyes Alvarado.

Se respalda la aplicación del principio de oportunidad en razones como optimizar los recursos estatales y por economía procesal.

Artículos en los que sustenta el auto resolutorio son: el 195 de la Constitución, 412 y 413 del COIP.

En este expediente se transgrede la reparación integral, primero el fiscal, en mi criterio es sujeto procesal y es el único facultado para formular cargos si tiene los suficientes elementos de convicción para formular una imputación conforme norma expresa de los artículos 595 y 596 del COIP, en relación al Art. 195 de la CRE, por lo que la fundamentación del fiscal no es causa de justificación legal para pedir la extinción del ejercicio de la acción penal que es la consecuencia jurídica del principio de oportunidad, la víctima quedó sin poder ser resarcido la reparación integral y por lo tanto se vulneraron

sus derechos, la víctima para cobrarlos debería iniciar un acción civil, lo que en esencia es un despropósito jurídico.

CASO 2.-

Fecha de Emisión del Auto Resolutorio. - 22/12/2020

N.º de Proceso Juzgado: 03283-2020-01470G

Delito: Rozamiento de un automotor

Informe pericial

Cuantificación de daños materiales

Este expediente inicia por un accidente de tránsito suscitado el 01 de junio del 2019, en el sector Charasol en la avenida 24 de Mayo y Eloy Alfaro esquina, entre un vehículo de placas UBY858, conducido por Mateo González Molina y el vehículo de placas UAF0634 conducido por José Antonio Calle Orosco, esto por un rozamiento entre los vehículos proceso al cual dejaron de comparecer las partes para continuar con la sustanciación del proceso, No comparecen a impulsar la investigación, con lo cual el fiscal no puede determinar la responsabilidad. En este caso de la misma forma sustenta o respalda la aplicación de este principio el criterio doctrinario de juristas como Claus Roxin y Gimeno Sendra, así también en su parte pertinente establece que el principio de oportunidad en la facultad que tiene el fiscal sobre la pertinencia de no dar inicio a la actividad jurisdiccional penal independientemente de estar ante un hecho delictuoso como autor determinado concluyéndolo por acto distinto al de la sentencia y teniendo como sustento su conclusión:

1. Los criterios de falta de necesidad de la pena.
2. Falta de merecimiento de esta.
3. Solucionar problemas de la sobrecarga, congestión procesal y penitenciaria. Como comentario debo manifestar que así mismo el fiscal y los sujetos procesales, conforme el principio dispositivo tienen la facultad de impulsar el proceso, y entre una de las obligaciones del fiscal es precisamente investigar, tampoco encuentro un justificativo porque el fiscal está contrariando el principio de la obligatoriedad e irrenunciabilidad penal, y opta por lo más sencillo, pedir el principio de oportunidad que es una excepción al principio de obligatoriedad, es decir aplica el principio de discrecionalidad reglada que si bien es procedente no considero que haya una motivación ya que el que tiene la obligación de la carga probatoria en la Fase de Investigación Previa recolección de elementos de convicción de cargo y descargo es el fiscal. Se evidencia una vez más que la víctima no fue resarcida la reparación integral.

**CASO 3.-**

Fecha de Emisión del Auto Resolutorio. - 30/07/2020

N.º de Proceso Juzgado: 03283-2020-00464G

N.º de Expediente Fiscalía: 030101819100084

Delito: Tránsito “Lesiones causadas por accidente de tránsito”

Caso de lesiones por accidente de tránsito, entendiéndose que se dio un acuerdo y se firma una letra de cambio como garantía de cumplimiento de pago; pago que no ha sido realizado y se buscaba establecer una investigación por incumplimiento de decisiones legítimas de autoridad competente, más de acuerdo con el criterio fiscal no procede esta investigación ya que le queda expedita la vía civil para alcanzar la reparación integral.

Además, la resolución en cuestión señala que la aplicación del principio de oportunidad sustenta el modelo acusatorio, que establece límites sistemáticos al Estado de derecho, teniendo en cuenta el uso efectivo de los resultados de los medios de investigación penal, los derechos de las partes.

Así también basa la aplicación de este principio, considerando la doctrina elaborada por Claus Roxin, como también lo manifestado por Gimeno Sendra.

Señala también que tanto el principio de oportunidad, cuanto los principios de mínima intervención son limitantes al poder punitivo del Estado, señalando que, se debe priorizar los recursos tanto materiales como humanos, sin embargo, en nuestra legislación no debemos ignorar en los casos en las que no cabe el principio de oportunidad conforme así lo prevé el Art. 412 numeral 2 inciso segundo y tercero del Código Orgánico Integral.

En consecuencia, por la falta de interés no se llegó a concluir el proceso penal; y mucho menos el proceso civil en busca de la reparación integral, esto de acuerdo con la revisión realizada de los procesos civiles planteados en la Corte Provincial de Justicia de la Provincia del Cañar, con sede en Azogues.

No es que existió falta de interés, se firmó una letra de cambio y no pagó, naturalmente que le queda la vía civil, pero cabe reflexionar un trámite tiene dos instancias y recursos extraordinarios, en cuantos años cobrará esa reparación integral, cuanto gastará la víctima en todo un proceso, otra evidencia más que refuerza que la víctima se queda sin la reparación integral,

**CASO 4.-**

Fecha de Emisión del Auto Resolutorio. - 06/07/2020

N.º de Proceso Juzgado: 03283-2020-00350G

N.º de Expediente Fiscalía: 030101819100084

Delito: Tránsito “Lesiones causadas por accidente de tránsito”

Incumplimiento del acuerdo en base a lo narrado en el auto resolutorio, por lo que se busca que se inicie un proceso por incumplimiento de decisiones legítimas de autoridad competente, de acuerdo con fiscalía no existen los elementos suficientes para proseguir con las investigaciones en este delito

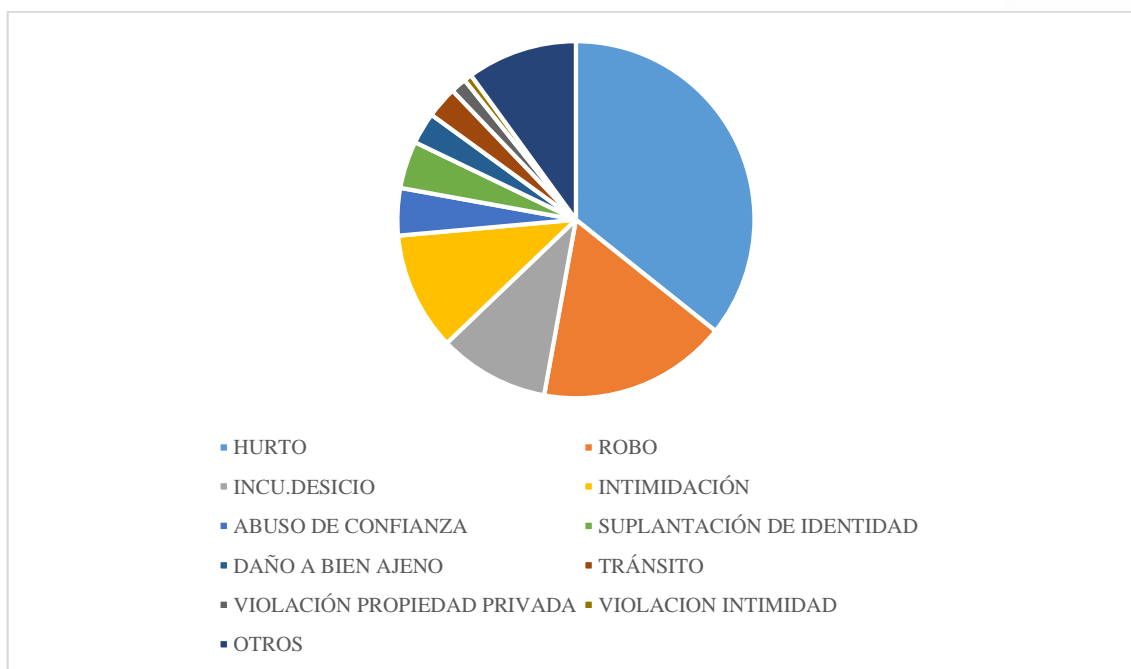
Con el fin de tratar de ubicar con precisión la aplicación del Principio de oportunidad en los delitos de tránsito en los cuales se está vulnerando el derecho a la reparación integral de la víctima; hemos tomado desde un punto de vista general la aplicación de este principio en todos los delitos que permite la ley llevar a cabo la aplicación de este principio.

En el presente caso al igual que en los anteriores también establece o sustenta la aplicación de este principio en lo manifestado o sostenido por el tratadista Claux Roxin y Gimeno Sendra, concluye manifestando a este respecto, el principio de oportunidad es una respuesta lógica a las limitaciones del sistema de justicia penal y el sistema de justicia penal para tratar adecuadamente todos los reclamos presentados a su atención.

Hecho el análisis se desprenden datos y que la mayor cantidad de la aplicación se da en los delitos contra la propiedad privada esto es, delitos como: el hurto, el robo, y otros; y en lo que respecta a nuestro tema de estudio este se da en una mínimo cantidad; conforme se depende del cuadro que presentamos a continuación:

**Figura 1**

*Delitos*



**Fuente:** Fiscalía General del Estado (2020) – Azogues.

### Conclusiones

- La Constitución que entró en vigencia en el año 2008, ordena que el Estado ecuatoriano es constitucional de derechos y justicia; consecuentemente busca garantizar los derechos de las víctimas, siendo tarea fundamental respetar y hacer respetar los derechos establecidos en la Constitución y ley infraconstitucional, cosa que en la especie se incumple el Art. 78 de la CRE y todas las normas infraconstitucional ya enunciadas estatuidas en el COIP de los casos analizados los infractores no pagaron la reparación integral, por manera que, el principio de oportunidad vulnera la reparación integral de la víctima
- Se recomienda la reforma el art. 413 del COIP que dice. La extinción del ejercicio de la acción penal por los motivos previstos en este artículo no perjudica, limita ni excluye el derecho de la víctima para perseguir por la vía civil el reconocimiento y la reparación integral de los perjuicios del acto.
- El artículo 195 de la Carta Magna establece que el fiscal debe ejercer la acción pública con sujeción a los principios de oportunidad y de mínima intervención penal; sin embargo, no es menos cierto, en ese mismo artículo también establece que se tiene que hacer con atención primordial al interés público y a los derechos



de la víctima; consecuentemente, si el Estado ecuatoriano eleva a la categoría de un principio constitucionalmente garantizado a un pago de una reparación integral, el principio de oportunidad no garantiza en las normas infraconstitucionales recalamos su derecho de reparación integral.

- La reforma propuesta solucionaría el problema de la víctima, porque siendo un requisito sine qua non, el pago de los daños y perjuicios al pasar por el control de legalidad del juez, el juzgador lo aceptará y los sujetos procesales estarán en igualdad de condiciones, archivo vs. Pago de daños y perjuicios.
- Así también éste trabajo de investigación se puede concluir que del criterio generalizado en la aplicación del principio de oportunidad considera como aspectos fundamentales como la reducción de la carga procesal, economía procesal, y ahorro de costos para el Estado.
- No por aplicarse un principio de celeridad procesal, economía procesal y descongestión de las causas, por ningún concepto se puede dejar a la víctima en estado de indefensión y doble vulnerabilidad. Por lo que debe implementarse la reforma en forma urgente.

### **Conflicto de intereses**

No existe conflicto de intereses entre los autores.

### *Referencias Bibliográficas*

Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU). (2005). *Derecho de las víctimas de violaciones de las normas internacionales de derechos humanos y del derecho internacional humanitario a interponer recursos y obtener reparaciones*.

Ginebra: s/e. <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/basic-principles-and-guidelines-right-remedy-and-reparation>

Asamblea General de las Naciones Unidas. (1985). *Derecho de las víctimas*. Ginebra: s/e. <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/declaration-basic-principles-justice-victims-crime-and-abuse>

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador [CRE]*. Monte Cristi: Registro Oficial 449 de 20-oct-2008. [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Código Orgánico Integral Penal [COIP]*. Quito: Registro Oficial Suplemento 180 de 10-feb.-2014.  
<https://www.asambleanacional.gob.ec/es/system/files/document.pdf>
- Convención Americana sobre Derechos Humanos. (1969). *Derechos Humanos*. San José de Costa Rica.  
[https://www.oas.org/dil/esp/1969\\_Convenci%C3%B3n\\_Americana\\_sobre\\_Derechos\\_Humanos.pdf](https://www.oas.org/dil/esp/1969_Convenci%C3%B3n_Americana_sobre_Derechos_Humanos.pdf)
- Ferudi, F. (1988). *New Britain a nation of victims. Social Science and Modern Society*. Oxford: s/e. <https://www.proquest.com/docview/206714721>
- Fiscalía General del Estado. (2020). Expedientes investigativos. Azogues, Cañar, Ecuador: s/e. <https://www.fiscalia.gob.ec/consulta-de-actos-administrativos/>
- Hernández Sampieri, R. (2017). *Metodología de la investigación - Sexta Edición*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.  
<https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>
- Jordan, C., & De Hemptinne, J. (2002). *El estatuto de Roma*. Londres: Universidad Press. [https://www.oas.org/36ag/espanol/doc\\_referencia/estatuto\\_roma.pdf](https://www.oas.org/36ag/espanol/doc_referencia/estatuto_roma.pdf)
- Lorenzetti, R. (2010). *La función de la justicia es poner límites a los otros poderes pero no gobernar*. Madrid: s/e. <https://www.cij.gov.ar/nota-4200-Lorenzetti---La-funci-n-de-la-Justicia-es-poner-l-mites-a-los-otros-poderes-pero-no-gobernar-.html>
- Nowark, M. (2003). *Introducción al régimen de los Derechos Humanos*. Boston: Institute Human Rights library.  
[http://www.derecho.uba.ar/publicaciones/libros/ind-regimen\\_internacional\\_de\\_los\\_derechos\\_humanos.php](http://www.derecho.uba.ar/publicaciones/libros/ind-regimen_internacional_de_los_derechos_humanos.php)
- Rigby, A. (2001). *Justice and Reconciliation after the Violence*. London: Rienner Publishers. <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/justice-and-reconciliation-after-the-violence-2>
- Strang, H. (2004). *Is restorative imposing it is on victims?* New York: Criminal Justice Press. <https://researchprofiles.anu.edu.au/en/publications/is-restorative-justice-imposing-its-agenda-on-victims>
- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (2006). *Subcomisión de Prevención de Discriminaciones y Protección a las*

*Minorías*. Informe del 58° período de sesiones, sp 58° período de sesiones, Ginebra (7 al 25 de agosto de 2006). <https://www2.ohchr.org/>

Yépez Andrade, M. (2023, febrero 17). *Principio de Oportunidad en Ecuador*. <https://derechoecuador.com>: <https://derechoecuador.com/principio-de-oportunidad-en-ecuador/>

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






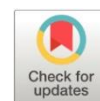
## Indexaciones



## Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

*Labor performance in hand excavations by means of linear regression.  
Case study: Cuenca city*

- <sup>1</sup> Carlos Felipe Granda Tola  <https://orcid.org/0000-0003-0113-1312>  
Maestría en Construcciones Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[carlos.granda.69@est.ucacue.edu.ec](mailto:carlos.granda.69@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Sandra Lucia Cobos Mora  <https://orcid.org/0000-0003-1091-0000>  
Maestría en Construcciones Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[scobosm@ucacue.edu.ec](mailto:scobosm@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Pablo Tiberio Vásquez Quiroz  <https://orcid.org/0000-0002-3261-5523>  
Maestría en Construcciones Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[pablo.vasquez@ucacue.edu.ec](mailto:pablo.vasquez@ucacue.edu.ec)



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2023

Revisado: 17/06/2023

Aceptado: 05/07/2023

Publicado: 28/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2629>

Cítese:

Granda Tola, C. F., Cobos Mora, S. L., & Vásquez Quiroz, P. T. (2023). Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: ciudad de Cuenca. *Ciencia Digital*, 7(3), 124-146.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2629>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, 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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

Excavaciones a mano,  
Rendimiento,  
Mano de obra,  
Regresión lineal,  
Construcción

**Keywords:**

Hand excavation,  
Yield, Labor,  
Linear  
regression,  
Construction,  
Construction

## Resumen

**Introducción:** En la actualidad, una mala proyección del rendimiento de la mano de obra en el sector de la construcción puede provocar: 1) un retraso en la ejecución de los proyectos, 2) incrementar el costo de ejecución y 3) causar malestar por incumplimiento de contratos. **Objetivo:** Realizar una proyección del rendimiento de mano de obra en las excavaciones a mano en la ciudad de Cuenca-Ecuador. **Metodología:** La presente investigación es de tipo: “Estudio de caso” pues se va a analizar y caracterizar un tema en específico, en este caso: el rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano de 6 obras emplazadas en la ciudad de Cuenca a través de la recolección de datos inherentes a la temática propuesta. **Resultados:** Entre los principales resultados obtenidos, se determinó que los 13 indicadores utilizados presentaron correlación con el rendimiento, pero en diferentes niveles de significancia. Se modela una fórmula estadística basada en la regresión lineal para realizar una predicción con un porcentaje de confianza del 91% y se evidenció que: los indicadores de: tipo de suelo, estatura de los empleados y sueldo tienen las mayores representaciones sobre el cálculo del rendimiento final. **Conclusión:** se puede obtener un nivel de confianza del 96% al predecir el rendimiento en actividades de excavaciones a mano. Aunque no todas las variables independientes afectan de igual manera al rendimiento calculado, el tipo de suelo demostró ser estadísticamente significativo ( $p \leq 0.001$ ) de forma individual. **Área de estudio general:** Construcción sustentable. **Área de estudio específica:** Excavaciones

## Abstract

**Introduction:** Currently, a poor projection of labor performance in the construction sector, can cause: 1) a delay in the execution of projects, 2) increase the cost of execution and 3) cause discomfort due to breach of contracts. **Objective:** To make a projection of labor performance in hand excavations in the city of Cuenca-Ecuador. **Methodology:** This research is a "case study" because it will analyze and characterize a specific topic, in this case: the performance of labor in hand excavations in 6 works located in the city of Cuenca through the collection of data inherent to the proposed topic. **Results:** Among the main results obtained, it was determined that the 13 indicators used showed correlation with performance, but at various levels of significance. A statistical formula based on linear regression was

---

modeled to make a prediction with a confidence percentage of 91% and it was evidenced that: the indicators of: type of soil, employees' height and salary have the highest representations on the calculation of the final yield. **Conclusion:** A confidence level of 96% can be obtained when predicting performance in hand digging activities. Although not all independent variables affect the calculated performance equally, soil type proved to be statistically significant ( $p \leq 0.001$ ) individually.

---

### Introducción

El sector de las construcciones (SC) ha adquirido gran relevancia para las sociedades modernas. Éste, representa uno de los principales dinamizadores de la economía en el mundo (Velástegui et al., 2018). Según un informe de la Guía de la Industria Química (GIQ, 2022), esta industria alcanza un promedio de 10 billones de dólares anualmente a nivel global y se posiciona como una de las industrias con mejores pronósticos de crecimiento en los próximos años. Según un informe presentado por el Observatorio Vasco de la Vivienda (2021) solo en Europa, esta industria aporta con el 8,90%. Por otro lado, en países norteamericanos como Estados Unidos y Canadá, el aporte del SC es de 4,3% y 7,14% respectivamente (Statista, 2022). En Ecuador, según los datos presentados por el Banco Central del Ecuador (BCE), esta actividad aporta al PIB con el 8,85%, cifra que convierte a este sector, en una de las actividades económicas más prósperas en el país.

Según León & Tapia (2021), una de las ramas más importantes del sector de la construcción es precisamente la Obra Civil (OC). Las OC se puede conceptualizar como una construcción o conjunto de construcciones financiadas con recursos públicos o privados que están enfocadas hacia la ciudadanía. El objetivo de la OC es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y aportar de forma significativa al desarrollo de su infraestructura y mejorar su condición socio-económica. Para que las OC se puedan ejecutar de forma eficiente, es necesario que los administradores de los proyectos implementen un correcto sistema de gestión entre los recursos materiales y humanos. De esta manera, se asegura que las obras se realicen en los tiempos pre establecidos para evitar gastos adicionales por retrasos ocurridos en la ejecución (Rodríguez & Castro, 2021).

Como menciona Valdez & Toledo (2021), pese a que los modelos de gestión de las obras de construcción han mejorado con el tiempo, es difícil tener un completo control de todas las variables involucradas en la administración de los recursos constructivos (obreros,

proveedores, rendimientos, permisos, entre otros). En concordancia con este autor, Kammouh et al. (2022), añade que una mala gestión de los factores anteriormente mencionados repercuten de forma negativa en las estimaciones de costos y tiempos de ejecución de las obras, generando incomodidad, tanto para los inversores como para la población en general. Asimismo, este autor menciona que la incertidumbre en los proyectos constructivos es aleatoria e irreducible pues el SC, es una actividad multifactorial.

En concordancia con Kammouh, el autor Wang et al. (2023) añade que la incertidumbre en las OC puede provenir de diferentes fuentes que están fuera del control de los administrativos que podrían obstaculizar las estimaciones reales de cumplimiento de contratos e incluso planificar en base a rendimientos inexactos que provocan decisiones segadas. Además Feng et al. (2022), señala que la incertidumbre en las OC se da especialmente durante la etapa de planificación puesto que los entornos en los que se construye no son los mismos y esto puede afectar la visión general de los administradores.

Si bien los autores anteriormente mencionados señalan que la incertidumbre puede provenir de varias fuentes, hay un factor clave que puede ser utilizado para reducir esta incertidumbre que es el rendimiento de la mano de obra. Según Dixit (2019), al conocer el rendimiento que puede tener un obrero en un rubro en específico en condiciones adecuadas, se puede planificar en función de este rendimiento. Asimismo Dixit (2019), alude que es importante conocer los factores que pueden afectar este rendimiento en función del entorno de trabajo, condiciones operacionales, entre otros. En concordancia con este autor, Cuartas (2017) añade que; si la planificación de un proyecto civil no considera de forma objetiva el rendimiento de su mano de obra, se puede generar varios inconvenientes relacionados con pérdidas importantes de tiempo que se traducen en un incremento de inversión y pérdida de dinero

Por ello, los administradores de proyectos civiles hacen uso de modelos de gestión en función del posible rendimiento que pueden obtener de su mano de obra. Modelo que les permite planificar mejor sus actividades (Pérez-Oviedo, 2015). En el marco internacional, los modelos de planificación del rendimiento de la mano en función de las actividades se ha vuelto un estándar común en proyectos civiles pues según Leicht et al. (2020) y Caldart & Scheer (2022), al implementar un sistema que permita visualizar de forma objetiva las actividades constructivas, el tiempo de construcción y la secuencialidad de las mismas, se puede planificar los objetivos de manera eficiente en función de la evolución del proyecto y rendimiento esperado.

En la actualidad, existen varias consideraciones que permiten vislumbrar los diferentes factores que pueden influir sobre el rendimiento de la mano de obra Un ejemplo de esto, es la investigación realizada por Shehata & El-Gohary (2019), quienes mencionan que el rendimiento de los obreros se puede sintetizar en la calidad de la gestión de los



administradores, es decir: el rendimiento depende de la implementación de programas de capacitación y desarrollo de habilidades, la mejora de la comunicación y la coordinación entre los miembros del equipo, la optimización de la programación, la planificación de proyectos, y la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la precisión en el lugar de trabajo.

Otro punto de vista lo da Manoharan et al. (2022), quienes aluden los factores críticos que afectan el rendimiento de la mano de obra en proyectos de construcción se adjudican directamente a las condiciones propias del trabajador como: escasez de habilidades, falta de habilidades de pensamiento, falta de experiencia laboral, falta de conocimiento en trabajos de construcción y mala disciplina. En otras palabras, el rendimiento esperado, dependerá de la calidad de los empleados.

En contraposición a lo mencionado por Manoharan y Shehata los autores Van et al. (2021) añaden que los factores que pueden afectar el rendimiento de la mano de obra no solo dependen de los obreros o el tipo de planificación que se usa, pues las condiciones externas, propias de cada sector en donde se emplace una obra, también influyen, es decir, factores como: la dificultad en la contratación de supervisores, dificultad en la contratación de trabajadores, alta tasa de rotación de la mano de obra, ausentismo en el lugar de trabajo y problemas de comunicación con los trabajadores extranjeros, pueden influir de sobremanera en el rendimiento esperado y son condiciones que están fuera del control de los administradores.

Como se pudo observar en la clasificación anterior, los factores que pueden afectar el rendimiento de la mano de obra se puede abordar desde diferentes perspectivas y no hay un consenso común que integre todas las condiciones involucradas, sin embargo, hay autores como Botero (2002) que establece un modelo de gestión que considera un enfoque multidimensional de cuáles son los factores que pueden influir en este rendimiento tales como: economía en general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y condiciones relacionadas con el trabajador.

Como se puede observar de la clasificación anteriormente citada, la presentada por Botero, se puede considerar como la más completa hasta el momento, pues integra varios factores en un enfoque multidimensional que se puede adaptar a diferentes contextos que los demás autores no.

Por otro lado, en la actualidad, existen algunas técnicas para la determinación del rendimiento de mano de obra, entre los que se destaca (i) el Método de Ruta Crítica o MRC utilizado por Espinoza et al. (2021); (ii) los sistemas de Planificaciones de Recursos Empresariales (ERP) que fue abordado por Berrio (2016); (iii) dashboards en Excel implementada por Brenes (2014), que incluye técnicas estadísticas con programas especializados para realizar proyecciones y estimaciones del rendimiento. Sin embargo,

los 3 métodos anteriormente citados, se basan enteramente en trazar una ruta de tareas específicas que están enfocadas en reducir el tiempo de ejecución de los proyectos de construcción, pero no consideran el rendimiento del obrero desde un enfoque multidisciplinar, donde está involucrado las condiciones de trabajo, condiciones propias del trabajador, nivel de capacitación, entre otros.

Existen metodologías que permiten proyectar el rendimiento de la mano de obra en función de factores inherentes a las condiciones del trabajo y propias del trabajador como la Regresión Lineal (RL). La RL es una técnica estadística enfocada en modelar la relación existente entre variables dependientes e independientes mediante una línea recta, en otras palabras, es una herramienta de predicción que permite proyectar los valores de las variables en funciones de las condiciones inherentes a esta. Ejemplos de esto son presentados por Molina & Páez (2013) y Cayetano & Zuñiga (2015), quienes utilizaron la regresión lineal para predecir el rendimiento de las actividades constructivas en función de los factores que afectan las labores y modelar escenarios reales.

Dentro del ámbito internacional, se ha demostrado a través de investigaciones llevadas a cabo por Hai & Tam (2019), que en el sector de la construcción, por ejemplo, es posible emplear la técnica de regresión lineal para evaluar el impacto de diversos factores, tales como las condiciones laborales, las herramientas utilizadas y la motivación de los trabajadores, en la productividad. Asimismo, este autor menciona que el enfoque de la regresión lineal requiere la disponibilidad de datos sobre las variables de interés y la creación de un modelo que describa la relación entre ellas. De este modo, se pueden utilizar los coeficientes del modelo obtenido para realizar predicciones o evaluar la relevancia de cada variable independiente en relación con la variable dependiente.

En concordancia con Hai & Tam, los autores Nivea & Anu (2016) añaden que; para obtener resultados estadísticos confiables para la predicción del rendimiento es necesario aplicar la regresión lineal en tres pasos que son: a) recopilación de datos en el sitio que permita tener una visión realista de los tiempos de ejecución del personal b) análisis estadístico de los datos, que verifiquen la confiabilidad de la información c) interpretación objetiva de los datos, que hace mención a la capacidad de los administradores de la obra para tomar acciones acorde a los resultados obtenidos.

En relación a la interpretación de los resultados y la toma de acciones en proyectos de construcción, abordados por Nivea & Anu, el autor Al-Zwainy et al. (2013), enfatiza que la regresión lineal representa una herramienta de gran potencial, ya que permite al investigador obtener un mayor conocimiento sobre las interconexiones presentes dentro de los datos estudiados. Además, se destaca que la regresión lineal multivariable es una técnica estadística fundamental para mapear las relaciones existentes entre los factores que influyen en el rendimiento.

En base a lo expuesto, la regresión lineal se constituye en una alternativa interesante a explorar, pues permite predecir el rendimiento que se puede obtener de la variable “mano de obra”. Para predecir el rendimiento, se puede utilizar algunas variables independientes que consideren un enfoque multifactorial relacionado con las condiciones laborales y personales de los obreros (ver tabla 1).

**Tabla 1**
*Variables independientes para medir rendimiento de mano de obra*

Autor	Variables independientes para medir rendimiento
Arias et al. (2022)	Economía general, aspectos laborales, equipamiento de los obreros, tipo de supervisión, edad, sexo, actividad física, raza, contextura física, enfermedades catastróficas, estado civil, discapacidad, estatura, nivel de instrucción, dominio de instrumentos de trabajo, identificación geográfica, vehículo, condición de la vivienda, zona, distancia de trabajo, hijos mayores de edad, tiempo de experiencia
Ortega et al. (2022)	Condiciones medioambientales, Riesgo de la actividad, tipicidad y tajo, equipamiento, mantenimiento de herramientas, distribución de insumos de trabajo, supervisión de los obreros, experiencia de supervisores, tipo de instrucción al personal, seguimiento de obra, situación personal del obrero, conocimientos específicos del obrero
Botero (2002)	Ambiente laboral, complejidad de los trabajadores, climatología, tipo de actividad, equipamiento, supervisión, condiciones propias del trabajador
Awan et al. (2020)	Evaluación del desempeño frente a los estándares planificados; evaluación adecuada de las fortalezas de los empleados; retroalimentación regular sobre el desempeño; facilitación del desarrollo de los empleados; y un vínculo claro entre el desempeño y los resultados del sistema de gestión del desempeño (recompensas y reconocimiento)
Mhmoud et al. (2023)	Definición de objetivos, asignación clara de tareas y responsabilidades a los trabajadores, identificación de riesgos y responsabilidad, definición de cronogramas plenamente establecidos, control del progreso
Agarwal & Halder (2020)	Clima inclemente, inestabilidad política, factores internos al trabajador, capacidad para trabajar en equipo, mentalidad personal, dedicación hacia el trabajo, calidad de la mano de obra, disponibilidad de los materiales, método de construcción.

Aunque el estudio de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra es un tema recurrente tanto a nivel internacional como local, se ha observado una falta de inclusión práctica y habitual de las regresiones lineales en las planificaciones de obra. Un ejemplo ilustrativo es la investigación llevada a cabo por Jahanger et al. (2023), quienes realizaron un análisis completo del estado actual del cálculo de productividad en la gestión de la construcción en los Estados Unidos. En dicho estudio, se identificó que las regresiones lineales no ocupan un lugar central en las planificaciones, siendo otros modelos de planificación los más utilizados. Asimismo, en esta investigación no se evidencia el uso de un enfoque multifactorial en los modelos más comunes, como: las condiciones propias de los trabajadores, tipicidad, situación personal del obrero, entre otros.

En contraposición al contexto estadounidense, donde la inclusión práctica de regresiones lineales en las planificaciones de obra es limitada, la investigación de Mohd et al. (2022)

en el ámbito asiático revela una mejora sustancial en la implementación de cálculos de rendimiento basados en consideraciones multifactoriales de los trabajadores para diversas funciones constructivas. En Asia, se evidencia una mayor conciencia sobre cómo las condiciones laborales, como el clima, los niveles educativos, las condiciones físicas, el entorno laboral, la seguridad social y el tipo de salario, pueden afectar el rendimiento. Sin embargo, al igual que en Estados Unidos, el uso común de las regresiones lineales para predecir el rendimiento aún no se ha generalizado ampliamente. A pesar de las mejoras en la consideración de variables laborales, existe una oportunidad de implementar más ampliamente el enfoque de las regresiones lineales en la planificación de proyectos constructivos en Asia, lo que permitiría obtener una mayor precisión y comprensión de las relaciones entre los factores influyentes y el rendimiento de los trabajadores, optimizando así la productividad en las actividades de construcción.

En el marco europeo la investigación de Dixit et al. (2019) muestra un progreso significativo en los estudios de rendimiento y productividad en la industria de la construcción desde 2006 hasta 2017. Se han logrado avances importantes en la comprensión de los factores externos e internos que influyen en el rendimiento del trabajador, como las condiciones laborales, económicas, personales y la influencia de la inspección, entre otros. Asimismo, se destaca un gran avance en la implementación de modelos predictivos, como modelos neuronales, mapas de autoorganización, razonamiento difuso y simulación continua. A pesar de estas mejoras en Europa, al igual que en otras regiones, no se ha generalizado el uso de regresiones lineales en la gestión común de proyectos constructivos. Esta situación presenta una oportunidad para aprovechar el potencial de la regresión lineal como una herramienta efectiva y ampliamente utilizada en la predicción de rendimientos laborales en la industria de la construcción europea, mejorando así la toma de decisiones y la optimización de la productividad en este relevante sector.

Los estudios previamente presentados revelan avances significativos a nivel global en la importancia de incorporar un enfoque multifactorial para predecir el rendimiento de la mano de obra en las planificaciones de obras, que incluye el uso de software administrativo, métodos organizativos y la consideración de condiciones externas e internas de los trabajadores. Sin embargo, a pesar de la utilidad y rapidez de la regresión lineal, no se le ha dado un papel central en estas estimaciones.

En este sentido, el propósito de la presente investigación es demostrar que las regresiones lineales son un método efectivo para predecir el rendimiento (Volumen/Unidad de tiempo) de la mano de obra en la construcción, y que representan otra alternativa válida y ampliamente utilizada a nivel global en la industria. Para alcanzar este objetivo, se selecciona el ámbito de las excavaciones a mano, una actividad común en la ciudad de Cuenca, donde se realiza el estudio. El objetivo es brindar herramientas técnicas de apoyo

a entidades públicas, privadas y profesionales dedicados a la construcción, con el fin de mejorar el rendimiento de la mano de obra y optimizar la ejecución y control de proyectos civiles en el ámbito local. De esta manera, esta investigación contribuirá al estado del arte en esta línea de estudio.

### Metodología

La presente investigación es de tipo: “Estudio de caso” pues se va a analizar y caracterizar un tema en específico, en este caso: el rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano de 6 obras emplazadas en la ciudad de Cuenca a través de la recolección de datos inherentes a la temática propuesta. El nivel es descriptivo, pues se recolecta información suficiente sobre el fenómeno de estudio para realizar los abordajes y las interpretaciones de los datos. Asimismo, se utiliza un enfoque cuantitativo, pues se recolecta y analiza la información de manera estadística al aplicar un modelo de regresión lineal para establecer una fórmula de predicción del rendimiento de la mano de obra de acuerdo con variables independientes.

El proceso metodológico se inicia con el diseño de un instrumento de recolección de datos que, en este caso, se trata de una ficha de observación que se estructuró acorde a 4 indicadores y 13 Variables Independientes (VI) que fueron determinados del modelo de medición de rendimiento de Botero. Como se puede observar en la tabla 2 cada indicador posee una unidad de medida como el salario que fue medido en dólares, la profundidad que es medida en metros o los tiempos de descanso que fueron medidos en minutos. Sin embargo, hay indicadores como: el tipo de contrato, cargo, tipo de suelo, situación personal y nivel de estudio que no tienen una unidad de medida, pues las respuestas son plenamente cualitativas. Para estos indicadores, se realizó una transposición de términos, es decir, se reemplazó los valores textuales por un valor numérico.

**Tabla 2**

*Variables e Indicadores del Instrumento de Recolección de Datos*

Variable dependiente	Indicadores	Variables independientes	Unidad/valores	Transposición		
Rendimiento de mano de obra en el rubro de excavaciones a mano		Tipo de contrato	Código de trabajo	1		
			Sin contrato	2		
			Obra cierta	3		
	Aspectos laborales	Salario	Cargo	Dólares	valor	
				Jornalero	1	
				Albañil	2	
				Ayudante	3	
	Actividad	Profundidad	No. Personas	Peón	4	
				m	valor	
				Unidad	valor	
				Tipo de suelo	Sin clasificar	1
					Rocoso	2
	Consolidado	3				

**Tabla 2**
*Variables e Indicadores del Instrumento de Recolección de Datos (continuación)*

Variable dependiente	Indicadores	Variables independientes	Unidad/valores	Transposición	
Rendimiento de mano de obra en el rubro de excavaciones a mano	Supervisión	Seguimiento	Minuto	valor	
		Tiempo de descanso	Minuto	valor	
	Trabajador	Situación personal	Casado		1
			Soltero		2
			Divorciado		3
			Unión libre		4
		Experiencia	Años		valor
		Nivel de estudio	Primaria		1
			Bachiller		2
		Altura	m		valor
Edad	años		valor		

Una vez que se estableció el instrumento de recolección de datos se procede a determinar una muestra representativa. En este caso, el tipo de muestreo que se utilizó fue discrecional ya que se usa el criterio del autor para elegir los participantes para la recolección de datos. Según Otzen & Manterola, (2017) el muestreo a discreción es una técnica no probabilística que utiliza el juicio del investigador para identificar y seleccionar los individuos que formarán parte del estudio, en base a la pertinencia de los datos que puedan proporcionar. Usando este criterio, se escoge 50 obreros que trabajan en 6 proyectos civiles de la ciudad de Cuenca en el rubro de las excavaciones a mano. Se escoge este número porque es la cantidad de obreros que estaban trabajando en ese momento en el rubro mencionado.

Luego de obtener los datos de las distintas variables independientes de la muestra de 50 obreros, se procede con el cálculo de la regresión lineal a través del uso de dos programas estadístico-denominados: JAMOVI, SPSS. La intención de usar dos tipos de software es para corroborar los resultados obtenidos. Antes de realizar el cálculo de la regresión lineal, se procedió a ejecutar pruebas de normalidad a través de la prueba estadística Shapiro-Wilk. La prueba de normalidad sirve como un predictor de la precisión de los datos calculados en la regresión lineal, es decir, si los datos siguen una distribución normal, la regresión lineal serán más eficientes y precisos. Esta prueba proporciona la siguiente información: 1) Estadístico, este valor se utiliza para calcular el nivel de confianza o significancia de la prueba. 2) P-valor, el valor P representa la probabilidad de obtener un estadístico de prueba igual o más extremo que el observado, asumiendo que la hipótesis nula es verdadera.

Asimismo, se realizó un análisis de varianza o ANNOVA a los grupos de datos de cada VI para determinar si existen diferencias significativas en las medias de los grupos. Esto es útil para comprender si hay variabilidad en los datos que puede afectar la interpretación y el análisis de la regresión lineal. Si los grupos difieren significativamente, es importante tener en cuenta esta variabilidad para retirar algunos grupos que difieren demasiado.

A continuación, se mencionan los datos que proporciona el ANNOVA: 1) Suma de cuadrados, que representa la variabilidad explicada por cada variable independiente. A medida que este valor aumenta, mayor es la contribución de la variable independiente en la explicación de la variabilidad total. 2) Grados de Libertad (gl) que indica el número de categorías menos uno en cada variable independiente. En este caso, se presenta un gl de 1 para cada variable, lo que significa que se está evaluando la diferencia entre dos categorías. 3) Media Cuadrática que es el cociente entre la suma de cuadrados y los grados de libertad. Proporciona una medida promedio de la variabilidad explicada por cada variable independiente. 4) Valor F que es el estadístico F obtenido al dividir la media cuadrática de cada variable independiente por la media cuadrática de los residuos. Evalúa si hay una diferencia significativa entre las medias de las categorías de cada variable independiente. 5) Valor p que es el valor p asociado al estadístico F e Indica la probabilidad de obtener un valor del estadístico F igual o más extremo que el observado, asumiendo que no hay diferencia entre las medias de las categorías.

Una vez que se realizó el análisis de varianza, se procedió a calcular la regresión lineal por medio de los dos softwares, en los que reportaron dos tipos de resultados: las medidas de ajuste de modelo y los coeficientes del modelo. El primero proporciona información sobre el rendimiento y la calidad de la regresión lineal realizada. A continuación, explicar las variables que expone: 1) Coeficiente de correlación R que representa la fuerza y la dirección de la relación lineal entre las variables independientes y la variable dependiente. El valor de R varía entre -1 y 1, donde 1 indica una correlación positiva perfecta y -1 indica una correlación negativa perfecta. 2) Coeficiente de determinación  $R^2$  que es una medida de la proporción de la variabilidad total de la variable dependiente que se explica por el modelo de regresión lineal. Varía entre 0 y 1, donde 1 indica que el modelo explica el 100% de la variabilidad y 0 indica que no explica ninguna variabilidad. 3) Coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregida) que es similar al coeficiente de determinación, pero tiene en cuenta el número de variables independientes y el tamaño de la muestra. Ayuda a evitar que el coeficiente de determinación aumente artificialmente cuando se agregan más variables independientes al modelo. 4) Criterio de Información de Akaike (AIC) que es una medida de la calidad del modelo que considera tanto la bondad de ajuste como la complejidad del modelo. Cuanto menor sea el valor de AIC, mejor será el ajuste del modelo. 5) Criterio de Información Bayesiano (BIC) que es similar al AIC y también tiene en cuenta la complejidad del modelo. Al igual que el AIC, un valor menor de BIC indica un mejor ajuste del modelo. 6) Error estándar de la raíz cuadrada (RMSE) que es

una medida de la precisión del modelo, representa la desviación estándar de los residuos. Mide cuán cerca están los valores pronosticados del modelo de los valores reales.

Por su parte, los coeficientes del modelo proporcionan información sobre la relación y la importancia estadística de cada predictor en la predicción de la variable dependiente. A continuación, se mencionan las variables de estos resultados del programa: 1) Predictores que representan las variables independientes o predictoras incluidas en el modelo de regresión lineal. Cada predictor tiene un coeficiente asociado que indica la contribución de esa variable en la predicción de la variable dependiente. 2) Estimador que es el valor estimado del coeficiente para cada predictor. Indica la magnitud y dirección de la relación entre el predictor y la variable dependiente. Por ejemplo, si el coeficiente estimado es positivo, significa que a medida que aumenta el valor del predictor, se espera que la variable dependiente también aumente. 3) Standard Error (EE) que es el error estándar asociado a cada estimador. Indica la precisión o incertidumbre en la estimación del coeficiente. Un error estándar más pequeño indica una estimación más precisa y confiable. 4) Valor t, que es el valor t obtenido al dividir el estimador por el error estándar. Es utilizado para realizar pruebas de hipótesis sobre la significancia estadística del coeficiente. Si el valor absoluto de t es grande, indica que el coeficiente es significativamente diferente de cero. 5) Valor p que es el valor asociado al valor t. Indica la probabilidad de obtener un valor de t igual o más extremo que el observado, asumiendo que no hay relación entre el predictor y la variable dependiente. Si el valor p es menor que un nivel de significancia predeterminado (por ejemplo, 0.05), se considera que el coeficiente es estadísticamente significativo.

Respecto a la variable: “Estimador” mencionada en la clasificación anterior, sirve para la conformación de la fórmula que se va a calcular. Para este caso, ya que se utiliza más de una VI, se implementa el modelo de regresión lineal múltiple, la cual, tiene la siguiente expresión:

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

Donde:

- $y$ = Variable de interés o variable dependiente
- $X_1, X_2, \dots, X_n$  = variables independientes
- $b_0$ = termino 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

La prueba de Shapiro-Wilk proporcionó un estadístico igual a 0,965. Con ello se establece un nivel de confianza del 96%. Asimismo, se obtuvo un valor: p igual a 0,151, es decir, en este caso, como el valor P (0.151) es mayor que el nivel de significancia (0.05), por lo que, al no tener suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, se establece que los datos tienen una distribución normal. Según la prueba ANNOVA y de acuerdo con la tabla 3, la variable: Tipo de Suelo tiene un efecto significativo en la variable dependiente. Sin embargo, las demás variables independientes como: Estado\_Civil, Edad, Tipo\_Contrato, Cargo, Salario, Pers\_Act, Tiemp\_Descanso, Tiem\_Control, Nive\_Estudio, Altura, Año\_Exper, no parecen tener un efecto significativo en la variable dependiente pues sus valores p son superiores a el nivel de significancia predeterminada de 0.05.

**Tabla 3**

*Prueba Omnibus ANOVA*

Variables independientes	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
ESTADO_CIVIL	0.00465	1	0.00465	0.22593	0.637
EDAD	9.39e-4	1	9.39e-4	0.04559	0.832
TIPO_CONTRATO	0.03631	1	0.03631	1.76326	0.192
CARGO	0.03060	1	0.03060	1.48605	0.231
SALARIO	0.07674	1	0.07674	3.72725	0.061
PERS_ACT	0.00148	1	0.00148	0.07189	0.790
TIPO_SUELO	1.06099	1	1.06099	51.52904	< .001
TIEMP_DESCANSO	9.18e-5	1	9.18e-5	0.00446	0.947
TIEM_CONTROL	0.01954	1	0.01954	0.94902	0.336
NIVE_ESTUDIO	3.90e-4	1	3.90e-4	0.01893	0.891
AÑO_EXPER	3.69e-5	1	3.69e-5	0.00179	0.966
ALTURA	0.05445	1	0.05445	2.64468	0.112
Residuos	0.76184	37	0.02059		

Nota. Suma de cuadrados tipo 3. Valores  $p \leq 0.05$  son estadísticamente significativos. Valores  $\geq 0.05$  no son estadísticamente significativos.

Seguidamente, se realiza el cálculo de regresión lineal en el programa estadístico, en el cuál, se determinó las medidas de ajuste del modelo presentados en la tabla 4 y los coeficientes del modelo mostrado en la tabla 5.

**Tabla 4***Medidas de ajuste del modelo*

Software	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	AIC	BIC	RMSE
Jamovi	0,916	0,839	0,787	-39.3	-12.5	0,123
SPSS	0,912	0,933	0,778	-	-	-

Como se puede observar en la tabla 4, los valores obtenidos por los dos programas estadísticos son muy similares en cuanto al R, R<sup>2</sup> y R<sup>2</sup> corregido, sin embargo, el SPSS no da la opción para determinar los valores de AIC, BIC y RMSE, por lo tanto, para efectos de la interpretación de los datos, se analizarán los valores presentados por Jamovi. Como se puede observar en la tabla 4, el valor R es de 0.916, lo que indica una correlación positiva fuerte entre las variables. Por su parte el valor de R<sup>2</sup> es 0.839, lo que significa que aproximadamente el 83.9% de la variabilidad en la variable dependiente se explica por el modelo mientras que el valor de R<sup>2</sup> corregida es 0.787, que es ligeramente más bajo que el R<sup>2</sup>. En cuanto a la calidad del modelo dado por AIC y BIC se observan valores negativos, por lo cual, se asume que la calidad y la complejidad de la regresión calculada con las VI son las adecuadas y suficientes para la predicción.

**Tabla 5***Coefficientes del Modelo - Rendimiento*

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	1.59099	0.91491	1.7390	0.090
ESTADO_CIVIL	-0.01692	0.03560	-0.4753	0.637
EDAD	7.55e-4	0.00354	0.2135	0.832
TIPO_CONTRATO	0.18294	0.13777	1.3279	0.192
CARGO	0.03698	0.03033	1.2190	0.231
SALARIO	0.00162	8.39e-4	1.9306	0.061
PERS_ACT	-0.01476	0.05503	-0.2681	0.790
TIPO_SUELO	-0.28296	0.03942	-7.1784	< .001
TIEMP_DESCANSO	6.32e-4	0.00946	0.0668	0.947
TIEM_CONTROL	-0.00914	0.00938	-0.9742	0.336
NIVE_ESTUDIO	0.01122	0.08155	0.1376	0.891
AÑO_EXPER	-2.58e-4	0.00609	-0.0423	0.966
ALTURA	-0.70006	0.43048	-1.6262	0.112

**Nota:** Valores  $p \leq 0.05$  son estadísticamente significativos. Valores  $\geq 0.05$  no son estadísticamente significativos.

Al revisar los datos determinados de los coeficientes del modelo, se puede notar que la variable tipo de suelo, con un valor  $p < .001$  y estimador negativo, determina una relación significativa directa con el rendimiento de la mano de obra. En otras palabras, entre mayor sea este valor, menor será el rendimiento. El valor esperado de la variable dependiente (constante) cuando todas las VI son cero es de 1,59 no es significativo, pues su valor  $p$  es mayor al nivel de significancia (0.05).

En cuanto a las VI, se puede notar que los predictores correspondientes a: estado civil, perspectiva de la actividad, tiempo de control, años de experiencia y altura tienen estimadores negativos, esto quiere decir, que: si los valores de las VI suben, el rendimiento baja. Sin embargo, al revisar el nivel de significancia de estos estimadores sobre la predicción, se puede notar que los valores  $p$  superan el nivel de significancia preestablecido de 0.05. Esto quiere decir, estas variables no tienen mucha inferencia sobre la predicción final del rendimiento.

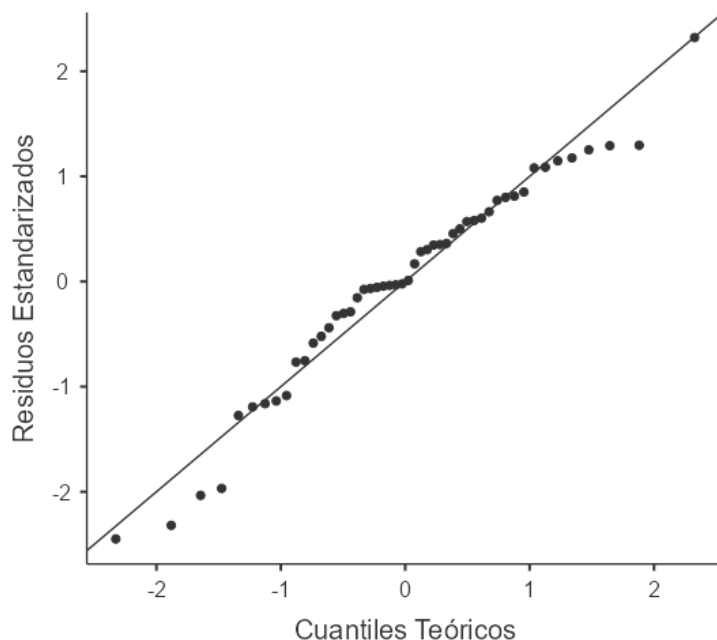
Un valor que llama especialmente la atención es el salario de los empleados, pues se observa que tiene un estimador positivo, y un valor  $p$  cercano al nivel de significancia preestablecido de 0.05, por lo tanto, se puede deducir, que, entre mayor sea el salario, mayor va a ser el rendimiento de los empleados. Las otras VI de los coeficientes del modelo, tienen estimadores positivos, sin embargo, los niveles de significancia  $p$  no son estadísticamente significativas. Con lo expuesto, la ecuación 1 establece la ecuación general proporcionada por la RL.

$$y = 1.59099 - 0.01692*ESTADO_CIVIL + 7.55E-4*EDAD + 0.18294*TIPO_CONTRATO + 0.03698*CARGO + 0.00162*SALARIO - 0.01476*PERS_ACT - 0.28296*TIPO_SUELO + 6.32E-4*TIEMP_DESCANSO - (1) 0.00914*TIEM_CONTROL + 0.01122*NIVE_ESTUDIO - 2.58E-4*AÑO_EXPER - 0.70006*ALTURA$$

De acuerdo con la figura 1, se establece que los datos tienen una distribución normal y se ajustan bien a la distribución teórica, ya que estos se alinean a lo largo de una línea recta diagonal.

**Figura 1**

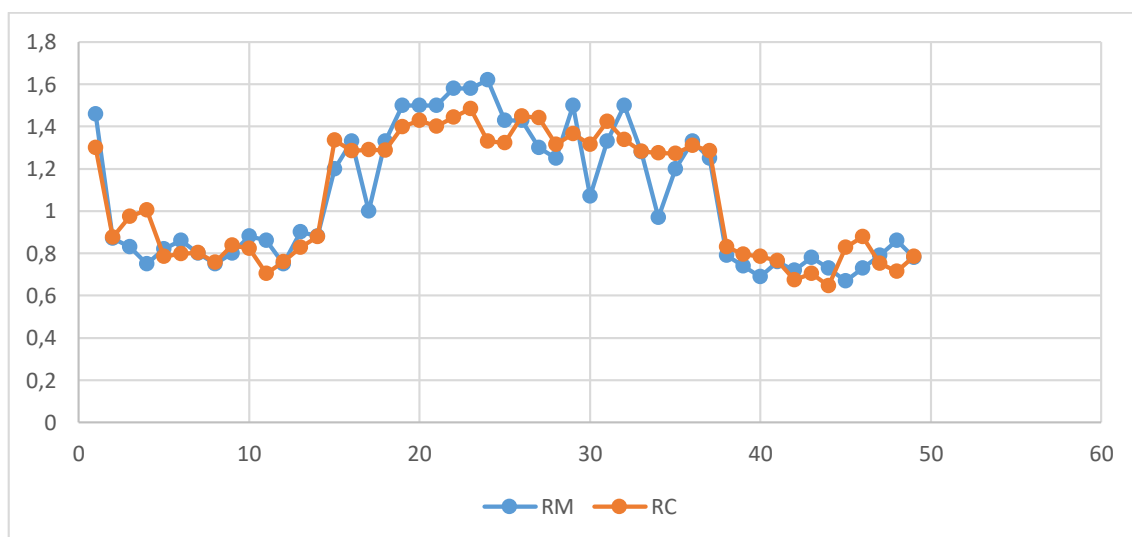
*Gráfico de dispersión Q-Q*



Como instrumento de validación, se tiene la comparación entre rendimientos calculados (RC) y los rendimientos medidos (RM) o reales de los trabajadores que fueron determinados en la ficha de observación. Como se observa en esta figura 2, los valores de RC siguen una secuencia similar a las RM.

**Figura 2**

*Comparación de rendimientos*



## Discusión

De acuerdo al análisis bibliográfico sobre el modelamiento del RMO en excavaciones de edificaciones civiles se determinó posibles variables que podrían estar relacionadas como factores socioeconómicos, personales y culturales que intervienen directa o indirectamente en el rendimiento como: la economía general del proyecto, los aspectos laborales, las condiciones climáticas, el tipo de actividad, el equipamiento proporcionado, el tipo de supervisión ejecutada y la situación personal de cada obrero.

En cuanto al análisis de ANOVA, se pudo identificar que la variable de: tipo de suelo tiene un efecto significativo sobre el rendimiento de los obreros. Esto sugiere que, a grandes rasgos; el tipo de suelo ideal para el rendimiento sería el denominado: “Sin clasificar” y disminuyendo cuando se trabaja en suelos rocosos y consolidados. En cuanto a los coeficientes del modelo, se destaca al tipo de suelo como la única variable con diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ). Sin embargo, se debería tomar en cuenta también la variable salario pues su valor de  $p$  es igual a 0.061 se acerca mucho al nivel de significancia.

En concordancia con lo expuesto Encalada-Terreros & Calle-Castro (2021), realizan una investigación de tipo Meta-analítico en la cual, se recopila información de un grupo de 79 ingenieros civiles, para determinar, qué factores relacionados con las condiciones: ambientales, organizacionales, físicas, laborales pueden afectar el rendimiento que se puede obtener de un obrero en la actividad de excavaciones a mano en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Los resultados obtenidos de este estudio, demostró a través de la percepción de los ingenieros que el tipo de suelo si influye sobre el rendimiento final, siendo el suelo sin clasificar el que reporta mejores rendimientos; asimismo, las condiciones del trabajador entre los que se encuentra el salario también se percibieron como un determinante de la mejora en el rendimiento de los obreros.

Estos resultados, se pueden corroborar a través de la investigación de Rodríguez & Castro (2021), que el tipo de suelo y la profundidad de excavación son factores que afectan notablemente el rendimiento de la mano de obra. Asimismo, se comprobó con este estudio que las variables como, número de personas por cuadrilla, equipamiento, seguimiento y control no influyeron significativamente sobre el rendimiento. En otras palabras, en el contexto de las excavaciones a mano, el tipo de suelo a excavar es el determinante por excelencia.

Respecto a la eficiencia que tiene la regresión lineal para predecir el rendimiento de la mano de obra en función de variables, se pudo establecer una precisión del 91%. Valor que concuerda con Loarte (2016), quien determina que se puede obtener modelos de regresión con altos porcentajes de efectividad en la predicción que superan el 90% si tienen en consideración las VI con mayor correlación.

### Conclusiones

- La relevancia que tiene esta investigación para el conocimiento actual en materia de predicción de rendimientos de manos de obra a través del uso de regresiones lineales es que se puede obtener un nivel de confianza del 96% al predecir el rendimiento en actividades de excavaciones a mano. Aunque no todas las variables independientes afectan de igual manera al rendimiento calculado, el tipo de suelo demostró ser estadísticamente significativo ( $p \leq 0.001$ ) de forma individual. Esto sugiere que el tipo de suelo es un factor clave que influye directamente en el rendimiento de la mano de obra.
- Aunque las demás variables independientes no presentaron una significancia estadística individual para predecir el rendimiento por sí mismas, el hecho de que, en conjunto, puedan lograr una precisión de hasta el 91% ( $R=0.916$ ) en la predicción es una observación importante. Esto implica que, aunque algunas variables no sean destacadas por sí solas, su combinación y análisis en conjunto son valiosos para lograr una estimación más precisa del rendimiento de la mano de obra en las actividades de excavación a mano.
- De manera general, esta investigación destaca la utilidad efectiva de la regresión lineal en la predicción de rendimientos de mano de obra y resalta la importancia de considerar múltiples variables para obtener un panorama más completo y preciso de los factores que influyen en dichos rendimientos.

### Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría 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, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### *Referencias Bibliográficas*

- Agarwal, A., & Halder, S. (2020). Identifying factors affecting construction labour productivity in India and measures to improve productivity. *Asian Journal of Civil Engineering*, 21. <https://doi.org/10.1007/s42107-019-00212-3>
- Al-Zwainy, F. M. S., Abdulmajeed, M. H., & Aljumaily, H. S. M. (2013). *Using Multivariable Linear Regression Technique for Modeling Productivity Construction in Iraq. 2013*. <https://doi.org/10.4236/ojce.2013.33015>

- Arias, B. P. A., Garzón, P. V. D., & 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), 220-242.
- Awan, S. H., Habib, N., Shoaib Akhtar, C., & Naveed, S. (2020). Effectiveness of Performance Management System for Employee Performance Through Engagement. *SAGE Open*, 10(4), 2158244020969383. <https://doi.org/10.1177/2158244020969383>
- Berrio, P. del C. (2016). *Método para la organización control y optimización de costos en proyectos de construcción*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56412>
- 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.
- Brenes-Serrano, J. O. (2014). *Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A.* <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6728>
- Caldart, C. W., & Scheer, S. (2022). Construction site design planning using 4D BIM modeling. *Gestão y Produção*, 29, e5312. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e5312>
- Cayetano Taype, D., & Zúñiga Gómez, 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>
- Cuartas Varón, L. F. (2017). *Determinación de las variables que afectan el rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificaciones en el municipio de Armenia* [Master Tesis, Universidad EAFIT]. <http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12088>
- 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>
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. V., y Saurabh, K. (2019). Evolution of studies in construction productivity: A systematic literature review (2006–2017). *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 555-564. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.10.010>

- 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, B., Logroño, J., y Romero, W. (2021). *Determinación de los costos comprimidos en la producción y envasado de agua: Caso empresa agua Purissima / 593 Digital Publisher CEIT*. [https://www.593dp.com/index.php/593\\_Digital\\_Publisher/article/view/751](https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/751)
- Feng, K., Wang, S., Lu, W., Liu, C., y Wang, Y. (2022). Planning Construction Projects in Deep Uncertainty: A Data-Driven Uncertainty Analysis Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(8), 04022060. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002315](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002315)
- Guía de la Industria Química [GIQ]. (2022). *Estadísticas globales de la industria de la construcción*. <https://guiaquimica.mx/articulo/55/estadisticas-globales-de-la-industria-de-la-construccion>
- Hai, D., & 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>
- Jahanger, Q. K., Trejo, D., & Louis, J. (2023). Evaluation of field labor and management productivity in the USA construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2022-0918>
- Kammouh, O., Nogal, M., Binnekamp, R., y Wolfert, A. R. M. (2022). Dynamic control for construction project scheduling on-the-run. *Automation in Construction*, 141, 104450. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104450>
- Leicht, D., Castro-Fresno, D., Díaz, J., y Baier, C. (2020). Multidimensional Construction Planning and Agile Organized Project Execution—The 5D-PROMPT Method. *Sustainability*, 12(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/su12166340>
- León-Brabo, D. P., & Tapia-Tapia, M. E. (2021). Balance Scorecard: Estrategia de gestión en el sector de obras civiles. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(12), 329-361.
- Loarte Pardavé, J. G. (2016). Propuesta de modelo de regresión lineal considerando la influencia de los factores de afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra en edificaciones de concreto armado con sistemas aporcados o duales



en la zona urbana de Huánuco. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*.  
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/2189>

- 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>
- Mhmoud Alzubi, K., Salah Alaloul, W., Malkawi, A. B., Al Salaheen, M., Hannan Qureshi, A., y Ali Musarat, M. (2023). Automated monitoring technologies and construction productivity enhancement: Building projects case. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(8), 102042. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102042>
- Mohd Fateh, M. A., Mohamed, M. R., & Omar, S. A. (2022). The Involvement of Local Skilled Labour in Malaysia's Construction Industry. *Frontiers in Built Environment*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.861018>
- Molina Fonseca, P. A., & 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>
- Nivea, T., & Anu, T. (2016). Regression Modelling for Prediction of Construction Cost and Duration. *Applied Mechanics and Materials*, 857, 195-199. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.857.195>
- Observatorio Vasco de la Vivienda. (2021, junio 11). La industria de la construcción contribuye en un 11 % al PIB y al empleo de Euskadi • ERAIKUNE. *ERAIKUNE*. <http://www.eraikune.com/la-industria-de-la-construccion-contribuye-en-un-11-al-pib-y-al-empleo-de-euskadi/>
- Ortega, E. C., Ortega, J. Q., & Rodríguez, P. C. G. (2022). Análisis de factores que afectan el rendimiento de mano de obra en instalaciones eléctricas. *Polo del Conocimiento*, 7(10), Article 10. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i10.4796>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez-Oviedo, W. (2015). Externalidades De La Mano De Obra Calificada Y Estados Estacionarios Múltiples En Una Economía Abierta Pequeña. *El Trimestre Económico*, LXXXII (4) (328), 787-806.

- Rodríguez, E. H. P., & Castro, C. J. C. (2021). Análisis relativo para identificar las causas de retrasos en las obras de construcción. Caso de estudio Cuenca-Ecuador. *Ciencia Digital*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i2.1572>
- Shehata, M., & 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>
- Statista. (2022). *Porcentaje añadido en el PIB por industria en EE. UU. 2020*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/598674/porcentaje-anadido-en-el-pib-por-industria-en-ee-uu/>
- Valdez, J. D. C., & 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>
- 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>
- Velástegui, A., Franco, M. L. L., León, L. S., y Cumbicos, J. G. N. (2018). La contribución del sector de la construcción sobre el producto interno bruto PIB en Ecuador1. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 286-299.
- 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>

#### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

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






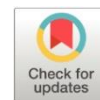
## Indexaciones



## Incorporación de estrategias pasivas en el diseño de una vivienda para clima tropical mega térmico semi húmedo, ubicado en Durán provincia del Guayas

*Incorporation of passive strategies in the design of a dwelling for tropical mega thermal semi-humid climate, located in Durán province of Guayas*

- <sup>1</sup> José Carlos Freire Navas  <https://orcid.org/0000-0003-1118-5445>  
Maestría en Construcción con mención en administración de la construcción sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador  
[jose.freire.39@est.ucacue.edu.ec](mailto:jose.freire.39@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Carlos Eduardo Romo Zamudio  <https://orcid.org/0000-0003-2417-3988>  
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador  
[carlos.romo@ucacue.edu.ec](mailto:carlos.romo@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> González Redrován Trajano Javier  <https://orcid.org/0000-0002-9978-5367>  
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador  
[tjgonzalezr@ucacue.edu.ec](mailto:tjgonzalezr@ucacue.edu.ec)



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2023

Revisado: 18/06/2023

Aceptado: 04/07/2023

Publicado: 01/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2631>

Cítese:

Freire Navas, J. C., Romo Zamudio, C. E., & Trajano Javier, G. R. (2023). Incorporación de estrategias pasivas en el diseño de una vivienda para clima tropical mega térmico semi húmedo, ubicado en Durán provincia del Guayas. *Ciencia Digital*, 7(3), 147-170. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2631>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, 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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

Planificación,  
vivienda, clima,  
parámetros de  
confort,  
distribución  
interna.

**Keywords:**

Planning,  
housing, climate,

## Resumen

**Introducción:** Actualmente existe un problema no solo a nivel local sino también a nivel global, en cuanto al cambio climático. **Objetivo:** El presente artículo tiene como principal objetivo la planificación pasiva en el proyecto de una vivienda para clima Tropical Mega Térmico Semi Húmedo, ubicado en el Cantón Durán, Provincia del Guayas para que cumpla con parámetros de confort en la distribución interna de una vivienda. **Metodología:** La presente investigación emplea el uso de las siguientes metodologías: descriptiva y exploratoria apoyado en bases documentales como estudio de campo, ya que estas permiten la búsqueda de información basada en una revisión sistemática mediante palabras claves relacionadas con el confort térmico, estrategias pasivas de climatización, en la población donde los criterios de inclusión a la muestra fueron: artículos de investigación, datos bibliográficos, revistas y bases digitales publicados en los últimos 5 años. **Resultados:** En base a cuantificaciones del clima que predominan en el Cantón Duran se ha identificado los parámetros necesarios para contar con un confort térmico en una vivienda tipo. De acuerdo con la información recolectada se determinó una estrategia para proporcionar corrientes de aire y generar enfriamiento al interior del bien inmueble. **Conclusión:** De acuerdo con cálculos matemáticos y parámetros establecidos en tablas, gráficos y diagramas con respecto a las herramientas bioclimáticas se establece que para un proyecto de vivienda para el Cantón Duran, además de la forma geométrica es necesario contar con una planificación que permita un confort térmico al interior de una vivienda. El bienestar de los espacios internos y confort del bien inmueble depende de una buena planificación en el proceso de diseño y construcción como es la implementación de ventanales grandes con ventanas para el flujo de aire, voladizos para impedir la radiación solar, altura con respecto al nivel del suelo y la incorporación de arbustos para regular la incidencia de radiación. **Área de estudio general:** Arquitectura. **Área de estudio específica:** Construcción sustentable.

## Abstract

**Introduction:** Currently we have a problem not only at the local level but also at the global level, in terms of climate change. **Objective:** The main objective of this article is passive planning in the project of a house for a Tropical Mega Thermal Semi Humid climate, located in

comfort parameters, internal layout.

---

Canton Durán, Province of Guayas so that it meets comfort parameters in the internal distribution of a house. **Methodology:** The present investigation employs the use of the following methodologies: descriptive and exploratory supported by documentary bases such as field study, since these allow the search for information based on a systematic review through keywords related to thermal comfort, passive air conditioning strategies, in the population where the inclusion criteria for the sample were: research articles, bibliographic data, magazines and digital bases published in the last five years. **Results:** Based on quantifications of the climate that predominates in the Duran Canton, the necessary parameters have been identified to have thermal comfort in a standard dwelling. According to the information collected, a strategy was determined to provide air currents and generate cooling inside the property. **Conclusion:** According to mathematical calculations and parameters established in tables, graphs, and diagrams with respect to the bioclimatic tools, it is established that for a housing project for the Duran Canton, in addition to the geometric shape, it is necessary to have a planning that allows thermal comfort at interior of a house. The well-being of the internal spaces and comfort of the property depends on good planning in the design and construction process, such as the implementation of large windows with windows for air flow, overhangs to prevent solar radiation, height with respect to the level of the soil and the incorporation of shrubs to regulate the incidence of radiation.

---

## Introducción

En la actualidad el calentamiento global del planeta es una complicación no solo a nivel general sino también a nivel local, esto se debe a la acumulación de CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) en la atmosfera debido al uso indiscriminado de recursos fósiles (Fuentes, 2002). La construcción consume el 50% de suministros naturales, 40% energía consumida y provoca el 50% de desechos formados. Por lo cual, debemos cambiar la forma actual que se construye y reemplazarla por un sistema biodegradable para generar emisiones bajas de CO<sub>2</sub> que resulte más amigable con el medio ambiente (Araujo, 2018). Por tanto la contaminación de nuestro entorno es responsabilidad de todos, y como la construcción es parte del problema, es correcto que exista una solución viable para disminuir el consumo de combustibles fósiles (Garzón, 2007).

Varios centros educativos en el país realizaron investigaciones para encontrar soluciones, como la Universidad Central del Ecuador, que propone generar una vivienda que sea respetuosa con el medio ambiente y confortable, procurando que cuenten con principios de componentes bioclimáticos y de sostenibilidad. Además, existe un estudio "Diseñando estrategias para un modelo residencial efectivo", de la Universidad de Cuenca, que procura crear y fomentar una vivienda que genere beneficios económicos hacia las personas que residen. La Universidad San Francisco de Quito, tiene como proyecto entre espacios y materiales que interactúen con las personas, arquitectura y la naturaleza.

Además de los estudios descritos es fundamental generar recomendaciones bioclimáticas para el diseño de una vivienda completamente útil adaptada a cualquier clima, materiales y recursos de la zona dan como resultado una vivienda cómoda, económica y respetuosa con el medio ambiente (Franco-Paats, 2016).

Al realizar esta investigación, el propósito de la recopilación de datos es utilizar estudios cuantitativos y descriptivos para obtener información actual y corroborar los datos obtenidos de diferentes fuentes, así como el piso climático de la zona, debido a que el confort general de las personas este entrelazado con las características del sector (Bhamare et al., 2020).

Para el caso de estudio se ha tomado el Cantón Duran, por ser la uno de los cantones más grandes de la Provincia del Guayas, estar en un crecimiento acelerado y no contar con una planificación adecuada, se debe pensar en tener una guía que considere las estrategias bioclimáticas para un confort en las viviendas.

Se debe planificar que la arquitectura de una vivienda debe ser amigable con el medio ambiente y confortable con las personas. La implementación de estrategias para futuros arquitectos e ingenieros debe seguir un modelo de construcción sustentable y sostenible con el medio ambiente, dado que somos responsables del desarrollo de la humanidad (Correa, 2008).

### Metodología

La presente investigación emplea el uso de la metodología descriptiva y exploratoria apoyado en bases documentales como estudio de campo.

**Tabla 1**

*Tipo y nivel de investigación*

Según su finalidad	Básica	Mediante los datos obtenidos por investigaciones como del INHAMI, se busca identificar cuáles son las características optimas de una casa bioclimáticas en el Cantón Duran
--------------------	--------	--

**Tabla 1**
*Tipo y nivel de investigación (continuación)*

Según su alcance	Descriptiva	Mantiene un enfoque en la descripción de una planificación ordenada y sistemática para la arquitectura bioclimática. Para el presente estudio se analizó el Cantón Duran.
Según su profundidad	Exploratoria	El objetivo del estudio es examinar las características bioclimáticas idóneas, sin la necesidad de plantear hipótesis.
Según sus fuentes	Mixta	Se toma información primaria y secundaria, tanto de tesis como artículos científicos de no más de 5 años
Según su carácter	Cuantitativa	Se analizarán datos cuantitativos

En el presente proyecto se elaboró fichas bibliográficas para juntar datos e información significativa sobre la arquitectura bioclimática para conocer los límites de confort térmico, además de información sobre el Cantón Duran para realizar operaciones matemáticas y tener un análisis bioclimático de una vivienda tipo.

### Resultados

Los siguientes cálculos y resultado se tienen en cuenta para determinar varios parámetros y estrategias pasivas dentro de una vivienda unifamiliar en el Cantón Duran, se tomó en cuenta el valor promedio de personas que ocupan una vivienda en el Cantón Duran de acuerdo con los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010). Por lo que se ha tomado como referente a 4 habitantes que ocupa la vivienda (Piña, 2019).

#### *Balance térmico del cuerpo humano*

La fórmula del balance de calor para el cuerpo humano está dada por la termogénesis que son los factores de ganancia y termólisis que son los factores de pérdida (Gullon, 2007).

#### *Termogénesis (Ganancias)*

Las ganancias o también denominado termogénesis pueden ser a través del metabolismo del cuerpo humano, radiación mediante el sol o radiadores como elementos externos, conducción por manipulación de organismos calientes y convección en la corriente de aire.

#### *Termólisis (Pérdidas)*

Las pérdidas llamadas también termólisis se refiere a la radiación de zonas frías, conducción de elementos fríos, convección al flujo de aire y evaporación.



Para tener equilibrio térmico el ambiente es térmicamente neutro, cuando la generación de calor y la termólisis están en equilibrio, no se acumula calor y la temperatura del cuerpo está en equilibrio, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0 \quad (1)$$

Donde:

M= metabolismo

R= Radiación

Cd= Conducción

Cv= Convección

E= Evaporación

El resultado de esta operación quiere decir que si la adición es bajo 0 significa que el individuo está frío y si la adición es mayor a 0 significa que el individuo está caliente.

*El metabolismo (M)*

El metabolismo es la capacidad del cuerpo que tiene para producir calor (Gullon, 2007). Cabe mencionar que los infantes son sensibles a los cambios ambientales debido a su alto metabolismo, mientras que las personas de 45 a 70 años el metabolismo es bajo.

La tasa metabólica está compuesta por la fórmula de Harris Benedict que es la siguiente:

$$TBM = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en m}) - (5 \times \text{edad en años}) - (2) \quad (2)$$

$$TBM = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en m}) - (5 \times \text{edad en años}) - 161$$

**Tabla 2**

*Tabla de metabolismo para diferentes actividades*

ACTIVIDAD	Met	W/m2	W/persona
Pernoctar	0,70	40	69
Estar acostado	0,80	45	77
Sentado con movimiento moderado	1,00	60	103
Sentado con actividad leve	1,10	64	110
De pie sin movimiento	1,20	70	120
De pie con actividad leve	1,30	78	134
De pie con levantamiento y transporte moderados	1,60	93	160
Trabajo manual ligero	1,70	100	172
Caminar en horizontal (2km)	1,90	110	189
Bailar (actividad social)	1,90	111	191
Construcción ligera	2,20	125	215
Trabajo manual moderado	2,40	139	239
Lavar platos	2,50	145	249

**Tabla 2**

*Tabla de metabolismo para diferentes actividades (continuación)*

Limpieza doméstica	2,60	150	258
Ejercicio moderado	2,90	167	287
Lavar a mano, planchar	2,90	170	292
Construcción moderada	3,10	180	310
Caminar en horizontal (5km)	3,40	200	344
Trabajo manual pesado	4,10	235	404
Ejercicio intenso	4,30	250	430
Construcción pesada	4,70	275	473
Ejercicio o trabajo muy intensos	7,80	450	774
Correr (15km)	9,50	550	946

**Fuente:** Guzmán (2016)

De acuerdo con la tabla cada actividad posee un consumo de energía debido a que el cuerpo humano está en constante pérdida energética por las actividades diarias que realiza.

Superficie corporal de una persona

El área corporal se calcula de acuerdo con la regla de los nueve. El procedimiento más manipulado es el descubierto por Mollester en 1987.

Para realizar la operación se debe ingresar el peso del individuo en kilogramos y la altura de la persona en centímetros, como resultado de área debe dar en metros cuadrados.

$$x = \sqrt{\frac{\text{peso} \cdot \text{altura}}{3600}} \quad (3)$$

De acuerdo con los datos de un ser humano adulto la superficie corporal promedio es de 1.72m<sup>2</sup>.

*La radiación (R)*

La radiación es apreciada como la propagación o emisión de energía por cualquier medio.

La relación de radiación es conforme a la absorción de la piel, la epidermis blanca proyecta el 25 % de las ondas cortas y el 50 % de las ondas largas, y la piel oscura aún menos.

**Tabla 3**
*Tipos de piel*

Tipo	Nombre	Características	(e) estimado
TIPO I	Céltica	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	0,65
TIPO II	Pálida	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	0,70
TIPO III	Caucásica	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	0,75
TIPO IV	Mediterránea	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	0,80
TIPO V	Indio americano	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	0,85
TIPO VI	Negra	Piel y cabello corto	0,90

**Fuente:** Guzmán (2016)

Conforme a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), el 67.5% de la población se autoidentifican como mestizos conforme a la tabla tres que equivale a un tipo de piel IV.

La ecuación para conocer la radiación viene dada por la fórmula de Stefan Boltzmann.

$$R = e * \sigma * A * \Delta T \quad (4)$$

Donde:

R = Radiación (W)

e = emisividad-absorbencia de 0.65 a 0.9, de acuerdo con la tabla 3 tipos de piel

A = Área corporal de los individuos en m<sup>2</sup>

$\sigma = 0.00000056703$ , es una constante

$\Delta T$  = Discrepancia de temperatura

$\Delta T = T_n^4 - T_a^4$

T<sub>n</sub> = Temperatura Neutra

T<sub>a</sub> = Temperatura Aparente

La fórmula para deducir la temperatura aparente viene dada por:

$$T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.12310 * HR \quad (5)$$

Donde:

T = Temperatura media del aire (°C)

HR = Humedad relativa media (%)

La convección (Cv)

La convección es la transferencia de calor debido al flujo del líquido, quiere decir, el traspaso de aire circundante con respecto al calor entre la piel (Fuentes, 2002).

La fórmula para calcular convección viene dada por la ecuación de Paul G. Hewit:

$$Cv = hc * A * \Delta T \quad (6)$$

Donde:

Cv= Convección (W)

Hc= Coeficiente de convección (W/m<sup>2</sup>°C)

A= Proporción del área corporal (m<sup>2</sup>)

ΔT= Diferencia de temperatura (°C grados centígrados)

ΔT= Tn4 – Ta4 Tn = Temperatura Neutra (°C grados centígrados)

Ta = Temperatura Aparente (°C grados centígrados)

Coeficiente hc para ambientes interiores en donde el flujo de aire es bajo:

**Tabla 4**

*Coeficiente de Hc*

Condición del aire	Coeficiente (W/ m <sup>2</sup> °C)	
Convección natural	Desde 5 hasta 10 W/m <sup>2</sup> °C	5 en climas cálidos 10 en climas fríos

**Fuente:** Guzmán (2016)

Para áreas expuestas a flujos de aire exteriores se aplica la siguiente ecuación:

$$Hc = 5.8 + 4.1v \quad (7)$$

Donde:

V= velocidad del viento en m/seg.

La conducción (Cd)

La conducción es considerada como la transferencia de calor entre dos cuerpos o dos componentes del mismo cuerpo (Routree, 2011).

La siguiente fórmula se utiliza para calcular la conducción:

$$Cd = A * Ct * \Delta T \quad (8)$$

Donde:

Cd= Conducción (W)

Ct= Conductancia (W/m<sup>2</sup>°C)

Para el cálculo de inductancia de emplea la siguiente ecuación:

$$Ct = 1/Resistividad \quad (9)$$

La resistividad está dada por el factor de vestimenta que utilizan los individuos de la vivienda y se puede tomar de la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Combinaciones de vestuario*

Nivel De Vestuario	CLO	Resistividad Térmica
Bikini o similar	0.05	0.008
Ropa tropical: interior ligero, camiseta corta, pantalón corto	0.20	0.031
Ropa ligera: interior ligero, camisa ligera, pantalón ligero	0.50	0.078
Traje tropical	0.80	0.124
Traje formal de negocios incluido chaleco	1.00	0.155
Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	1.50	0.248
Ropa gruesa esquimal	3.50	0.546

**Fuente:** Guzmán (2016)

*Evaporación (E)*

La evaporación se refiere a que un fluido se evapore por medio del calor, el cuerpo humano posee un sistema de evaporación que permite el enfriamiento a través del sudor y la regulación de temperatura interna del cuerpo humano.

Las actividades familiares provocan sudoración, por lo que se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_e = 666.66 * e_v \quad (10)$$

Donde:

$Q_e$ = Pérdida total por evaporación (W)

$e_v$ = tasa de evaporación en kg/h.

$e_v$  es una constante de 1.5 kg/h para personas normales, pero puede cambiar de acuerdo con características especiales.

*Factores externos que determinan el confort*

Los elementos externos o ambientales determinantes como la temperatura del aire, radiación, velocidad de viento, condiciones de iluminación, vuelven o no una vivienda confortable por lo mismo se dividen en:

**Factores climáticos o físicos.** - velocidad del aire, humedad, temperatura, radiación.

**Factores individuales.** - Color de piel, género, edad, habituación, fisionomía corporal, estado de bienestar, grasa subcutánea, ropa, comida y bebida.

### *Balance térmico para los habitantes del Cantón Duran*

Un balance térmico busca tener un equilibrio entre una vivienda confortable y los habitantes que la ocupan, en este estudio la ubicación de la vivienda está en el cantón Duran; esto en contraste con la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), arroja datos de que el promedio de integrantes en una vivienda es de 3,83 personas por familia. Para el presente estudio se ha definido 4 para facilidades de cálculo.

#### *Cálculo del balance térmico*

Para el cálculo de balance térmico se debe conocer valores de cada integrante de la familia.

Padre: peso 85 kg, altura 180 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Madre: peso 70 kg, altura 158 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Hijo: peso 75 kg, altura 180 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Hijo: peso 50 kg, altura 120 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

### **Padre**

#### **Metabolismo**

$$x = \sqrt{\frac{\text{peso} * \text{altura}}{3600}} = \sqrt{\frac{85 * 180}{3600}} = 2.0615 \quad (11)$$

La actividad de acuerdo con la tabla 2, tabla de metabolismo lavar los platos tiene 249 W/persona, por lo cual se realiza una regla de tres simple.

$$\begin{array}{l} 249 \text{ w/persona} \quad 2.0615\text{m}^2 \\ M \quad \quad \quad 1.720\text{m}^2 \\ M = \frac{249 \frac{\text{w}}{\text{persona}} * 1.72\text{m}^2}{2.0615\text{m}^2} = 207.75 \text{ w/persona} \end{array} \quad (12)$$

### **Radiación**

Se considera una temperatura media de 24.00 °C y humedad relativa del 79.00%

$$T_n = 17.6 + 0.31T_m = 17.6 + 0.31 * 24 = 25.04 \quad (13)$$

$$\begin{aligned} T_a &= -9.93122 + 1.186145(T_m) + 0.122310(HR) \\ &= -9.93122 + 1.186145 * 24 + 0.122310 * 79 = 28.20 \end{aligned}$$

$$\Delta T = T_n^4 - T_a^4 = 25.04^4 - 28.20^4 = -239275.65$$

$$R = e * \sigma * A * \Delta T = 0.8 * 5.6703 * 10^{-8} * 1.45 * -239275.65 = -0.01573 W$$

### Convección

$$T_n = 17.6 + 0.31T_m = 17.6 + 0.31 * 24 = 25.04$$

$$\begin{aligned} T_a &= -9.93122 + 1.186145(T_m) + 0.122310(HR) \\ &= -9.93122 + 1.186145 * 24 + 0.122310 * 79 = 28.20 \end{aligned}$$

$$\Delta T = T_n - T_a = 25.04 - 28.20 = -3.16$$

$$C_v = hc * A * \Delta T = \frac{5w}{m^2} * 1.45m^2 * -3.16 = -22.91W$$

### Conducción

$$T_n = 17.6 + 0.31T_m = 17.6 + 0.31 * 24 = 25.04$$

$$\begin{aligned} T_a &= -9.93122 + 1.186145(T_m) + 0.122310(HR) \\ &= -9.93122 + 1.186145 * 24 + 0.122310 * 79 = 28.20 \end{aligned}$$

$$\Delta T = T_n - T_a = 25.04 - 28.20 = -3.16$$

$$C_d = A * C_t * \Delta T = 1.45 * \frac{1}{0.078} * -3.16 = -58.74W$$

### Evaporación

Se considera el dato de evaporación de -10.5W ya que los individuos pierden vapor por la respiración.

$$E = -10.5W$$

### Balance térmico

$$\begin{aligned} M \pm R \pm C_d \pm C_v - E &= 207.75 - 0.01573 - 58.74 - 22.91 - 10.5 \\ &= -115.58W \end{aligned}$$

El resultado de la ecuación de balance térmico es -115.58. El resultado negativo significa que la temperatura de su cuerpo está bajando debido a la reducción del flujo de sangre a

su piel. Este método se aplicó a los cuatro miembros de la familia utilizados en este estudio (promedio de Duran) para calcular el balance de calor en diferentes ambientes de la casa.

A continuación, se presenta la tabla de balance térmico para cada miembro de familia y los espacios arquitectónicos de una vivienda en el Cantón Duran.

**Tabla 6**

*Cálculo de balance térmico para cuatro personas que habitan una vivienda*

Espacio Arquitectónico	Papa	Mama	Hijo	Hijo
Cocina	M = 207.746	244.344	221.163	331.744
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= 115.577	200.050	171.236	298.715
Comedor	M = 85.935	101.074	91.485	137.228
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= -6.234	56.780	41.558	104.198
Sala	M = 100.119	117.756	106.585	159.877
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= 7.949	73.462	56.658	126.847
Dormitorio	M = 57.568	67.710	61.286	91.929
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= -34.601	23.416	11.360	58.900



**Tabla 7**
*Resultados confort hidrotérmico*

Mamá	Papá	Usuario
33	40	Edad
70	85	Peso (Kg)
1.58	1,82	Altura
Ropa ligera	Ropa ligera	Vestimenta
De pie sin movimiento /Lavar platos/Sentado con movimiento moderado/ dormir	De pie sin movimiento /Lavar platos	Actividades
Cocina	Sala	Ambiente o Área
Comedor	Habitación	
Mañana, Tarde, Noche	Dia	Horario de uso
		Mes de Análisis
Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Perdida por evaporación
Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	
Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	
200.05	56.78	Equilibrio térmico
	23.41	
	7.94	
	115.57	
Perdidas de calor en lavando los platos cocina, estar de pie, estar sentado y durmiendo	Perdidas de calor en sala y cocina	Estrategias generales

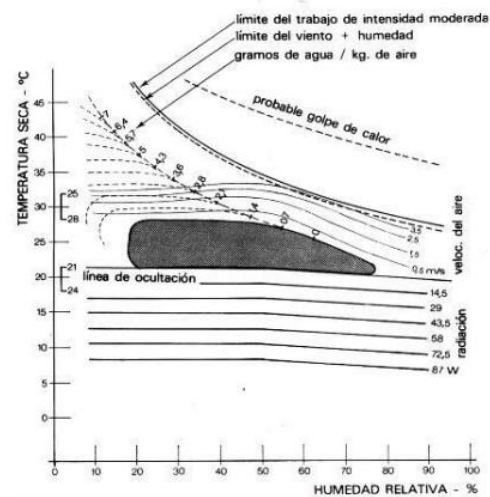
**Tabla 7**
*Resultados confort hidrotérmico (continuación)*

<b>Hijo</b>	<b>Hijo</b>								
11	30								
50	75								
1.20	1.80								
Ropa ligera	Ropa ligera								
De pie sin movimiento /Lavar platos/dormir	De pie sin movimiento /Lavar platos/Sentado con movimiento moderado/dormir								
Habitación	Sala	Cocina	Comedor	Habitación	Sala				
Dia	Noche	Tarde	Dia	Dia	Dia				
Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W
58.90	56.65	171.23	41.55	11.36	73.46				
Perdidas de calor en lavando los platos cocina, estar de pie,	Perdidas de calor en lavando los platos cocina, estar de pie, estar sentado y durmiendo								



**Figura 1**

*Diagrama de PLGyay*



**Fuente:** Piña (2019)

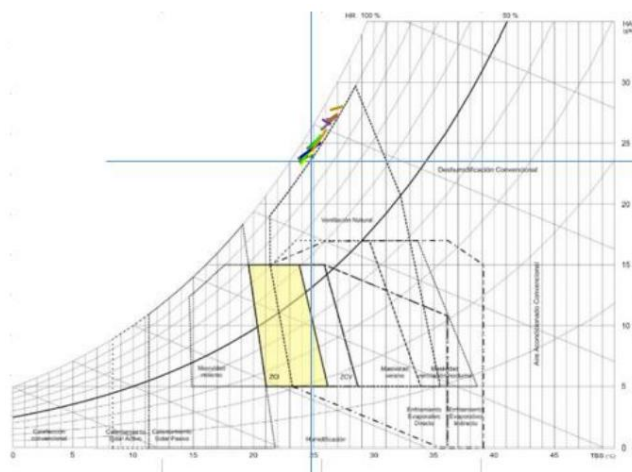
En la figura 1, se observa una zona gris, esta zona limita con el eje de las Y la temperatura ideal de 20 °C a 28 °C y en el eje de las X la humedad relativa que es la cantidad de vapor de agua en la atmosfera comprende un rango del 18% a 65%.

Aplicado a la zona de estudio, las viviendas no cuentan con confort térmico por lo cual se establece estrategias bioclimáticas para una ventilación.

*Carta psicrométrica aplicada al Cantón Duran*

**Figura 2**

*Carta psicrométrica*



**Fuente:** Hernandez (2014)

La carta psicrométrica es una de las herramientas más completas para establecer las zonas de Confort, por lo cual aplicado al Cantón Duran nos da resultados que sobrepasan los niveles adecuados de confort por lo cual es menester planificar estrategias para cumplir con los parámetros de confort en las viviendas del cantón.

Para una planificación de confort adecuada para verano son:

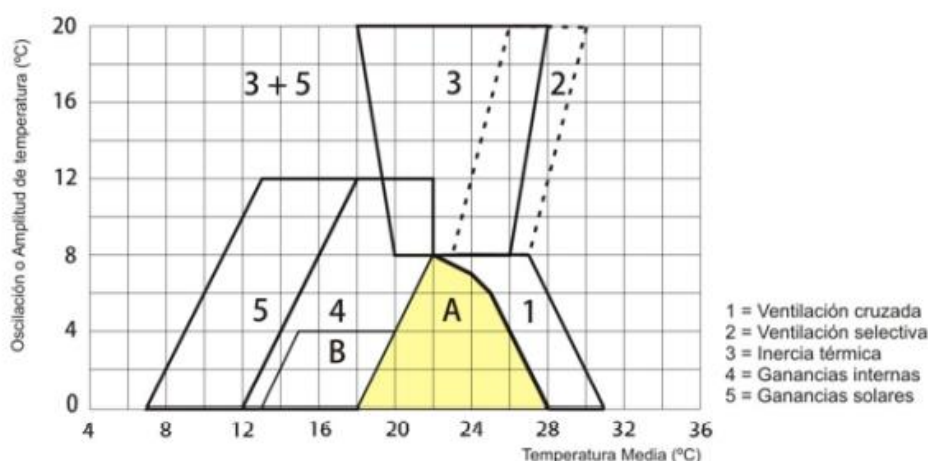
- Contar con una ventilación natural.
- Enfriamiento evaporativo directo.
- Enfriamiento evaporativo indirecto.

#### *Triángulo de confort aplicado en el Cantón Duran*

El triángulo de confort está comprendido entre la amplitud de temperatura versus la temperatura media que predomina en el Cantón Duran.

**Figura 3**

#### *Triángulo de confort*



**Fuente:** Piña (2019)

De acuerdo con el triángulo de confort la propuesta bioclimática para aplicar en el Cantón Duran es ventilación cruzada.

#### *Índice de Fanger para el Cantón Duran*

El Cantón Duran al poseer una temperatura calurosa tiene un PMV igual a 0.8768315961.

**Tabla 8**
*Resultados de índice de fanger*

Temp °C	Humedad Relativa						
	30	40	50	60	70	80	90
15	-2,43	-2,40	-2,36	-2,33	-2,30	-2,26	-2,23
16	-2,17	-2,14	-2,10	-2,07	-2,03	-1,99	-1,96
17	-1,92	-1,88	-1,84	-1,80	-1,76	-1,72	-1,69
18	-1,66	-1,62	-1,58	-1,53	-1,49	-1,45	-1,41
19	-1,40	-1,35	-1,31	-1,27	-1,22	-1,18	-1,14
20	-1,14	-1,09	-1,04	-1,00	-0,95	-0,91	-0,86
21	-0,87	-0,83	-0,78	-0,73	-0,68	-0,63	-0,58
22	-0,61	-0,56	-0,51	-0,45	-0,40	-0,35	-0,30
23	-0,35	-0,29	-0,24	-0,18	-0,13	-0,07	-0,02
24	-0,08	-0,02	0,04	0,09	0,15	0,21	0,27
25	0,19	0,25	0,31	0,37	0,43	0,50	0,56
26	0,45	0,52	0,59	0,65	0,72	0,78	0,85
27	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,07	1,14
28	0,99	1,07	1,14	1,22	1,29	1,37	1,44
29	1,27	1,35	1,42	1,50	1,58	1,56	1,74
30	1,54	1,62	1,71	1,79	1,88	1,96	2,04
31	1,82	1,90	1,99	2,08	2,17	2,26	2,35
32	2,09	2,19	2,28	2,37	2,47	2,56	2,66
33	2,37	2,47	2,57	2,67	2,77	2,87	2,97
34	2,65	2,76	2,86	2,97	3,07	3,18	3,28
35	2,93	3,05	3,16	3,27	3,38	3,49	3,60
36	3,22	3,34	3,45	3,57	3,69	3,81	3,93
37	3,51	3,63	3,75	3,88	4,00	4,13	4,25
38	3,79	3,93	4,06	4,19	4,32	4,45	4,58
39	4,08	4,22	4,36	4,50	4,64	4,78	4,92
40	4,38	4,52	4,67	4,82	4,96	5,11	5,25

#### *Aplicación del método de confort adaptable en el Cantón Duran*

Para conocer la temperatura de confort de una vivienda aplicada al cantón Duran es necesario aplicar la ecuación  $T_c = 12,9 + 0,54T_{prom}$ . **(14)**

$$T_c = 12,9 + 0,54 (25,7) = 26,77^\circ\text{C}$$

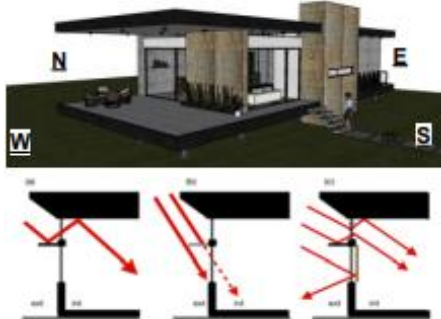
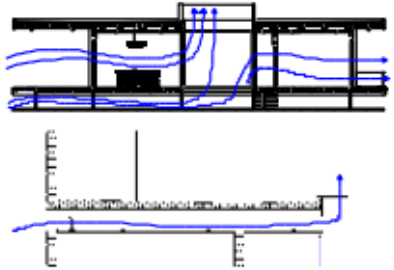
Las condiciones de confort se dan a partir de los factores atmosféricos como lo son: la humedad, radiación, temperatura, movimiento del aire entre otros por lo cual se ha determinado que para el cantón Duran es necesario planificar una ventilación adecuada para que los espacios internos de la vivienda estén frescos y con ello contrarreste la temperatura del exterior.

*Estrategias y recomendaciones bioclimáticas*

A partir de los resultados de esta investigación se determina o se recomienda las siguientes estrategias bioclimáticas para el cantón Duran de la provincia del Guayas.

**Tabla 9**

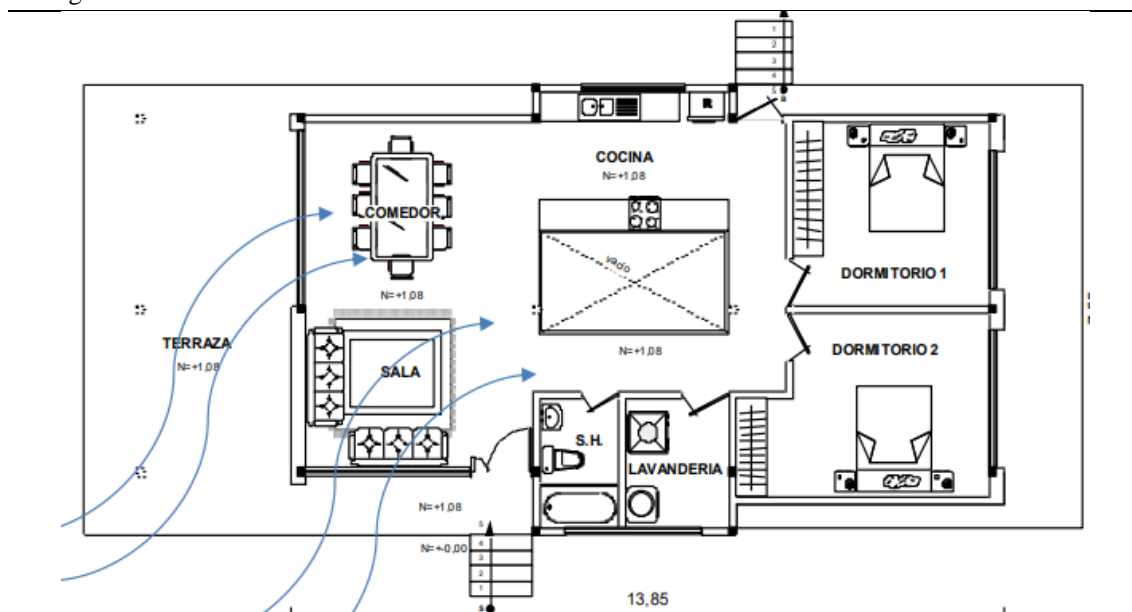
*Recomendación de estrategias bioclimáticas en el Cantón Duran*

Recomendaciones	Gráfico (Sugerencia)
<p>Ventanas e iluminación</p>	
<p>Ventilación</p>	

**Tabla 9**
*Recomendación de estrategias bioclimáticas en el Cantón Duran (continuación)*

## Forma y distribución de espacios

De acuerdo con el planteamiento de este documento se establece parámetros para una planificación adecuada de una vivienda tipo para el Cantón Duran de la Provincia Guayas. Se establece que las viviendas tengan una forma rectangular, el sentido de orientación es muy importante ya que se desea aprovechar los vientos dominantes los cuales transitan en el sentido Oeste-Este. Para la distribución arquitectónica de la vivienda tipo que posea cocina, comedor, cuarto de estudio, sala, dormitorios y baños se sugiere la implementación de voladizos ya que estos evitan el ingreso de radiación directa hacia el interior del bien inmueble. Además, se sugiere la implementación de ventanas y ventanales alrededor de las fachadas ya que estas ayudan al ingreso de aire y así mantener fresco el interior de la vivienda. Se debe plantar arbustos de media altura para regular la incidencia de radiación y a su vez no obstaculicen el ingreso de aire.


**Conclusiones**

A medida que se desarrolló esta investigación, se extrajeron las siguientes conclusiones, demostrando la importancia de las estrategias pasivas en el diseño y construcción de viviendas.

- El Cantón de Duran al estar ubicado en la región costa, posee una altitud de 88 msnm y la temperatura media anual que fluctúa entre los 24.00° C a 27.00° C dependiendo del mes, está temperatura alta se mantiene alrededor de todo el año por estar ubicada en una zona costera que tiene clima tropical mega térmico semi húmedo y no cuenta con un confort térmico en las viviendas.
- El estudio de confort térmico de una vivienda para el Cantón Duran de la Provincia del Guayas, de acuerdo con los datos cualitativos y cuantitativos, entre



ellos valores de humedad, radiación, temperatura, características propias de la población como tipo de piel, vestimenta, entre otros, de este modo se determinó que no existe el equilibrio térmico para cada individuo de la familia por lo que se generó estrategias de ventilación en la vivienda.

- De acuerdo con las herramientas bioclimáticas apoyadas y respaldadas por el triángulo de Confort y los indicadores de Mahoney nos establece que los bienes inmuebles del Cantón Duran necesitan ventilación pasiva y así lograr un enfriamiento en los espacios internos del bien inmueble para cumplir con un proyecto sustentable y sostenible.
- Para la construcción de una vivienda en el Cantón Duran tener en cuenta las estrategias bioclimáticas pasivas para un confort térmico, como es la orientación, implementación de ventanales grandes con ventanas para el flujo de aire, voladizos para impedir la radiación solar, altura con respecto al nivel del suelo y la incorporación de arbustos para regular la incidencia de radiación.
- Se recomienda que, para el diseño y construcción de proyectos de vivienda, utilizar las pautas, datos y cálculos de este documento, para tener un diseño con confort térmico adecuado en condiciones naturales del proyecto.

### Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría 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, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### Referencias Bibliográficas

- Araujo G, R. A. (2018). Eco-innovación en el sector residencial Ecuatoriano. *Revista Rolitecnica de Desarrollo e innovación*, 22.
- Bhamare, D. K., Rathod, M. K., & Banerjee, J. (2020). Evaluation of cooling potential of passive strategies using bioclimatic approach for different Indian climatic zones. *Journal of Building Engineering*, 31(March).  
<https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101356>
- Carrión Atiaja, K. M., Ortega Castro, J. C., & Rivela Carballal, B. (2023). Recomendaciones para la aplicación de estrategias bioclimáticas pasivas en un clima mega térmico lluvioso, Tena-Ecuador. *Ciencia Digital*, 7(2), 95–118.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2554>

- Correa, R. (2008). *Edificaciones con sistema constructivo de adobe: determinación del cálculo térmico para viviendas en la ciudad de Loja-Ecuador* [Universidad Nacional Autónoma de México].  
<http://132.248.9.195/ptd2009/febrero/0640089/Index.html>
- Franco-Paats, B. (2016). Variables climatológicas y los elementos constructivos y paisajísticos. *Universidad Columbia del Paraguay*.  
<https://www.columbia.edu.py/presencial/arquitectura/revista-cientifica/articulos-de-investigacion/224-variables-climatologicas-y-los-elementos-constructivos-y-paisajisticos>
- Fuentes Freixanet, V. A. (2002). Metodología de Diseño Bioclimático: El Análisis Climático. *Tesis para optar grado de Maestro en Diseño, Línea Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias y Artes para el Diseño. Azcapotzalco - México, 278*.
- Garzón, Beatriz. (2007). *Arquitectura Bioclimática* (Primera).  
[https://books.google.com.pe/books?id=DdkZpdiMQdcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=DdkZpdiMQdcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Gullon, S. (2007). Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. *Arquitectura Bioclimática*, 33–58.
- Guzmán, C. F. (2016). *Recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar en el clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo, ubicado en el cantón Girón, provincia del Azuay*.
- Hernandez, P. (2014). Diagrama bioclimático de Oglay. *Arquitectura, confort, diseño bioclimático*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). *Promedio de habitantes por vivienda en Duran*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Olgyay, V., Lyndon, D., Olgyay, V., Reynolds, J., & Yeang, K. (1973). *Design with Climate*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400873685>
- Piña, D. A. (2019). *Recomendaciones bioclimáticas de diseño arquitectónico en vivienda unifamiliar clima megatérmico lluvioso, parroquia Huamboya, provincia Morona Santiago*.
- Routree M. (2011). *Arquitectura Bioclimática. Editorial de publicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*.

### Conflicto de intereses

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

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





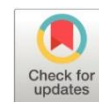
#### Indexaciones



## Estrategias de diseño para el control solar en edificios escolares en un clima cálido húmedo - caso estudio nivel de bachillerato de la ciudad de Macas – Ecuador

*Design strategies for solar control in school buildings in a humid climate - case study high school level in the city of Macas - Ecuador*

- <sup>1</sup> Fabián Patricio Lalvay Mejía  <https://orcid.org/0000-0002-9533-2336>  
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador  
[fabian.lalvay.26@est.ucacue.edu.ec](mailto:fabian.lalvay.26@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Carlos Eduardo Romo Zamudio  <https://orcid.org/0000-0003-2417-3988>  
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador  
[carlos.romo@ucacue.edu.ec](mailto:carlos.romo@ucacue.edu.ec)



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2023

Revisado: 18/06/2023

Aceptado: 04/07/2023

Publicado: 01/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2632>

Cítese:

Lalvay Mejía, F. P., & Romo Zamudio, C. E. (2023). Estrategias de diseño para el control solar en edificios escolares en un clima cálido húmedo - caso estudio nivel de bachillerato de la ciudad de Macas – Ecuador. *Ciencia Digital*, 7(3), 171-198.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2632>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, 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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

Confort térmico, asoleamiento, condiciones climáticas.

**Keywords:**

Thermal comfort, sunshine, climatic conditions

**Resumen**

**Introducción.** En varios casos, en el Ecuador, la arquitectura educativa, se basa en lineamientos establecidos hace ya varios años, los mismos que no van de acuerdo con las tendencias actuales o no toman en cuenta factores determinantes para lograr el confort térmico del usuario, se ha desestimado temas como el clima, cultura y la pedagogía apropiada por edades. El mismo concepto se repite en instituciones públicas y privadas alrededor del país, optimizando el tiempo de construcción y disminuyendo costos, provocando que las deficiencias de diseño sostenible como orientación, usos de aislamientos térmicos o dispositivos de asoleamiento, son un factor común. **Objetivo.** Proponer estrategias de arquitectura pasiva en respuesta a un factor de soleamiento y sensación térmica desfavorables, estrategias que se puedan aplicar en el diseño de nuevos proyectos educativos o en renovar los ya existentes. **Metodología.** Se ha realizó encuestas bajo el método de Fanger para determinar las condiciones térmicas y de soleamiento en las que se desarrolla la actividad educativa del nivel de bachillerato en ciertas instituciones educativas en la ciudad de Macas. **Resultados.** Las condiciones físicas y arquitectónicas de algunos establecimientos no contribuyen a lograr un ambiente que cuente con un factor muy importante como es el confort térmico, un término que relaciona las propiedades de variables como calidad del aire, condiciones de humedad, asoleamiento, entre otros. Se establecen también las condiciones climáticas particulares de la ciudad del caso de estudio como temperatura, incidencia del viento y del sol, regularidad, índices e incidencia de las lluvias, entre otros factores. **Conclusión.** Es necesario determinar estrategias pasivas para el control solar en los establecimientos educativos de bachillerato de la Ciudad de Macas, las mismas que se pueden aplicar en otras zonas de la misma región geográfica del país que cuenten con las mismas condiciones climáticas. **Área de estudio general:** Arquitectura. **Área de estudio específica:** Construcción sustentable.

**Abstract**

**Introduction.** In several cases, in Ecuador, educational architecture is based on guidelines established several years ago, the same ones that are not in accordance with current trends or do not consider determining factors to achieve the thermal comfort of the user, it has been dismissed issues such as climate, culture and age-appropriate

---

pedagogy. The same concept is repeated in public and private institutions around the country, optimizing construction time and reducing costs, causing sustainable design deficiencies such as orientation, use of thermal insulation or sunbathing devices, are a common factor. **Objective.** Propose passive architecture strategies in response to an unfavorable factor of sunlight and thermal sensation, strategies that can be applied in the design of new educational projects or in renovating existing ones. **Methodology.** Surveys have been carried out under the Fanger method to determine the thermal and sunny conditions in which the educational activity of the baccalaureate level is carried out in certain educational institutions in the city of Macas. **Results.** The physical and architectural conditions of some establishments do not contribute to achieving an environment that has a very important factor such as thermal comfort, a term that relates the properties of variables such as air quality, humidity conditions, sunshine, among others. The climatic conditions of the city of the case study are also established, such as temperature, incidence of wind and sun, regularity, indices, and incidence of rain, among other factors. **Conclusion.** It is necessary to determine passive strategies for solar control in high school educational establishments in the City of Macas, the same ones that can be applied in other areas of the same geographical region of the country that have the same climatic conditions.

---

## Introducción

En la actualidad la tendencia educativa a nivel mundial apunta a la aplicación de nuevas metodologías que enfocan el proceso educativo al aumento de la participación del estudiante, por medio de grupos de individuos que buscan mejorar el aprendizaje a través del trabajo conjunto para resolver problemas, realizar tareas o aprender nuevos conceptos, para lo cual se debe contar con ambientes adecuados para tal fin.

La educación es una acción solidaria de toda la comunidad por lo que, la escuela además de una dimensión pedagógica tiene también una dimensión política y social. Por eso la calidad de los espacios de los servicios destinados a la educación es un elemento estratégico en el futuro de la comunidad.

En este contexto, el diseño arquitectónico debe contribuir con la consecución de espacios de estudio que ofrezcan el ambiente adecuado para que se pueda desarrollar este aprendizaje.

Al respecto, se indica que, hay que concebir el aula como un espacio comunicativo en el que sus participantes, profesor y estudiantes, puedan comunicarse, interaccionar y modificarse unos a otros para alcanzar sus objetivos (García et al., 2001).

Hay que indicar también que, para lograr esa interacción entre los usuarios de un aula, se necesita que dicho ambiente cuente con un factor muy importante que es el confort térmico. “Las edificaciones deben proporcionar a sus ocupantes este ambiente confortable y saludable para la realización de las actividades cotidianas” (San Juan et al., 2014). Según la Norma ASHRAE 55-2013, se define al confort térmico como “la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico” (ASHRAE, 2021).

Estudios realizados que relacionan el rendimiento escolar con el confort térmico, demuestran que, en escuelas acondicionadas térmicamente, los estudiantes obtienen mejores respuestas académicas que aquellos en escuelas sin calefacción o refrigeración (Ré, 2016).

En el Ecuador desde hace varios años, la arquitectura escolar se basa en modelos tradicionales. El mismo concepto se repite en instituciones públicas y privadas del país, por lo que las deficiencias en diseño sostenible como orientación, usos de aislamientos térmicos o dispositivos de asoleamiento, son un factor común. En la última década, el Ministerio de Educación generó la Normativa para la construcción de Escuelas del Milenio, la misma que no toma en cuenta el confort térmico de sus ocupantes, ni la situación geográfica o la variación climática del lugar de emplazamiento, limitándose a replicar estos modelos en todo el país (Ledesma et al., 2004).

Para complementar esta situación, en el país no se cuenta con estudios específicos sobre confort térmico que se puedan aplicar a la gran variedad de pisos climáticos y zonas geográficas con los que contamos. Por lo que se ha adoptado la Norma internacional ISO 7730 para su uso en el Ecuador con la norma NTE INEN – ISO 7730, la misma que presenta métodos para la predicción de la sensación térmica general y del grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos.

En la zona intertropical, en donde se encuentra el Ecuador, confluyen variables como la presencia de la Cordillera de los Andes, la selva amazónica y la influencia del océano Pacífico, por lo que en el país se puede encontrar varios pisos climáticos que van desde el cálido hasta el glacial, en este contexto, la Ciudad de Macas, una de las más importantes de la Región oriental del Ecuador, que se encuentra en un piso climático cálido húmedo; en donde se realizó la presente investigación, la misma que tendrá una importancia

significativa debido a que sus resultados servirán para aplicarse o adaptarse a nuevos proyectos de instituciones educativas o mejorar y repotenciar las ya existentes.

Comunicar los resultados detallados, tiene el objetivo de brindar herramientas metodológicas para la toma de decisiones durante el proceso de diseño en aspectos que luego incidirán en el confort térmico y el desempeño energético del edificio (Ledesma et al., 2021).

La inexistencia de datos climatológicos en el país y la falta de estaciones meteorológicas hace difícil la medición de recursos climáticos con precisión (Odio et al., 2017). Con lo descrito anteriormente, este estudio pretende identificar las condiciones climáticas de la ciudad y sector de emplazamiento del estudio, para lo cual se ha recolectado información de variables, como temperatura, incidencia del viento y del sol, regularidad, índices e incidencia de las lluvias, entre otros factores para poder determinar la situación actual del factor de asoleamiento y sensación térmica que se producen en las aulas de bachillerato de esta ciudad, para de esta manera determinar estrategias y modelos de respuesta para el mejoramiento de las condiciones de los establecimientos existentes y de nuevos proyectos de infraestructura escolar.

El conocimiento de las condiciones climáticas reales sirve para obtener los valores de las variables independientes del entorno, las mismas que fueron recopiladas dentro de los establecimientos educativos del nivel de bachillerato existentes en la ciudad, a través de encuestas y toma de datos en el sitio. Con la tabulación de estos datos, este estudio busca establecer y evaluar las condiciones de confort térmico de las aulas y establecer el mejoramiento del control solar mediante estrategias de diseño pasivo.

El control solar constituye una estrategia muy importante en el diseño, que da respuesta a una necesidad ancestral de lograr protección ante la rigurosidad de la radiación solar (De la Paz, 2012). El objetivo de lograr condiciones de confort térmico adecuadas para la actividad educativa dentro del aula, no solamente se logra con un buen manejo del asoleamiento, sino que se debe considerar además factores que reduzcan la utilización de equipos climatizadores, como fundamento para la sustentabilidad de la edificación.

Es importante indicar que el proceso para lograr un confort térmico adecuado en un aula o en una construcción en general, empieza en la conceptualización y el diseño, en donde se requiere aplicar estrategias de control solar y ventilación natural que colaboren para alcanzar el confort térmico deseado, sin embargo, cuando esto no se considera, en el diseño arquitectónico ni en la construcción, es casi imposible alcanzar el confort térmico de forma pasiva (Giraldo-Castañeda et al., 2021), esto se evidencia que la metodología utilizada para el diseño arquitectónico de estructuras educativas, que en la mayoría de los casos, no toma en cuenta las variables climáticas y geográficas, pues el confort térmico no es la prioridad.



En el estudio de caso de un edificio escolar en San Juan Argentina, recomienda recopilar datos de las estaciones climáticas y de asoleamiento de un año escolar completo, para poder desarrollar un modelo de respuesta tomando en cuenta la época del año de mayor incidencia solar (Ré et al., 2021). Una alta cantidad de radiación solar, frente a áreas vidriadas extensas, ocasionaría un calentamiento excesivo en el interior de las aulas (Chang et al., 2008).

La norma colombiana para edificaciones escolares hace recomendaciones para clima cálido húmedo, en donde se promueve el uso de ventilación natural y la protección de la radiación solar para mantener un adecuado confort térmico del estudiante.

En estudios realizados sobre el tema, se toma en cuenta el aspecto integrador con el entorno y paisaje, analizando factores como la función de la fachada, factores tecnológicos y de posibilidades de construcción (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 1983).

En Chile se han realizado estudios que proyectan el confort térmico de edificios educativos considerando los cambios climáticos que se puedan presentar para las décadas de 2020, 2050 y 2080, para ubicarlos en el contexto de la sustentabilidad (Muñoz, 2018).

El confort térmico es difícil de medir, depende de varios factores climáticos y metabólicos, y cada individuo lo percibe de manera diferente según su fisiología y estado (Martínez et al., 2016), por lo que se realizaron encuestas para determinar de una forma cualitativa la percepción de los estudiantes, frente al confort térmico de las aulas que ocupan, pues este aspecto influye en el rendimiento y grado de atención del alumnado.

La obtención de datos reales en los lugares de estudio, pueden ayudar a los profesionales del diseño y la construcción a establecer estrategias adecuadas frente a las condiciones ambientales en nuevas edificaciones o para mejorar las existentes (De la Cruz et al., 2022).

Tomando en cuenta lo expuesto y respaldado por los artículos y autores citados, se puede observar que existe un gran avance en el estudio y aplicación del confort térmico y eficiencia energética en el área educativa a nivel internacional, pero a nivel local existe una falta evidente de investigación sobre el tema, la presente investigación pretende ser un aporte para llenar los vacíos existentes en el país, particularmente en la zona amazónica.

### Metodología

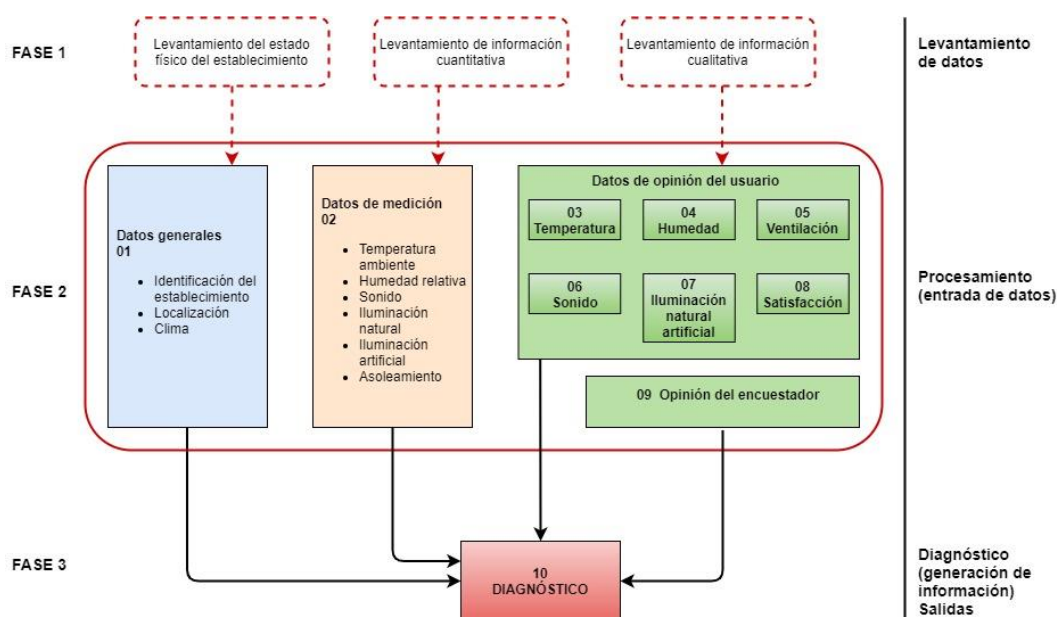
La presente investigación, obedece a una metodología según su enfoque, de tipo cuantitativa, puesto que se basará en datos aportados por los sujetos de estudio. Según su temporalidad, será longitudinal, pues se analizarán datos climáticos históricos de

estaciones meteorológicas para su uso en programas de análisis de clima. Según su alcance, es una investigación de carácter descriptivo – explicativo, ya que, en base a la descripción de los fenómenos climáticos producidos en el lugar de estudio, se puede determinar el nivel de confort térmico del ocupante de un espacio físico.

La metodología utilizada, se puede representar en tres fases: 1 levantamiento de datos, 2 procesamiento y 3 diagnóstico, como se indica en la figura 1.

**Figura 1**

*Esquema metodológico del presente estudio*



En la presente investigación, se consideró como población a los estudiantes del nivel de bachillerato de la ciudad de Macas, capital de la provincia de Morona Santiago, la misma está conformada por una sola parroquia urbana, se localiza al centro-sur de la Región Amazónica del Ecuador, en las coordenadas geográficas de latitud -2.3086 y longitud -78.111, a una altitud de 1030 msnm, con un clima cálido húmedo, con una temperatura promedio anual que oscila entre 22° y 23° C y una humedad relativa promedio anual del 81,5% (Fuente de información: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, estación meteorológica 842170 Macas aeropuerto).

En la ciudad existen un total de ocho instituciones educativas que cuentan con el nivel de bachillerato, con un total de 2683 alumnos según datos proporcionados por el Ministerio de Educación, como se muestra en la tabla 1, de esta población se estableció un muestreo aleatorio con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, dando como resultado un mínimo de 337 alumnos encuestados, para la realización de las encuestas, se contó con el respectivo permiso de la Coordinación Zonal 6 del Ministerio de Educación.

**Tabla 1***Establecimientos educativos con nivel de bachillerato existentes en la ciudad de Macas*

NÚMERO	INSTITUCION	CODIGO AMIE	SOSTENIMIENTO	MODALIDAD	DIRECCIÓN	#ESTUDIANTES BACHILLERATO	%
1	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL MARÍA AUXILIADORA	14H0002	FISCOMISIONAL	PRESENCIAL	BOLIVAR Y 9 DE OCTUBRE	280	10,44%
2	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL PURÍSIMA DE MACAS	14H00015	FISCOMISIONAL	PRESENCIAL	A.V. LUIS FELIPE JARAMILLO Y MODESTA RIVADENEIRA	18	0,67%
3	UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR EMANUEL UEPE	14H00017	PARTICULAR	PRESENCIAL	JUAN DE LA CRUZ Y AMAZONAS	40	1,49%
4	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL DON BOSCO	14H00023	FISCOMISIONAL	PRESENCIAL	10 DE AGOSTO Y DON BOSCO	650	24,23%
5	COLEGIO DE BACHILLERATO MACAS	14H00028	FISCAL	PRESENCIAL	HERNANDO DE BENAVENTE	1100	41,00%
6	COLEGIO DE BACHILLERATO 27 DE FEBRERO	14H00030	FISCAL	PRESENCIAL	12 DE FEBRERO Y AGUSTÍN MEDINA	220	8,20%
7	UNIDAD EDUCATIVA PCEI FISCOMISIONAL CAMILO GALLEGOS	14H00036	FISCOMISIONAL	SEMIPRESENCIAL	10 DE AGOSTO Y DON BOSCO	100	3,73%
8	UNIDAD EDUCATIVA SULTANA DEL ORIENTE	14H00498	PARTICULAR	VIRTUAL	CAPTAN FRANCISCO FLOR	275	10,25%
<b>TOTAL DE ESTUDIANTES</b>						<b>2683</b>	<b>100,00%</b>

**Nota:** Coordinación Zonal 6 del Ministerio de Educación

Se tomó la decisión de adoptar como población al alumnado de bachillerato de la ciudad, debido a que los niveles de educación básica y básica superior, se encuentran demasiado dispersos en la parroquia (división político-territorial de menor rango en Ecuador), existiendo instituciones que tiene una cantidad muy baja de alumnado, en contraposición, las instituciones de bachillerato tanto estatales como privadas, concentran en menos establecimientos a la totalidad de la población estudiantil de bachillerato, en la figura 2 se muestra la ubicación de la ciudad de Macas con respecto al Ecuador y la ubicación de las instituciones educativas de bachillerato en la ciudad.

**Figura 2**

*Ubicación de los establecimientos educativos de bachillerato en la ciudad de Macas*



### *Toma y análisis de datos*

En esta etapa se realizó el levantamiento de datos en el sitio, tomando como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 7730 que trata sobre la interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD, se aplicaron encuestas basadas en el método de Fanger, el mismo que toma en cuenta las diferentes variables que influyen en la valoración del ambiente térmico, se considera el nivel de actividad, las características de la ropa, la temperatura seca, la humedad relativa, la temperatura radiante media y la velocidad del aire (De Arnáiz, 2011). Todas estas variables influyen en los cambios térmicos hombre-entorno, afectando a la sensación de confort.

A través de las encuestas, se obtuvieron datos desde dos metodologías:

1. Estimación objetiva del Voto Medio Estimado (PMV) y a partir de este el Porcentaje de personas insatisfechas (PPD). Un Voto medio estimado comprendido entre -05 y 0.5 indica una sensación térmica de confort, valor que corresponde a un 90% de personas satisfechas con la sensación térmica, según el método de Fanger, el 10% de insatisfechos es el porcentaje máximo aceptable para poder considerar un ambiente interior térmicamente aceptable (Castejón, 1983).
2. Estimación subjetiva basada en votos de sensación térmica (TSV) y votos de preferencia térmica (PTV).

Se recomienda en varios estudios realizar la comparación de los resultados de las predicciones (PMV/PPD) con los de las apreciaciones en sitio (TSV/TPV).

Se realizaron encuestas válidas a 370 alumnos de bachillerato de la ciudad de Macas, tomando muestras proporcionales al porcentaje de su población con respecto al total de la ciudad.

La población de estudiantes está distribuida en 8 instituciones, 2 fiscales, 4 fiscomisionales y 2 particulares, en todas ellas se puede notar un modelo de infraestructura similar, en la que las aulas son de forma rectangular, con una capacidad promedio de 35 estudiantes, en la tabla 2 se muestra las cantidades de alumnos encuestados en cada institución.

**Tabla 2**

Cantidades de alumnos encuestados en cada Institución educativa

	INSTITUCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL MARIA AUXILIADORA	47
2	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL PURÍSIMA DE MACAS	11
3	UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR EMANUEL UEPE	0
4	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL DON BOSCO	93
5	COLEGIO DE BACHILLERATO MACAS	169
6	COLEGIO DE BACHILLERATO 27 DE FEBRERO	50
7	UNIDAD EDUCATIVA PCEI FISCOMISIONAL CAMILO GALLEGOS	0
8	UNIDAD EDUCATIVA SULTANA DEL ORIENTE	0
	<b>TOTAL DE ENCUESTADOS =</b>	<b>370</b>

Los grupos de alumnos encuestados debieron permanecer previamente en el lugar por un lapso de por lo menos 60 minutos, con las puertas cerradas y ventanas abiertas para la ventilación.

Juntamente con las encuestas, se realizó el levantamiento de datos de parámetros ambientales internos y externos, se realizaron mediciones de: temperatura del aire, velocidad del aire, temperatura de las superficies del entorno (se utilizó el anemómetro HoldPeak HP-866A, Luxómetro HoldPeak AP-866A, medidor de energía solar SM206, termómetro infrarrojo JZK-601 para temperatura de objetos, para el cálculo de la temperatura radiante media, humedad relativa y radiación solar).

Los cinco establecimientos encuestados, se encuentran distribuidos en la zona urbana de la ciudad, a continuación, se indica las características de los 5 establecimientos encuestados.

Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora, conformada por 4 bloques principales de aulas, los mismos que se desarrollan en 3 pisos alrededor de 2 patios. Cuenta con ventanas hacia la fachada exterior con un índice de proporción ventana-muro (WWR) del 38% y hacia el interior con un índice de vano del 31%, una capacidad por aula de 36 personas y un área por alumno de 1.56 m<sup>2</sup>/Al.

Unidad Educativa Fiscomisional Purísima de Macas, conformada por 1 bloque principal de aulas de 3 pisos y varios bloques para la educación general básica. Cuenta con ventanas en la fachada noreste, con un índice de proporción ventana-muro (WWR) del 25% y hacia el interior, fachada suroeste con un índice de proporción ventana-muro del 30%, una capacidad por aula de 30 personas y un área por alumno de 1.84 m<sup>2</sup>/Al.

Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco, conformada por 2 bloques principal de aulas de 2 pisos. Cuentan con ventanas en la fachada oeste con un índice de proporción ventana-muro (WWR) del 52% y en la fachada este con un índice de proporción ventana-muro del 43%, una capacidad por aula de 36 personas y un área por alumno de 1.84 m<sup>2</sup>/Al.

Colegio de Bachillerato Macas, conformado por 2 bloques principales de aulas de 2 pisos. Cuenta con ventanas hacia la fachada sur con un índice de proporción ventana-muro (WWR) del 45% y hacia el norte con un índice de proporción ventana-muro del 37%, una capacidad por aula de 31 personas y un área por alumno de 1.77 m<sup>2</sup>/Al.

Colegio de Bachillerato 27 de Febrero, conformado por 2 bloques principales de 2 pisos. Cuenta con ventanas hacia la fachada noroeste con un índice de proporción ventana-muro (WWR) del 45% y hacia el interior o sureste con un índice de proporción ventana-muro del 37%, una capacidad por aula de 31 personas y un área por alumno de 1.77 m<sup>2</sup>/Al. La figura 3 muestra la ubicación de las aulas encuestadas en los diferentes establecimientos.

Figura 3

*Ubicación de las aulas en los establecimientos educativos*



Unidad Educativa María Auxiliadora



Unidad Educativa Purísima de Macas



Unidad Educativa Don Bosco



Colegio de Bachillerato Macas



Colegio de Bachillerato 27 de Febrero

Nota: Google Earth Pro V7.3.6.

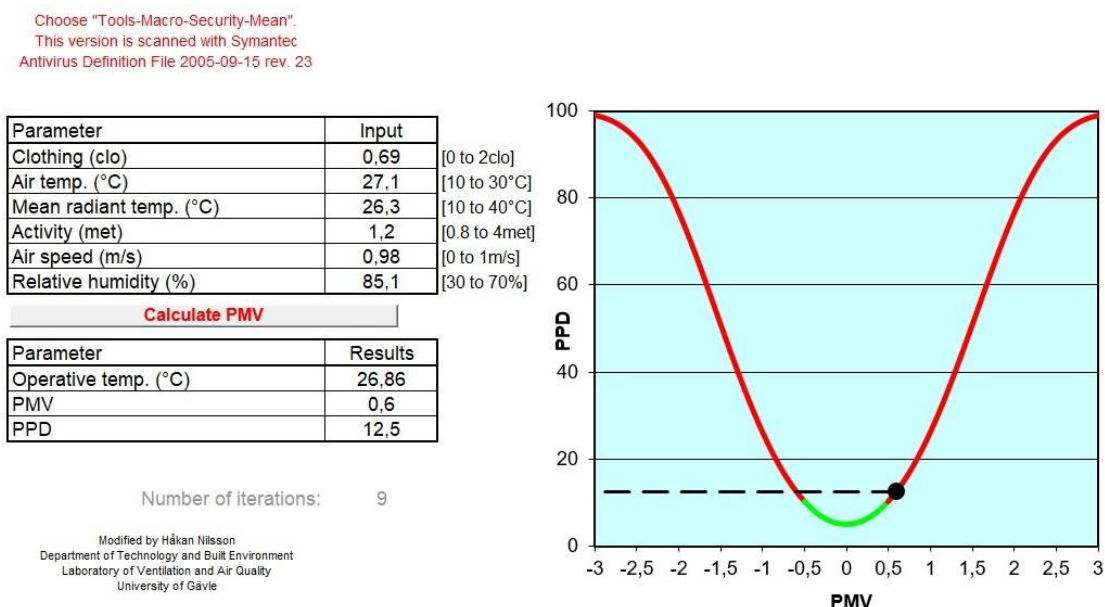
Se aplicó una encuesta según el método de Fanger, con un valor del CLO de un tipo de vestimenta normal (ropa interior, blusa o camisa o buso manga larga, pantalón o falda, calcetines, zapatos), además se obtuvo de valores medidos en el sitio como temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa, el valor de la actividad metabólica se adoptó de 1.20 met, atribuido a una actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela, laboratorio) y el valor de la temperatura radiante media como el resultado de la media de las temperaturas presentes en el aula:

considerando un factor de forma  $\sum_{j=1}^n F_{i \rightarrow j} = 1$  cuando las superficies forman un recinto cerrado.

De esta manera obtenemos para cada aula valores específicos de temperatura operativa, Estimación del Voto Medio Estimado (PMV) y el Porcentaje de personas insatisfechas (PPD), valores que serán contrastados con la evaluación subjetiva en el sitio, en la figura 4 se muestra el cálculo del PMV y PPD de una de aulas encuestadas.

**Figura 4**

*Cálculo de los valores PMV y PPD para el aula de 3° D de la Unidad Educativa Don Bosco.*



**Nota:** Elaborado en el programa para cálculo del método de Fanger del Departamento de Tecnología de la universidad de Gävle

La tabla 3 muestra los resultados del cálculo del PMV y PPD para las instituciones educativas encuestadas en la ciudad de Macas, se puede apreciar que el PMV es de 0.74



(caluroso, con sensación térmica inadecuada) y el PPD es de 19.11%, valor que se presenta fuera del rango aceptable (10% de insatisfacción térmica) según el método de Fanger.

Se puede apreciar también los valores de los votos de sensación térmica (TVS) suministrados en el sitio por los estudiantes, los mismos que difieren de los valores calculados, se tiene entonces un valor de TVS de 1.06 y un porcentaje de insatisfechos del 37.60%

**Tabla 3**

*Cálculo de los valores PMV y PPD para el aula de 3° D de la Unidad Educativa Don Bosco.*

INSTITUCIÓN	AULA	CANT.	°C	HUMEDAD RELATIVA	PMV	PPD	TVS	%TOTAL INSATISFECHOS	% INSATISFECHOS FRIO	% INSATISFECHOS CALOR
UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL MARIA AUXILIADORA	1°"B"	30	28,87	84,6	1,5	50,9	1,07	43,3	3,3	40,0
	1°"C"	17	28,44	82,7	1,0	26,1	1,18	47	0	47,0
UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL PURÍSIMA DE MACAS	1°"B"	11	27,74	85	0,6	12,5	1,09	36,4	0	36,4
	2°"A"	21	27,41	78,0	0,5	10,2	1,19	38,1	4,8	33,3
UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL DON BOSCO	2°"C"	25	26,77	78,6	0,3	6,3	0,96	44,0	12,0	32,0
	3°"D"	22	26,86	85,1	0,6	12,5	1,00	27,3	9,1	18,2
	3°"E"	25	27,59	75,6	0,9	22,1	0,96	44,0	12,0	32,0
COLEGIO DE BACHILLERATO MACAS	1°"A" INF	24	29,08	86,7	1,5	50,9	1,42	66,7	8,4	58,3
	1°"B" INF	19	28,52	83,6	1	26,1	1,3	52,6	0	52,6
	1°"C" INF	21	26,73	87,5	0,6	12,5	1,52	42,9	0	42,9
	B" CIENCIA	22	28,31	82,5	0,9	22,1	1,05	36,4	0	36,4
	C" CIENCIA	20	26,94	77,5	0,7	15,3	0,8	15,00	0	15,0
	A" CIENCIA	23	27,17	82,1	0,8	18,5	0,9	39,1	4,3	34,8
	°"A" CONT	17	26,94	88,2	0,8	18,5	0,94	35,3	5,9	29,4
	°"B" CONT	23	26,94	82,4	0,7	15,3	0,74	34,8	8,7	26,1
COLEGIO DE BACHILLERATO 27 DE FEBRERO	1°"A"	19	25,88	79,8	0,5	10,2	0,84	26,3	0	26,3
	2°"A"	14	27,9	80,9	0,9	22,1	1,14	35,7	0	35,7
	2°"B"	7	25,59	85,3	0,2	5,8	0,86	14,3	0	14,3
	°HOTELERL	10	25,48	78,4	0,1	5,2	1,09	36,4	0	36,4
<b>TOTALES.</b>		<b>370</b>	<b>27,32</b>	<b>82,34</b>	<b>0,74</b>	<b>19,11</b>	<b>1,06</b>	<b>37,66</b>	<b>3,61</b>	<b>34,06</b>

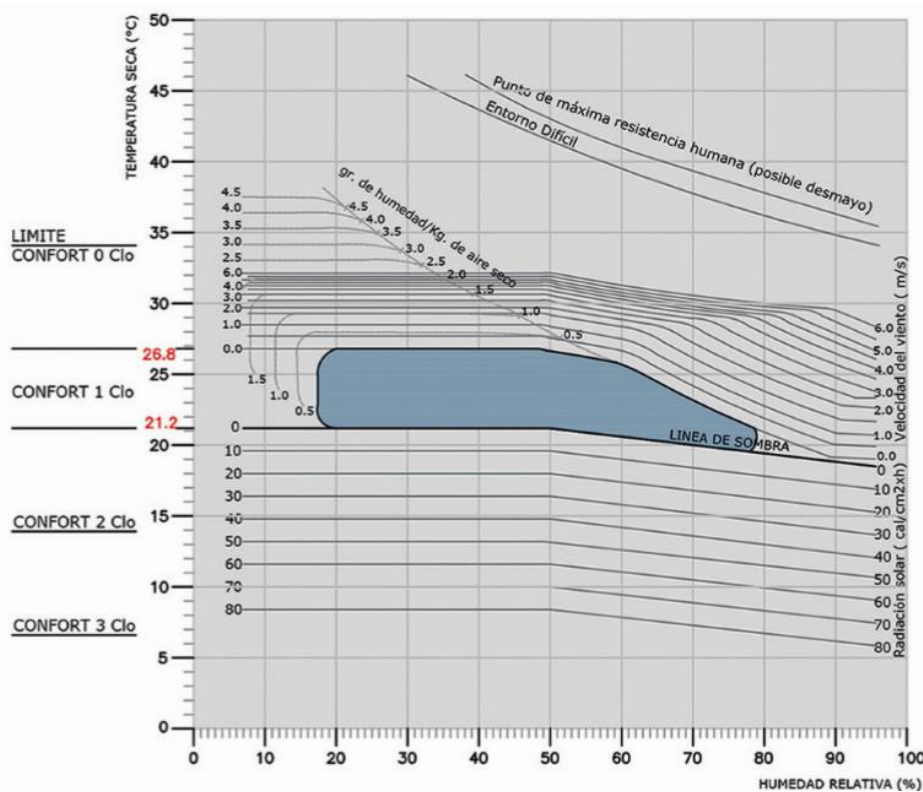
En el estudio realizado de “Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador”, se realizan climogramas correspondientes a los diferentes niveles térmicos del país, tomando en cuenta características como las actividades físicas de las personas, dirección y velocidad del viento, temperatura, entre otras, haciendo hincapié en la capacidad de los habitantes de soportar temperaturas más

elevadas, lo que conlleva a una percepción diferente del confort térmico (Guillén-Mena, 2014).

En la figura 5 se muestra el climograma clásico de Olgay para el “nivel térmico 2”, zona en donde se ubica la ciudad de Macas, en donde se registra una zona de confort térmico que va desde los 21.2 °C hasta los 26.8°C.

**Figura 5**

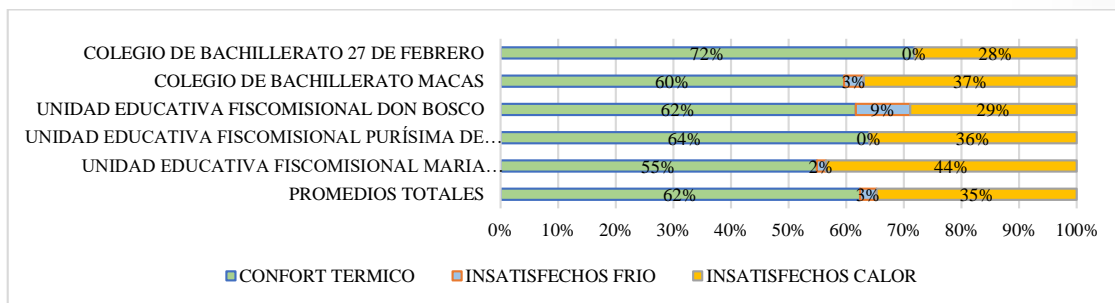
*Climograma de confort “Nivel térmico 2” para zonas del Litoral y Amazonía del Ecuador.*



Realizando el análisis de los datos de la tabla 3, se puede observar que la temperatura operativa promedio (27.32°C), se encuentra dentro del rango de temperatura de confort determinado para el nivel térmico, adicional a esto, se obtuvo un 3,61% del total de encuestados que tienden a la insatisfacción térmica debido a la sensación de frío, y un 35.00% que tienden a la insatisfacción térmica hacia el calor, como se indica en la figura 6.

**Figura 6**

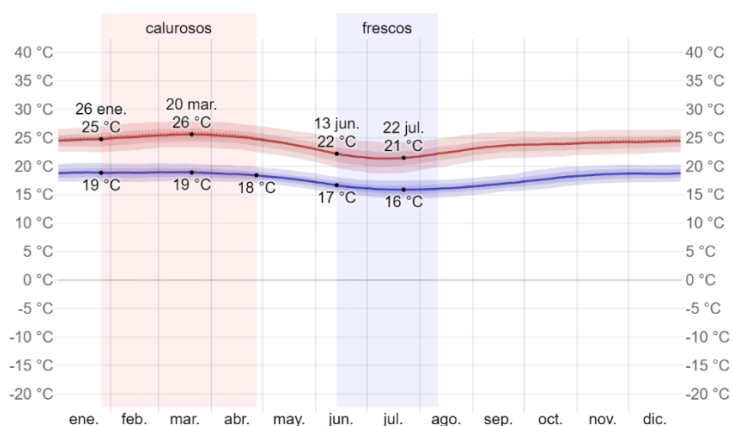
*Porcentajes de sensación térmica en los establecimientos encuestados.*



La insatisfacción térmica con tendencia a la sensación de calor se debe a que las encuestas se realizaron en la semana del justifica por la época de calor en la que se tomaron los datos, específicamente la semana del 20 al 24 de marzo, considerada la más calurosa del año, como lo muestra la figura 7.

**Figura 7**

*Meses más calurosos y frescos durante el año en la ciudad de Macas*



**Nota:** © WeatherSpark.com (imagen reproducida con fines académicos)

Debemos también tomar en cuenta que el alto porcentaje de personas insatisfechas con tendencia al calor se debe a los altos valores de radiación solar presentes en el momento de realizar la encuesta, valores medidos que registraron hasta los 751 w/m<sup>2</sup>, que superan ampliamente el valor promedio diario (360 w/m<sup>2</sup>), lo que es un indicador de que en épocas calurosas la radiación solar es un factor que modifica los valores de confort térmico que sienten los alumnos.

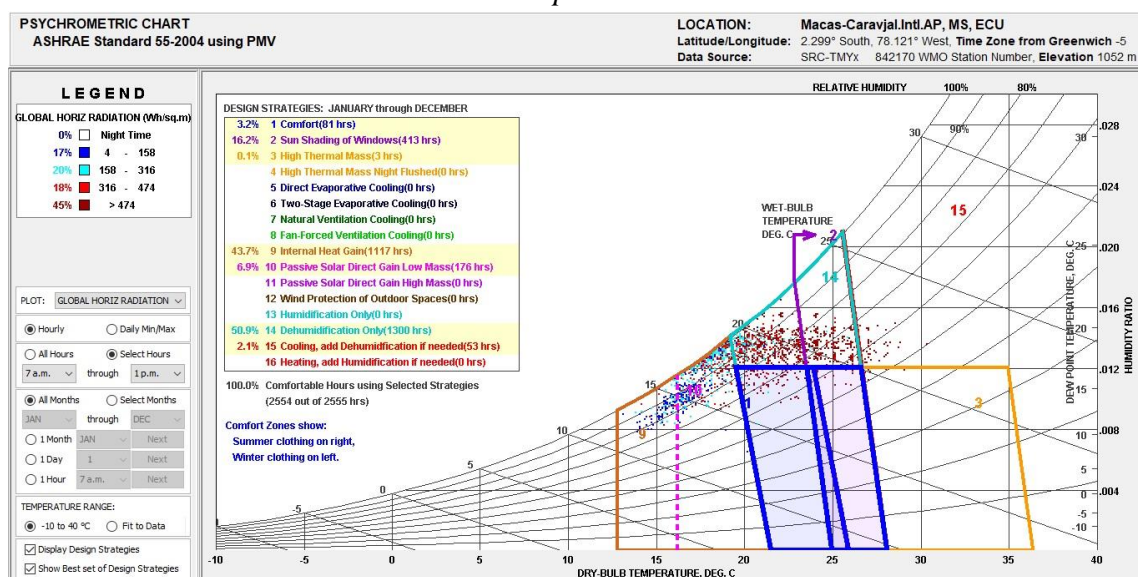
Entre las recomendaciones en diseño y procesos constructivos para lograr un buen proyecto bioclimático, podemos encontrar las que son producto del climograma generado

con la ayuda del programa Climate Consultant, que presenta metodologías de respuesta ante condiciones climáticas de un lugar específico. Para la ciudad de Macas, en el horario escolar, comprendido entre las 7h00 y 14h00, el climograma indica que la mayoría de las horas de labor anual, se encuentran fuera de la zona de confort, si bien es cierto que la mayoría están dentro del rango de confort térmico (21.2 °C - 26.8°C), la presencia de una humedad relativa alta hace que el estudiante se sienta incómodo.

En la figura 8 se indica las estrategias recomendadas en base a la tabla psicométrica generada en el programa Climate Consultant para la ciudad de Macas, complementan las estrategias planteadas en este estudio.

**Figura 8**

*Cuadro Psicométrico para la ciudad de Macas*



Nota: Climate Consultant 6.0

El manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificio Públicos de Chile también aporta con métodos para el control solar, indicando que las ganancias solares pueden producir sobrecalentamientos, provocando incomodidad del usuario (Ministerio de Obras Públicas de Chile, 2012). Estudios realizados en Tucumán – Argentina, indican también que se debe evitar el ingreso de la mancha solar en la totalidad del período escolar, lo que conlleva a la aplicación de varias estrategias para el control de la radiación solar (Ledesma et al., 2004).

Los establecimientos educativos, a parte de la radiación, deben dar respuesta también al calor generado por los ocupantes, existen varios estudios que indican que la mejor forma de disipar el calor metabólico es por medio de la ventilación cruzada (Gómez, 2012).

En la tesis doctoral titulada ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL MICROCLIMÁTICO DEL ESPACIO ENTRE EDIFICACIONES EN CLIMA CÁLIDO – HÚMEDO, se concluye que el microclima entre edificaciones se ve afectado por la mala combinación de elementos exteriores, que no ofrecen una adecuada protección solar o no conducen el viento de una forma adecuada (Gómez de Perozo, 2012).

#### *Influencia de los parámetros arquitectónicos en el confort térmico*

**El modelo arquitectónico educativo**, como ya se indicó anteriormente, es un concepto que se replica en todo el país, con una forma básica rectangular, con ventanas bilaterales, con un índice de vano general de 38,91% de las fachadas y un área promedio de 1.76 m<sup>2</sup> por alumno, como se indica en la tabla 4.

**Tabla 4**

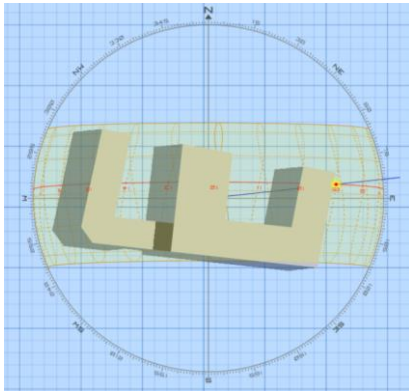
#### *Dimensiones de aulas de clase*

INSTITUCIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	INDICE DE PROPORCION VENTANA-MURO EXTERIOR (%)	INDICE DE PROPORCION VENTANA-MURO INTERIOR (%)	CAPACIDAD	m <sup>2</sup> /Al	m <sup>3</sup> /Al
UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL MARIA AUXILIADORA	8,8	6,2	3,05	54,56	166,41	38,66	31,18	35	1,56	4,75
UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL PURÍSIMA DE MACAS	8,9	6,2	3,26	55,18	179,89	25,86	30,3	30	1,84	6,00
UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL DON BOSCO	8,6	7,5	3,16	64,5	203,82	52,28	43,8	35	1,84	5,82
COLEGIO DE BACHILLERATO MACAS	9	6,1	2,9	54,9	159,21	37,78	45,75	31	1,77	5,14
COLEGIO DE BACHILLERATO 27 DE FEBRERO	9	6,1	2,9	54,9	159,21	37,78	45,75	31	1,77	5,14
VALORES PROMEDIO	8,86	6,42	3,05	56,81	173,71	38,47	39,36	32,40	1,76	5,37

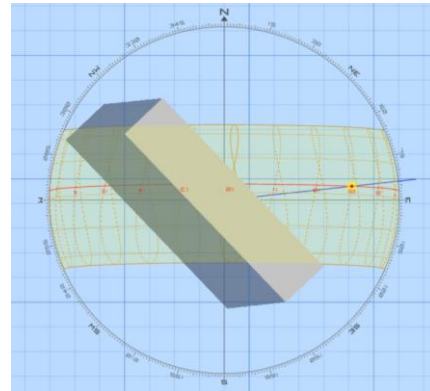
**La orientación**, se convierte en un factor determinante para lograr un adecuado confort térmico, debido a que la posición correcta del edificio escolar permitirá el aprovechamiento tanto de la radiación solar como de los vientos predominantes. La figura 9 muestra la orientación de los edificios de las Instituciones Educativas encuestadas con respecto al norte geográfico.

**Figura 9**

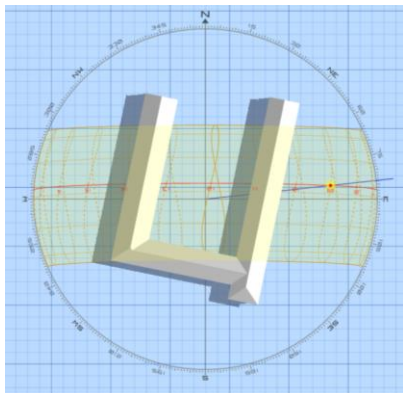
*Orientación de edificaciones*



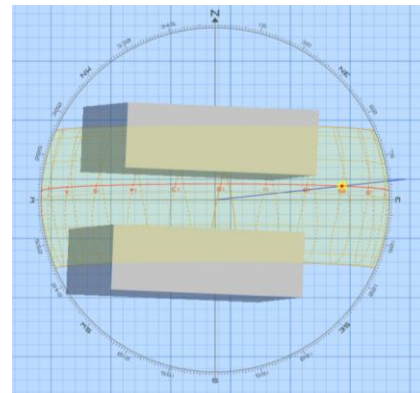
Edificio Unidad Educativa María Auxiliadora.



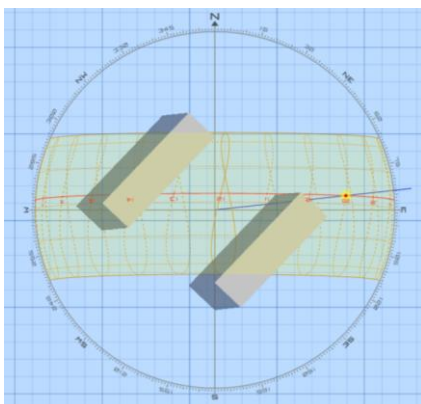
Edificio Unidad Educativa Purísima de Macas



Edificio Unidad Educativa Don Bosco.



Edificio del Colegio de bachillerato Macas.



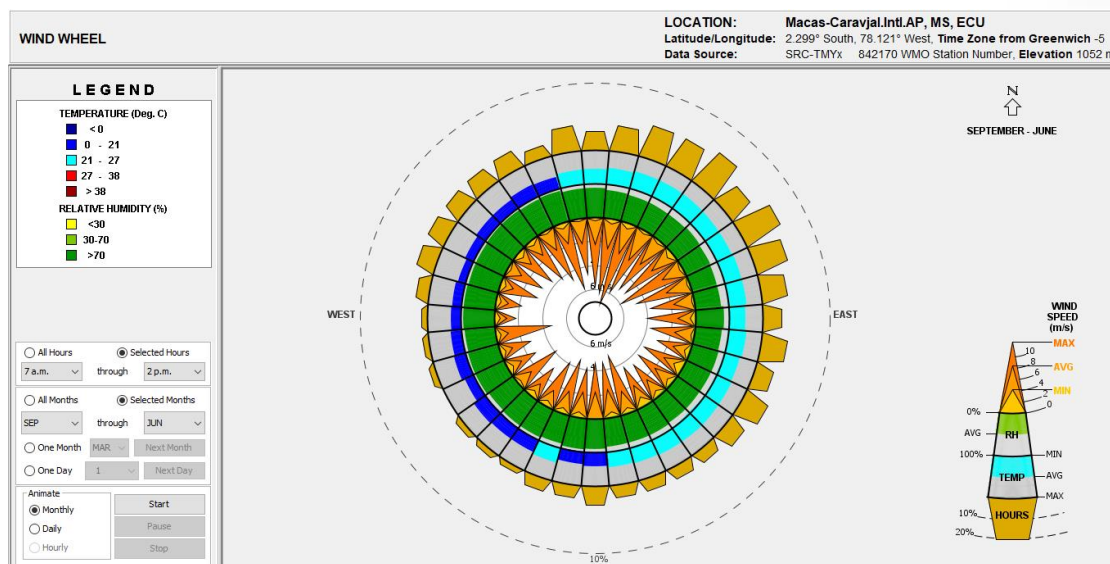
Edificio de bachillerato 27 de Febrero.

**Nota:** Visualizado con el software3D Sun-Path.

Unidad educativa	Orientación de fachadas	% de eficiencia del control solar en fachadas
Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora	Este / Oeste	70%
Unidad Educativa Fiscomisional Purísima de Macas	Noreste / Suroeste	80%
Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco	Este / Oeste	70%
Colegio de bachillerato Macas	Norte / Sur	100%
Colegio de bachillerato 27 de Febrero	Sureste / Noroeste	80%
Eficiencia promedio		80%

**Figura 10**

*Rosa de los vientos de la ciudad de Macas*



Nota: Climate Consultant 6.0

La figura 10 indica los valores promedio anuales de dirección, frecuencia y velocidad de los vientos dominantes en la ciudad de Macas.

Del análisis de la trayectoria solar para la ciudad de Macas, se puede determinar que la orientación óptima de las aulas de forma rectangular y de sus edificios, es alinear su eje longitudinal en el sentido Este-Oeste, para de esta manera evitar las altas cantidades de radiación solar directa en las ventanas de los espacios, generando patios o espacios con aberturas hacia el Noreste, que es la dirección desde donde se obtienen los vientos predominantes, lo que permitiría una renovación positiva del aire en los espacios para de esta manera regular el confort térmico.

Si observamos la posición de los edificios del caso de estudio, podemos indicar que la **Unidad Educativa María Auxiliadora**, tiene pabellones de aulas con ventanas bilaterales, y en sus accesos principales cuenta con corredores cubiertos que aparte de servir para la circulación, protegen del sol a las ventanas interiores, sin embargo existen aulas cuyos fachadas están orientadas hacia el este y oeste, lo que provoca que en las primeras horas de la mañana y en horas de la tarde, estos elementos tengan radiación directa sobre sus ventanas.

La **Unidad Educativa Purísima de Macas**, cuenta con un pabellón de aulas de 3 pisos, con un corredor de circulación dispuesto hacia el interior del predio, su orientación está condicionada por la inclinación del terreno, y ubica su eje longitudinal en el sentido Noroeste-Sureste, lo que provoca que las ventanas exteriores reciban radiación solar

directa en la mañana, obligando el uso de cortinas como dispositivo de control solar interno, las ventanas interiores, al estar bajo la protección del corredor que funciona como alero, se ven afectadas en las últimas horas de la tarde, horario en el que no son utilizadas las aulas, por lo que no se requiere ningún elemento de control solar.

**La unidad Educativa Don Bosco**, posee 2 de los 3 pabellones con su eje principal en la dirección Norte-Sur, lo que ocasiona la radiación directa de las aulas en la mañana principalmente, tanto en su fachada interior como exterior, los corredores que se desarrollan hacia el interior del predio, evitan la entrada de sol en la mañana, no así en las ventanas exteriores, situación que ocasiona que las aulas que se ven afectadas por la acción del sol, se utilicen cortinas como dispositivo de control interno.

El **Colegio de bachillerato Macas**, dispone de 2 pabellones principales de aulas de 2 pisos, los mismos que están orientados en su eje longitudinal en el sentido Este-Oeste, lo que logra la máxima protección solar, evitando de esta manera el soleamiento directo sobre las áreas de ventana exterior o interior, eliminando los dispositivos de control solar interiores como cortinas o persianas.

El **Colegio de bachillerato 27 de Febrero**, posee la geometría estándar de las construcciones escolares públicas, con 2 pabellones orientados según el predio con su eje longitudinal en sentido Noreste-Suroeste, con ventanas bilaterales, lo que provoca que la fachada exterior de uno de los pabellones y la fachada interior del otro, reciban soleamiento directo, si bien es cierto el corredor protege del soleamiento directo a un pabellón, el otro se ve afectado por radiación directa, a pesar que el índice de vano sea el 37%.

## Resultados

Para el desarrollo de las estrategias de control solar, se ha tomado como referencia la caracterización y clasificación de los elementos de control solar establecido en la Guía Técnica para el Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía Español.

Teniendo en cuenta que el confort térmico de los estudiantes se ve afectado de mayor forma en los momentos en los que existe mayor radiación e incidencia solar, se presentan alternativas de control pasivo mediante la utilización de dispositivos de control del asoleamiento sin que disminuya el ingreso de iluminación natural.

Para la propuesta de alternativas y metodologías, se adopta uno o varias de los dispositivos, combinando sus potencialidades o reforzando las estrategias con las que cuentan las edificaciones y sus emplazamientos.

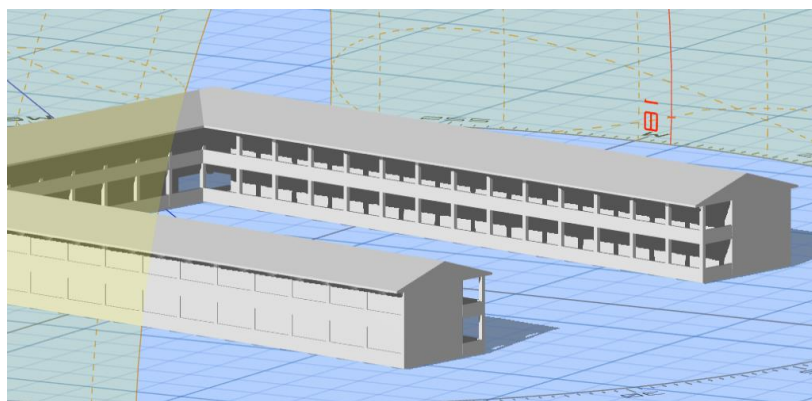


Considerando que las estrategias sugeridas, se aplican en infraestructura nueva y en aquella ya existe, tenemos:

- **Orientación**, de lo descrito anteriormente, se desprende que la orientación óptima de las aulas en la ciudad de Macas es aquella en la que su eje longitudinal se encuentra en el sentido este-Oeste, y las ventanas hacia el Norte y Sur, característica que ayudará a evitar la radiación solar directa en el acristalamiento de las ventanas, permitiendo un mejor control del confort térmico del espacio interior.
- **Ventilación**, se debe utilizar medidas para que dentro del aula se pueda contar con una adecuada ventilación cruzada, por lo que es importante que las aulas tengan iluminación y ventilación bilateral, las ventanas deberán contar con sistemas de apertura en la parte superior de las mismas, con la intención de no causar sensación de frío a los alumnos que se encuentren en su curso, se recomienda que la velocidad interna esté en el rango de 0.13 a 0.20 m/s (actividades interiores sedentarias).
- **Patios cubiertos y ventilados**, se recomienda que en climas cálidos como el de la Ciudad de Macas, los patios de las instituciones sean cubiertos, y con aperturas orientadas hacia los vientos predominantes de todo el año, que, en este caso, van desde vientos del Noroeste, Norte, Noreste y en menor cantidad desde el Este, lo que permitirá un mejor control de la temperatura interior de las instalaciones y un mejor barrido del aire caliente durante la noche.
- **Incorporación de elementos de protección solar**, es decir la utilización de elementos rígidos como aleros, estantes de luz o pantallas, que, sin perjudicar la correcta iluminación interior, disminuyan el acceso directo de radiación solar, sobre todo en el área contigua a las ventanas.
- La totalidad de los establecimientos encuestados, en donde se concentra la mayoría de la población del Bachillerato de la ciudad, tienen una estructura común de pabellones de aulas, como se muestra en la figura 11, tienen iluminación bilateral con un corredor de circulación en un lado del edificio, que funciona como un alero que protege del sol a las aulas existentes en esa fachada.

**Figura 11**

*Tipología arquitectónica típica, ventanas bilaterales, corredor cubierto en un lado  
(caso Unidad Educativa Don Bosco)*



**Nota:** Visualizado con 3D Sun-Path

En las fachadas con corredor cubierto de por lo menos 3m de ancho con orientación al este, que es la menos favorable, en las primeras horas de la jornada escolar (7:00 a 9:00), existe incidencia solar, ésta va disminuyendo hacia el mediodía, de manera que, en el horario de mayor radiación solar, es decir desde las 10:00 hasta las 14:00, las fachadas indicadas no se ven afectadas. Los corredores cubiertos orientados al este proporcionan una eficiencia del 70% durante la jornada escolar (07:00 a 14:00).

En cuanto a las fachadas exteriores orientadas hacia el Este, se ven afectadas por la acción directa del sol, por lo que, para estos casos, se recomienda la inclusión de pantallas verticales, los mismos que evitan una entrada directa del sol dispersando la luz y haciendo que pueda llegar hasta el interior del aula, sin la radiación solar directa.

- Se deberá incorporar a los espacios verdes, elementos vegetales que puedan servir de dispersores de luz y radiación solar.
- Diseño arquitectónico, con la ayuda del software Climate Consultant, se generaron estrategias pasivas para aplicarse en el diseño arquitectónico, la inclusión de porches, la utilización de aleros extensos, el uso de barreras vegetales y el aprovechamiento del aire circulante para lograr una ventilación adecuada, tanto en aulas como en espacios entre cubiertas y cielo rasos.

**Conclusiones**

- La zona amazónica del Ecuador posee varias situaciones climáticas, que van desde una lluvia que dure todo el día, pasando por días nublados, hasta días de intenso sol y humedad, sin embargo, el presente estudio, pretende establecer

ciertos parámetros que ayuden a alcanzar niveles recomendados de confort térmico con énfasis en el control solar.

- Las mediciones realizadas en las aulas reflejan una temperatura interna promedio de 27,32°, la misma que se encuentra fuera del rango de confort para el nivel térmico 2 para zonas del Litoral y Amazonía del Ecuador, esto se ratifica al observar el porcentaje del 34,06% de personas insatisfechas debido al calor.
- En base al análisis de los modelos de los edificios y la acción del sol en el lugar geográfico, se concluye que la orientación óptima es la que orienta las fachadas con ventanas hacia el norte y el sur.
- Todas edificaciones analizadas cuentan con corredores cubiertos de circulación con un ancho promedio de 3,00m, que ofrecen una eficiencia del 100% ante la acción del sol, siempre y cuando la orientación sea la adecuada, a partir de allí, cualquier inclinación reduce la eficiencia. Las edificaciones de las instituciones encuestadas ofrecen una eficiencia promedio del 80%, este valor podría incrementar si se implementan las recomendaciones indicadas.
- Se debe tener en cuenta que la aplicación de estas estrategias colaborará con el ahorro energético, pues como resultado se tendrá una potencial reducción del uso de sistemas eléctricos de ventilación y climatización.
- Los resultados obtenidos, podrán servir de base para optimizar futuros trabajos que busquen un mejoramiento continuo del confort térmico en un clima Cálido húmedo.
- Es importante que para la aplicación de las metodologías propuestas se cuente con la variedad de datos climáticos de: temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar, estado del sol, entre otros.
- Se ha logrado cumplir con el objetivo de analizar los factores climáticos de la ciudad de Macas y plantear estrategias de control solar, sin embargo, al tratarse únicamente del nivel de bachillerato, el presente estudio pretende servir como punto de partida para el análisis del control solar en niveles de educación básica, ya que los alumnos de este nivel presentan diferentes parámetros físicos y psicológicos.
- Se recomienda que, para futuros proyectos de infraestructura educativa, a partir de las recomendaciones realizadas, y tomando en cuenta las condiciones climáticas particulares de cada proyecto, se realicen las consideraciones de diseño necesarias desde el inicio de la etapa de diseño y no sea un alcance cuando se trate de solucionar problemas de confort térmico.

### **Agradecimientos**

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría 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, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### ***Referencias Bibliográficas***

ASHRAE. (2021). Standard 55-2020 -- *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. [https://www.techstreet.com/ashrae/standards/ashrae-55-2020?product\\_id=2207271](https://www.techstreet.com/ashrae/standards/ashrae-55-2020?product_id=2207271)

Castejón Vilelia, E. (1983). NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*.

Chang Escobedo, J. A., Diaz Chavez, V. R., & Huaylinos Maravi, L. A. (2008). *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos*. Ministerio de Educación Viceministerio de Gestión Institucional Oficina de Infraestructura Educativa. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/9A45F1BED1AB7C6705257CCA00550ABD/\\$FILE/GuiaBioclim%C3%A1tica2008.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A45F1BED1AB7C6705257CCA00550ABD/$FILE/GuiaBioclim%C3%A1tica2008.pdf)

De la Cruz Chaidez, M. T., Armendáriz López, J. F., Martín del Campo Saray, F. J., Sahagún Valenzuela, M. I., Castañón Bautista, M. C., & García Gómez, C. (2022). Thermal and luminic comfort assessment in university classrooms in Tijuana, Baja California. Case of study FCITEC, Valle de las Palmas. *Revista de Ciencias Tecnológicas (RECIT)*, 5(4), e233. <https://doi.org/10.37636/recit.v5n4e233>

De Arnáiz Sancho, V., De Basterrechea Meunier, I., & Salvador Carreño, S. (2011). Guía para proyectar y construir escuelas infantiles. *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 1(1), 157–176. <https://revistas.usc.gal/index.php/reladei/article/view/4627>

De la Paz Pérez, G., (2012). Brise-soleil, recurso arquitectónico de control solar: Evolución y propuesta de diseño optimizado para Camagüey. *Arquitectura y Urbanismo*, 33(2), 79-94.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376834404007>

García, R., Traver, J. A., & Candela, I. (2001). *Aprendizaje cooperativo: fundamentos, características y técnicas*. Editorial CCS. ISBN:9788483164617

- Giraldo-Castañeda, W., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 115–124.  
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.2938>
- Gómez de Perozo, Nersa. (2012). *Estrategias para el control micro climático del espacio entre edificaciones en clima cálido – húmedo*. [Tesis Doctoral, Industriales Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.].  
<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.12266>
- Guillén-Mena, V. (2014). Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador. *CONAMA 2014 Congreso Nacional del Medio Ambiente*.  
[https://www.researchgate.net/publication/308229797\\_Metodologia\\_de\\_evaluacion\\_de\\_confort\\_termico\\_exterior\\_para\\_diferentes\\_pisos\\_climaticos\\_en\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/308229797_Metodologia_de_evaluacion_de_confort_termico_exterior_para_diferentes_pisos_climaticos_en_Ecuador)
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. (1983). NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación.  
[https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_074.pdf/1a5d4655-f44d-4118-9516-281a452e820d](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_074.pdf/1a5d4655-f44d-4118-9516-281a452e820d)
- San Juan, G., Hoses, S., & Martini, I. (2014, diciembre). Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI: Nota 5: Auditoría ambiental y condiciones de confort en establecimientos escolares. *BID*.  
<https://publications.iadb.org/es/publicacion/17002/aprendizaje-en-las-escuelas-del-siglo-xxi-nota-5-auditoria-ambiental-y>
- Ledesma, S. L., Gonzalo, G., Cisterna, S., Vega, G. M., Quiñones, G. I., & Nota, V. M. (2004). Evaluación comparativa de eficiencia de parasoles y su incidencia en la iluminación natural de aulas en San Miguel de Tucumán. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 8. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81696>
- Ledesma, S. L., Nota, V. M., & Cisterna, M. S. (2021). Control y aprovechamiento solar. Una estrategia básica para la sustentabilidad edilicia. *AREA, Agenda de Reflexión En Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, 28(1).  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8446726>
- Martínez Molina, A., Tort Ausina, I., & Vivancos Bono, J. L. (2016, July 14). Analysis of the implementation of occupant thermal environment surveys in different buildings with different uses. *AEIPRO. 20th International Congress on Project Management and Engineering*. Cartagena.  
<https://www.aepro.com/files/congresos/2016cartagena/05010.4661.pdf>

- Ministerio de Obras Públicas de Chile. (2012, May 1). *Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos*. KIMEN.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12140/32610>
- Muñoz, C. A. (2018). Diseño pasivo de aulas escolares para el confort térmico, en una perspectiva del cambio climático. *Arquitecturas Del Sur*, 36(54), 70–83.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6751645>
- Odio, S. A., Zurita, M. T., Codena, J. G., Martínez, J., Asitimbay, J., & Zurita, E. T. (2017). Validación del recurso solar en el Ecuador para aplicaciones de media y alta temperatura. *INNOVA Research Journal*, 2(7), 34–45.  
<https://doi.org/10.33890/innova.v2.n7.2017.226>
- Ré, G. (2016). Análisis del comportamiento térmico de dos escuelas de tipología edilicia diferenciada, en el área. Conference: Actas VIII Creta "Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura"  
[https://www.researchgate.net/publication/309430387\\_ANALISIS\\_DEL\\_COMPOR\\_TAMIENTO\\_TERMICO\\_DE\\_DOS\\_ESCUELAS\\_DE\\_TIPOLOGIA\\_EDILICIA\\_DIFERENCIADA\\_EN\\_EL\\_AREA\\_METROPOLITANA\\_DE\\_SAN\\_JUAN\\_ARGENTINA](https://www.researchgate.net/publication/309430387_ANALISIS_DEL_COMPOR_TAMIENTO_TERMICO_DE_DOS_ESCUELAS_DE_TIPOLOGIA_EDILICIA_DIFERENCIADA_EN_EL_AREA_METROPOLITANA_DE_SAN_JUAN_ARGENTINA)
- Ré, M. G., Mazzocco, M. P., & Filippín, C. (2021). Mejoras de eficiencia energética en calefacción. Potencial de intervención en edificio escolar existente del área Metropolitana de San Juan, Argentina. *Hábitat Sustentable*, 11(1), 20–31.  
<https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.01.02>

### Conflicto de intereses

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

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




## Indexaciones




# La necesidad de jueces constitucionales especializados para conocer y resolver garantías jurisdiccionales en el Ecuador

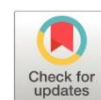
*The need for specialized constitutional judges to know and resolve jurisdictional guarantees in Ecuador*

<sup>1</sup> Luis Fabián Tenecota Huerta  
Universidad Católica de Cuenca.  
[luis.tenecota.57@est.ucacue.edu.ec](mailto:luis.tenecota.57@est.ucacue.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0003-1788-4968>

<sup>2</sup> David Sebastián Vázquez Martínez  
Universidad Católica de Cuenca.  
[david.vazquez@ucacue.edu.ec](mailto:david.vazquez@ucacue.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0002-7430-0351>



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2023

Revisado: 18/06/2023

Aceptado: 04/07/2023

Publicado: 01/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2633>

Cítese:

Tenecota Huerta, L. F., & Vázquez Martínez, D. S. (2023). La necesidad de jueces constitucionales especializados para conocer y resolver garantías jurisdiccionales en el Ecuador. *Ciencia Digital*, 7(3), 199-221.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2633>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, 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://cienciadigital.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 Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



**Palabras claves:**

Derecho constitucional; justicia; Constitución; democracia; derecho a la justicia; jurista.

**Keywords:**

Constitutional law; justice; Constitution; democracy; right to justice; jurist.

**Resumen**

El simple cambio de denominación para los administradores de justicia, que al conocimiento de garantías jurisdiccionales pasan a ser jueces constitucionales, ha sido un total desacierto en el Ecuador. El objetivo es promover el principio de especialidad en materia constitucional, tanto de administradores de justicia cuanto en los profesionales del derecho en general. La investigación tuvo el enfoque cualitativo basándose en la fundamentación teórica, con un alcance descriptivo explicativo para lo cual se aplicaron métodos como el inductivo-deductivo, histórico-lógico, analítico-sintético y derecho comparado. Se estableció como resultado que la falta de jueces debidamente especializados en materia constitucional vulnera los derechos a la seguridad jurídica, la tutela judicial efectiva y el debido proceso. Como aporte se estableció la necesidad imperiosa de a futuro forjar una reforma al código orgánico de la función judicial que faculte al Consejo de la Judicatura a crear unidades distritales especializadas para el conocimiento de garantías jurisdiccionales, con la selección y designación de jueces constitucionales debidamente especializados para tratar exclusivamente casos de conmoción.

**Abstract**

The simple change of denomination for justice administrators, who upon knowledge of jurisdictional guarantees become constitutional judges, has been a complete mistake in Ecuador. The objective is to promote the principle of specialty in constitutional matters, both for justice administrators and for legal professionals in general. The research had a qualitative approach based on the theoretical foundation, with a descriptive explanatory scope for which methods such as inductive-deductive, historical-logical, analytical-synthetic, and comparative law were applied. It was established as a result that the lack of judges duly specialized in constitutional matters violates the rights to legal security, effective judicial protection, and due process. As a contribution, the urgent need was established to forge a reform to the organic code of the judicial function in the future that empowers the Council of the Judiciary to create specialized district units for knowledge of jurisdictional guarantees, with the selection and appointment of judges and constitutional judges duly specialized to deal exclusively with concussion cases.

## Introducción

Las garantías jurisdiccionales en el Ecuador están plenamente determinadas en la normativa legal vigente, tales son: la acción de protección, el hábeas corpus, el hábeas data, la acción de acceso a la información pública, la acción por incumplimiento, la acción de incumplimiento, la acción extraordinaria de protección y la acción extraordinaria de protección contra decisiones de la justicia indígena; las cuatro primeras de competencia exclusiva de los jueces de primer nivel (excepción fuero) existiendo la posibilidad de solicitarlas conjuntamente con medidas cautelares, no siendo estas de última data, en los últimos años se ha evidenciado un auge en cuanto a las solicitudes de su aplicación, mismo que se encuentra reflejado en la página web del portal de servicios constitucionales, teniendo su índice más alto en el año 2021, lo cual va ligado con la finalidad de las mismas, que en el artículo 6 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (Asamblea Nacional Constituyente, 2009), se trata de:

(...) la protección eficaz e inmediata de los derechos reconocidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales de derechos humanos, la declaración de la violación de uno o varios derechos, así como la reparación integral de los daños causados por su violación. (p. 6)

En este sentido, el autor Pinos (2022), explica que “...las garantías jurisdiccionales en principio protegen, luego declaran la violación de derechos para finalmente buscar la reparación integral de los derechos vulnerados” (p. 60). Así entonces a priori teóricamente se podría hablar de una efectividad completa, pues están direccionadas a proteger derechos fundamentales, y una vez que su vulneración o transgresión ha sido declarada, el administrador de justicia debe procurar su resarcimiento o compensación.

Estando su efectividad garantizada plenamente por la normativa pertinente, podemos mencionar entonces que las garantías jurisdiccionales son de real y completo interés cotidiano, pero no es menos cierto que en la realidad práctica, ocurre algo diferente como lo veremos más adelante, pues en todos estos años de vigencia no se ha dado un consenso en las resoluciones, y claro está que nos referimos a casos con cierta similitud respecto de sus premisas tanto normativas como fácticas, y en la aplicación de un silogismo jurídico la conclusión debería ser la misma en todos los casos, más no ocurre aquello, así lo expresan Storini & Guerra (2019), si bien el desarrollo jurisprudencial ha intentado solucionar los problemas que se van presentado en la práctica constitucional al resolver las garantías jurisdiccionales, esta no está siendo la más acertada, por cuanto en lugar de brindar posibles soluciones se dictan sentencias que terminaban siendo contradictorias entre ellas.

Dentro de este marco, la presente investigación se encuentra compuesta por un primer capítulo en el cual se realizó una aproximación al contexto histórico de las garantías jurisdiccionales, refiriéndonos por su puesto a las que son de conocimiento de los jueces de primera instancia, desarrollando su ámbito de protección, alcance y derechos tutelados, hasta llegar a establecer una línea jurisprudencial, así también mediante derecho comparado se hace una revisión de la experiencia en países latinoamericanos; en un segundo capítulo se desarrolló un análisis de la problemática actual que acarrea al contar en la normativa ecuatoriana con la facultad que las garantías jurisdiccionales sean resueltos por cualquier jueza o juez de primer nivel y no por un administrador de justicia especializado en el ámbito constitucional y las consecuencias jurídicas que se han venido dando en casos de conmoción.

Como último capítulo se plantea la necesidad urgente de la generación de una propuesta dirigida a la Asamblea Nacional del Ecuador (2009), para que apruebe una reforma al Código Orgánico de la Función Judicial, en la que faculte al Consejo de la Judicatura a crear unidades distritales especializadas para el conocimiento de garantías jurisdiccionales, con la selección y designación de jueces especializados en la rama constitucional.

## **Desarrollo**

### **Contexto histórico y estudio comparado de las garantías jurisdiccionales de conocimiento de los jueces de primera instancia**

Entendidas las garantías jurisdiccionales, como aquellos mecanismos jurídicos necesarios para la protección y/o restitución de derechos fundamentales de los seres humanos y naturaleza, encaminados a favorecer la igualdad y la justicia, es de vital importancia conocer desde cuando están regulados en nuestra normativa nacional, así también cual ha sido su avance y desarrollo respecto de la autoridad llamada a conocer y resolver sobre la vulneración del derecho alegado; al ser el derecho una ciencia ésta se encuentra en constante cambio, es decir ajustándose a la realidad histórica de determinada época; la presente investigación se ajustará a analizar cuatro garantías jurisdiccionales que son la acción de protección, el hábeas corpus, el hábeas data y, la acción de acceso a la información pública, por ello para cuestiones académicas iniciaremos revisando el contexto histórico de las mismas, pudiendo afirmar desde ya que la mayoría son acciones relativamente nuevas en nuestro país.

Partiendo de ello, iniciaremos haciendo referencia a la Constitución Política del Ecuador (Asamblea nacional Constituyente, 1929), que en su Título XIII respecto de las garantías fundamentales, en su artículo 151 N° 8 determinaba el Derecho de Hábeas Corpus, y éste podía ser propuesto ante la magistratura por cualquier persona que creyere que se encontraba indebidamente detenido, procesado o preso; es decir de manera general se lo

relacionaba como parte de aquellas cualidades o valores esenciales y permanentes del ser humano que son objeto de protección jurídica como lo es la libertad, así lo reconocía Ferrajoli (2000), al mencionar que las garantías “es una expresión del léxico jurídico con la que se designa cualquier técnica normativa de tutela de un derecho subjetivo...” (p. 1). por lo tanto, esa garantía estaba ya destinada a la protección del derecho a transitar libremente, para dicha época no se encuentra ninguna otra garantía en la normativa vigente.

Continuaremos con la Constitución Política del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, 1945), en ésta carta magna al hábeas corpus lo encontramos en el Título Décimo Tercero de las Garantías Fundamentales, Sección Primera de los derechos individuales en su artículo 28 N° 5 que en relación con la analizada en el párrafo anterior exterioriza una variación respecto de quien podía presentarlo y ante quien debía ser presentada, para dicho año se lo podía presentar incluso por interpuesta persona, la autoridad ante quien se presentaba cambia al presidente del Concejo del cantón donde se encontraba detenido, procesado o preso, pero la misma debía estar al margen de los preceptos legales y constitucionales y debía ser resuelto de manera sumaria, así mismo no existe ninguna otra garantía para dicho periodo.

Avanzando a la Constitución Política del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, 1967), observamos al hábeas corpus en su Capítulo II, de los derechos de la persona, artículo 28 N° 18 letra h, sin variación alguna respecto de la anterior a más de que agrega que se debe ser presentado al alcalde o presidente del Concejo en base a su jurisdicción; ésta última para Cabanellas (1993), tiene que ver con el “poder para gobernar y para aplicar las leyes” (p. 177); en mencionado año además encontramos en el mismo artículo el numeral 15 “El derecho a demandar el amparo jurisdiccional contra cualquier violación de las garantías constitucionales, sin perjuicio del deber que incumbe al Poder Público de velar por la observancia de la Constitución y las leyes” (p. 6); aquel terminaría siendo a posteriori lo que hoy lo conocemos como Acción de Protección.

A continuación analizaremos que nos presentaba la Constitución Política del Ecuador (Consejo Supremo de Gobierno, 1979), previo a ello se debe mencionar que una vez finalizado el gobierno de facto de Guillermo Rodríguez Lara, asumiría la administración del gobierno una junta militar denominada Consejo Supremo de Gobierno, esto en fecha 11 de enero de 1976, cuya finalidad fue la de devolver el poder político a los civiles, procurando dejar atrás el régimen militar dictatorial; es así que sin variación alguna tenemos al hábeas corpus en el título II, de los derechos, deberes y garantías, sección I, de los derechos de la persona, artículo 19 N° 16 letra j, lo novedoso se lo encuentra en lo siguiente:

(...) El funcionario o empleado que no acatare la orden, es destituido inmediatamente de su cargo o empleo sin más trámite por el Alcalde o Presidente

del Concejo, quien comunica la destitución a la Contraloría y a la autoridad que deba nombrar su reemplazo.

El empleado destituido, luego de haber puesto en libertad al detenido, puede reclamar ante el Tribunal de lo Contencioso Administrativo, dentro de ocho días de notificado, de su destitución. (p.11)

Observamos cierto desarrollo en el derecho a la defensa a favor del servidor público, ante una posible destitución ilegítima o ilegal; de ahí avanzamos a la penúltima carta magna que estuvo vigente en nuestro país y nos referimos a la Constitución Política de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, 1998), misma que a partir de su capítulo 6 desarrolla el tema denominado de las garantías de los derechos, en la sección primera se trata respecto del Hábeas Corpus en su artículo 93, en la sección segunda encontramos al Hábeas Data en su artículo 94, y en la sección tercera tenemos a la garantía del Amparo esto en el artículo 95, de las mencionadas la última era la única que se debía proponer ante el órgano de la Función Judicial designado por la ley, al juez le estaba prohibido inhibirse y en cuarenta y ocho horas debía dictar una resolución.

Finalmente llegaremos a la Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, 2008), en donde se verá un avance significativo respecto de las cuatro garantías jurisdiccionales en análisis, por ello al inicio de éste tema se hizo mención que eran relativamente nuevas, pues es a partir de ese año que se permite su estudio y aplicación, y en estricto cumplimiento de la jerarquía normativa donde la carta magna se encuentra en la cúspide y de ella se desprenden todas las normas inferiores, que teóricamente deben permanecer en armonía con la norma superior permitió para que el año siguiente se dé la promulgación de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (Asamblea nacional Constituyente, 2009), que no está por demás mencionar la inexistencia de tal armonía respecto de las garantías jurisdiccionales, más no nos adentraremos en realizar dicho análisis por cuanto el tema en estudio es uno diferente.

Por lo tanto, para hablar del ámbito de protección, alcance y derechos tutelados en la legislación vigente, podemos encontrar a la acción ordinaria de protección, en el artículo 88 CRE y artículos desde el 39 al 42 LOGJCC, que al amparar de manera directa y eficaz los derechos consagrados por la carta magna e instrumentos internacionales de derechos humanos, su ámbito de protección sería bastante amplio es decir en las distintas materias existentes, por ejemplificar tenemos el derecho de propiedad, derecho al trabajo, derecho a la salud, derecho a la educación, derecho a la igualdad y no discriminación entre otros muchos, que como lo analizaremos oportunamente son resueltos por cualquier jueza o juez sin importar su materia de especialización.

Siendo ésta la garantía jurisdiccional que abarca la protección de derechos en su mayor amplitud, en una investigación realizada por Juárez-Suquilanda & Zamora-Vázquez (2022), que tiene como tema La Acción de Protección en Ecuador. Importancia de contar con jueces en materia constitucional y garantizar la seguridad jurídica, aseveran haber realizado el análisis de sentencias de acción de protección emitidas por jueces de primer nivel a nivel nacional, cuyas resoluciones fueron el de rechazar las acciones y afirmar la no existencia de vulneración de derechos, más sucede que una vez ejercido el legítimo de derecho de apelación estas fueron revocadas por la Sala de la Corte Provincial de la jurisdicción correspondiente, concluyendo que la vulneración del derecho a la seguridad jurídica quedó evidenciado, siendo necesario el tener jueces constitucionalistas que permitan la aplicación correcta de las normas jurídicas.

Así también tenemos a la acción de Hábeas Corpus, en los artículos 89 y 90 CRE y artículos desde el 43 al 46 LOGJCC, que originalmente estaba ligada a la protección en el ámbito de la libertad ambulatoria, más hoy en día tiende de manera directa a la protección del derecho fundamental inherente al ser humano como es el derecho a la vida, considerando que es el derecho esencial para poder proteger cualquier otro derecho, ya que si una persona pierde la vida estaríamos frente a la extinción de cualquier otro derecho, además la presente garantía jurisdiccional protege los derechos a la integridad física y otros derechos conexos, incluso de personas que se encuentran en centros penitenciarios, particular mención merece lo último debido a lo suscitado en varios centros penitenciaros del Ecuador esto es las matanzas descomunales que ocasiono una grave crisis carcelaria, lo que además sirvió para que personas privadas de la libertad, sobre quienes pesan sentencias condenatorias puedan solicitar dicha garantía, para ir desarrollando la idea es menester citar a Gordillo (2015) quien manifiesta:

En ese sentido puede afirmarse que el hábeas corpus otorga una garantía a la integridad personal, por lo que tiene un carácter sumario y potencialmente eventual debido a que se autoriza desde que aparece posible una violación eventual a estos derechos, para evitar que la vulneración se torne en irreparable. (p. 198)

Por lo tanto es factible que un privado de la libertad por sí mismo o por una tercera persona pueda plantar esta garantía jurisdiccional, ya que lo que se pretende es garantizar su vida y su integridad personal, más aún si su protección viene respaldado por normas internacionales de derechos humanos; para indicar el alcance de esta garantía jurisdiccional es importante mencionar que la Corte Constitucional del Ecuador (2022), en su sentencia respecto del caso N° 253-20-JH/22, en su párrafo 168 nos presenta diferentes tipos de habeas corpus:

La jurisprudencia comparada y la doctrina han sistematizado algunas tipologías de la acción de hábeas corpus según la finalidad que esta persiga y los derechos

que se garanticen. Así, se afirma que un hábeas corpus es restaurativo cuando se promueve para obtener la reposición de la libertad de una persona indebidamente detenida; restringido, en los casos donde la libertad física o de locomoción es objeto de molestias, obstáculos, perturbaciones o incomodidades que configuran una seria restricción para su ejercicio; correctivo, en razón del cual se deja en claro que el hábeas corpus no solo protege la libertad física propiamente dicha, sino también tutela otros derechos fundamentales conexos al de la libertad personal o lesión de derechos diferentes al de la libertad; traslativo, cuando se mantiene indebidamente la privación de la libertad de una persona o se demora la determinación jurisdiccional que resuelva la situación personal de un detenido; instructivo, en los casos donde no sea posible ubicar el paradero de una persona detenida-desaparecida. Su finalidad no se limita a garantizar la libertad e integridad personal, sino también a asegurar el derecho a la vida, y desterrar las prácticas del ocultamiento o indeterminación de los lugares de desaparición; conexo, cuando el objeto del hábeas corpus no hace referencia a la privación o restricción en sí de la libertad física o de la locomoción, pero sí tiene un grado razonable de vínculo y enlace con éste. (pp.52-53)

Posibilitando entonces el plantear la acción del habeas corpus a favor de personas privadas de la libertad con sentencia condenatoria en firme, respaldándose en la protección de la vida y la integridad personal, que son derechos fundamentales de los seres humanos, tendríamos en nuestro país entonces el hábeas corpus restaurativo, restringido, correctivo, traslativo, instructivo y conexo.

En lo referente a la acción de acceso a la información pública, lo encontramos en el artículo 91 CRE, y artículos 47 y 48 LOGJCC, siendo el mecanismo idóneo para obtener información pública, siempre y cuando esta me haya sido negada sin fundamento alguno ya sea de manera expresa o ante la falta de respuesta oportuna, y además en los casos en que sea incompleta o previamente ha sido alterada; y, la acción de hábeas data, se la encuentra regulada en el artículo 92 CRE y en los artículos desde el 49 al 51 LOGJCC, misma que faculta el acceso a datos personales o sobre los bienes, y ante la negativa cuando se ha solicitado su actualización, rectificación, eliminación o anulación, además cuando el uso de dicha información viole derechos constitucionales de manera ilegítima o ilegal.

Una vez que hemos revisado cada una de las cuatro garantías jurisdiccionales vigentes en nuestro país, nos enfocaremos directamente en el tema de análisis, para lo cual es necesario hacer alusión al numeral 2 del artículo 86 de nuestra carta magna “Será competente la jueza o juez del lugar en el que se origina el acto o la omisión o donde se producen sus efectos...” (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 35); aquello hace

referencia a las disposiciones comunes que serán observadas en la acción de protección, el hábeas corpus, el hábeas data y la acción de acceso a la información pública.

Para culminar esta primera parte de análisis de manera muy concreta, creemos necesario hacer referencia a lo que se ha venido suscitando con legislaciones de diferentes países de América Latina, relacionándolo claro al tema central de análisis que se trata respecto a la especialidad de los jueces para conocer y resolver los casos de garantías jurisdiccionales, para lo cual en primera instancia y con suma importancia tenemos a lo manifestado por Ávila (2010) “las Constituciones de Bolivia, Colombia y Ecuador determinan que toda acción constitucional debe ser conocida por un juez con competencia constitucional. Se suprime, por tanto, la competencia municipal o cualquiera otra especial para conocer las acciones constitucionales” (p.86); por lo tanto, la única restricción que se observa es para ante la competencia municipal, facultándose entonces únicamente a la función jurisdiccional, por lo tanto, es a los jueces de primera instancia a quienes se les dota de competencia constitucional.

Como nos podemos dar cuenta entonces de modo claro, si bien es cierto que en América Latina no tenemos una justicia especializada para las diferentes garantías, más allá que sus denominaciones cambian, su ámbito de protección es similar, por lo que vamos a resaltar de manera particular una garantía, únicamente para ejemplificar el caso en estudio, y se trata de la Acción de Libertad, que lo encontramos en el artículo 125 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (Asamblea Constituyente de Bolivia, 2009), que determina lo siguiente:

Toda persona que considere que su vida está en peligro, que es ilegalmente perseguida, o que es indebidamente procesada o privada de libertad personal, podrá interponer Acción de Libertad y acudir, de manera oral o escrita, por sí o por cualquiera a su nombre y sin ninguna formalidad procesal, ante cualquier juez o tribunal competente en materia penal, y solicitará que se guarde tutela a su vida, cese la persecución indebida, se restablezcan las formalidades legales o se restituya su derecho a la libertad. (p. 45)

De manera muy clara se observa la afinidad que existe entre la materia a resolver respecto de esta garantía jurisdiccional, para con la autoridad representante de la administración de justicia a quien se le confiere esa facultad, es decir la competencia constitucional se lo otorga a un juez en materia penal, por lo que consideramos bastante acertada esa línea o parámetro utilizado a modo de especialidad para conocer y resolver ese tipo de garantías que en comparación con nuestra legislación sería el hábeas corpus, que en nuestro medio es una de las garantías jurisdiccionales más utilizadas últimamente, y para tratar de su problemática regresaremos sobre el tema en el siguiente apartado.



### **Análisis de la problemática procesal en la aplicación de las garantías jurisdiccionales en el Ecuador**

Teniendo como objetivo central dentro del presente tema en investigación, el determinar la necesidad que el aparato judicial se organice en base a especialización constitucional, sobre todo en un área muy delicada como son las garantías jurisdiccionales, que buscan proteger derechos fundamentales entre ellos la propiedad, el trabajo, la salud, la educación, la libertad, la vida, la integridad física, la intimidad, y otros muchos; en nuestro país hasta la actualidad y desde su vigencia, es garantizado por juezas y jueces de diferentes especialidades o materias, que previo al sorteo de ley para su conocimiento y resolución se convierten en jueces constitucionales, ésta falta de especialización o exclusividad en materia constitucional podría estar generando deficiencias al momento de dictar sus fallos, más aún al tratarse de casos en los que la atención prestada es general, ya sea porque se trata de casos de conmoción, o los solicitantes sean políticos muy reconocidos e incluso líderes de agrupaciones delictivas, esto último que se ha vuelto común en los últimos años.

El Consejo de la Judicatura como órgano de gobierno, administración, vigilancia y disciplina de la Función Judicial, tiene la potestad de realizar todo lo necesario para una adecuada administración de justicia, es así que previo a los concursos públicos de oposición y méritos, nombran y posesionan a los jueces y juezas en las diferentes y muy variadas ramas especializadas del derecho, quienes serán los encargados de administrar justicia en los diferentes órganos o dependencias judiciales, para el autor Gozáni (2005) al referirse a la competencia por materia indica que "...en esta, el juez asume la potestad judicial de acuerdo con la naturaleza del conflicto y la especialidad que posee. Encontramos así, por ejemplo, reparticiones por cuestiones civiles, comerciales, laborales, contencioso administrativas, penales, etcétera" (p.140); situación que no ocurre con las garantías jurisdiccionales en nuestro país, por cuanto todos los magistrados pueden conocerlas, lo cual se encuentra regulado en el artículo 7 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (Asamblea Nacional Constituyente, 2009) que indica:

Será competente cualquier jueza o juez de primera instancia del lugar en donde se origina el acto u omisión o donde se producen sus efectos. Cuando en la misma circunscripción territorial hubiere varias juezas o jueces competentes, la demanda se sorteará entre ellos. (p. 6)

Por lo tanto, claramente la legislación ecuatoriana proporciona competencia de manera general a todos los jueces de primer nivel, por cuanto la demanda se sortea para cualquier jueza o juez de primera instancia, siendo restrictiva únicamente al lugar en donde se origina el acto u omisión o donde se producen sus efectos, situación que no debería ser

así por cuanto la competencia tiene límites, así lo explica el profesor Pozo (2015), afirmando lo siguiente:

Límite por la materia (ratio tnaterie) Hace relación a la naturaleza o índole de los diferentes asuntos sobre los cuales se ha de ejercer la autoridad; es decir, sobre las materias que se ha asignado la competencia al juez (civil, penal, trabajo, administrativo, constitucional, etc., etc.). Desde mi punto de vista, la materia tiene una correspondencia directa con el contenido de las funciones, tanto que podemos decir que la materia de la respectiva competencia es la que señala las funciones. (p. 145)

Entendiéndolo así, se debería trabajar por una especialización en la rama constitucional, para de esa manera dar fiel cumplimiento al principio de especialidad que prescribe el artículo 11 del Código Orgánico de la Función Judicial, (2009), “La potestad jurisdiccional se ejercerá por las juezas y jueces en forma especializada, según las diferentes áreas de la competencia...” (p. 6); Notándose entonces, que la regla debería ser la especialización, permitiendo a los administradores de justicia brindar decisiones revestidas de seguridad jurídica, aquella establecida en el artículo 82 de la Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) “el derecho a la seguridad jurídica se fundamenta en el respeto a la Constitución y en la existencia de normas jurídicas previas, claras, públicas y aplicadas por las autoridades competentes” (p. 27). Solamente si se sigue ese camino la ciudadanía podrá confiar en la administración de justicia, ya que sus derechos estarán siendo garantizados, en referencia a ello podemos mencionar a Ávila (2012):

Los jueces son garantes jurisdiccionales de todos los derechos. Esto no es fácil de asumir y el reto es enorme. La gran discusión en la Asamblea Constituyente fue si convenía crear jueces especiales para que resuelvan exclusivamente las acciones constitucionales. Los argumentos a favor de esta postura, que era respaldada por el Tribunal Constitucional de la época, fue que de este modo se garantizaba la calidad de las sentencias, que la carga de trabajo de las juezas y jueces ordinarios era demasiada y estaban saturados, además que los jueces no tenían por su experiencia y entrenamiento conocimientos ni herramientas para resolver asuntos constitucionales, y que nuestra historia –en las acciones de amparo demostraba que no había funcionado adecuadamente la garantía por la resistencia de los operadores de justicia para asumir esta nueva tarea; más aún, apostar a que los jueces que nunca protegieron adecuadamente los derechos de propiedad puedan, de pronto, proteger otros derechos no solo que era iluso sino inútil. (p. 211)

Entonces, esto evidencia que desde hace mucho tiempo es un tema de controversia, pero es entendible que dicha discusión no se inclinó por la especialidad debido al

desconocimiento de los errores y/o problemas que se iban a presentar en un futuro, por ello desde la vigencia de nuestra actual constitución el Ecuador es un estado constitucional de derechos y justicia, donde debe primar la protección y garantía de derechos fundamentales, y de ahí fue muy razonable idealizar que la administración de justicia procure enmarcar sus fallos a la norma suprema, y que sus jueces puedan ser denominados constitucionalistas; pero como se evidencia hoy en día aquello no engloba que todos los magistrados tenga una especialización en derecho constitucional, pudiendo aseverar entonces que en el Ecuador no existe una justicia constitucional especializada como tal, por ello Figueroa (2016), nos indica lo siguiente:

(...) Es cierto que todos los jueces son defensores de la Constitución antes que de las disciplinas propias del Derecho. Así, un juez penal es ciertamente un juez que debe estar imbuido de los principios y valores que emanan de la Norma de Normas, antes que los lineamientos formales y materiales que impone el propio Derecho Penal.

Más aún, no puede resolver ese juez penal una controversia propia de su materia sin antes prever las máximas constitucionales que identifican el proceso penal, y sin embargo, es cierto también que el diseño de la justicia constitucional demanda calidades, competencias y un acuerdo de procedimientos propios para resolver un tipo de procesos que no sigue necesariamente los patrones de la justicia ordinaria, sino que por el contrario, induce a consolidar un conjunto de principios, formales y materiales, para el esclarecimiento de controversias constitucionales. (p.147)

Por lo tanto, vemos una clara y marcada diferencia entre un juez defensor de la Constitución o garantista de derechos, que necesariamente deben serlo todos los magistrados, frente a un juez especializado en el ámbito constitucional, éste último capaz de resolver garantías jurisdiccionales; bajo ésta misma línea el autor citado refiere que “...es exigible, razonable y ponderado que existan jueces constitucionales a dedicación exclusiva, cuya tarea se oriente a un profundo conocimiento de las condiciones, exigencias y estándares que plantea el desarrollo de los derechos fundamentales...” (p.140); aquello implicaría dedicarse a una sola materia, porque debemos ser realistas la carga laboral en un despacho judicial es excesiva, más allá que la normativa prevé la preferencialidad que debe darse a este tipo de procedimientos, siempre va a existir situaciones que dificultan o retardan el brindar un servicio oportuno, y/o con la exclusividad que un caso de derecho constitucional merece.

De ahí entonces, la importancia de contar con jueces especializados, más allá de ayudar a descongestionar la carga de trabajo, serviría para aliviar el clamor de la sociedad, quienes acuden a los órganos de justicia confiados en hacer valer sus derechos de manera justa, por ello Roa (2020) manifiesta:

Los dramas políticos, económicos, sociales y ambientales de América Latina exigen de todos los actores una vocación transformadora. Es moralmente inaceptable adoptar la perspectiva del observador cuando se enfrenta la realidad latinoamericana. En relación con los jueces, las exigencias y la esperanza de cambio social conducen a pensar que es necesario contar con tribunales fuertes que impulsen transformaciones sociales (...). (p. 1)

Conforme lo había indicado en el primer apartado, es el momento oportuno para analizar la problemática surgida en los últimos años con la garantía jurisdiccional del habeas corpus, ésta tan presente en nuestro diario vivir, los noticieros tanto en prensa o televisivo, lo tienen como el principal de sus titulares, y es porque se han presentado casos particulares mediáticos o de conmoción, y es la concesión de esta garantía jurisdiccional por parte de jueces “constitucionales” de primer nivel, cuando personas privadas de la libertad por sí mismas o por un tercero, aduciendo ser víctimas de tortura, tratos crueles, inhumanos o degradantes buscan su libertad, mediante la aplicación y beneplácito de esta garantía, sin importar incluso si dichas personas se encuentran sentenciadas por delitos comunes y ahí es cuando no preguntamos si la falta de especialización de los jueces es el problema para que se dé un abuso de ésta garantía.

Para ello es necesario indicar que el hábeas corpus se encuentra regulado en el capítulo tres de nuestra Constitución de la República del Ecuador (2008) que en su artículo 89 determina que el objeto es “...recuperar la libertad de quien se encuentre privado de ella de forma ilegal, arbitraria o ilegítima, por orden de autoridad pública o de cualquier persona, así como proteger la vida y la integridad física de las personas privadas de libertad...” (p. 30); y, en la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (Asamblea Nacional Constituyente, 2009), que en su artículo 43 indica que “...La acción de hábeas corpus tiene por objeto proteger la libertad, la vida, la integridad física y otros derechos conexos de la persona privada o restringida de libertad, por autoridad pública o por cualquier persona...” (p. 15); notaremos entonces que claramente estamos en materia penal y por simple lógica deductiva, si la acción es conocida por un juez penal el índice de errar en la resolución disminuiría, frente a la posibilidad de acierto que podría tener un juez de cualquier otra materia, uno de inquilinato por ejemplo.

Es así, por y para cuestiones académicas haré alusión únicamente a pocos casos que han causado conmoción a nivel nacional e internacional inclusive, aquellos son los solicitados a favor de Daniel Josué Salcedo Bonilla quien pretendió lucrarse en plena pandemia de la Covid-19, del ex vicepresidente de la república del Ecuador Ing. Jorge David Glas Espinel, y uno de los últimos que logró obtener la libertad y hoy yace en un cementerio del vecino país de Colombia, quien en vida se llamó Junior Alexander Roldán Paredes (+), alias JR, a continuación un gráfico en el cual se puede observar a los diferentes

administradores de justicia, todos carentes de especialización en materia constitucional, mismos que fueron noticia por sus decisiones al momento de resolver una garantía jurisdiccional solicitadas a favor de los mencionados ciudadanos, pese a que sus resoluciones hayan sido repudiadas por la sociedad no dejaron de efectivizarse, más sin embargo fueron apeladas y estas fueron revocadas y sus autores destituidos de sus cargos, previo al sumario administrativo respectivo.

**Tabla 1**
*Acuerdos sobre trabajo infantil, Ecuador*

Nombre	Especialización en derecho constitucional	Órgano de administración de Justicia ordinaria en primer nivel	Sanción
GARCIA TELLO SIMON OSWALDO	NO	UNIDAD JUDICIAL MULTICOMPETENTE EN MATERIAS NO PENALES Y ADOLESCENTES INFRACTORES CON SEDE EN EL CANTÓN PAJAN, PROVINCIA DE MANABÍ	DESTITUIDO
MOLINA BARREZUETA BANNY RUBÉN	NO	UNIDAD DE GARANTÍAS PENITENCIARIAS DE PORTOVIEJO	DESTITUIDO
MOSCOSO CEDEÑO DIEGO JAVIER	NO	UNIDAD JUDICIAL MULTICOMPETENTE CON SEDE EN LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA	DESTITUIDO
MOREIRA ALDAS MACIAS JORGE ENRIQUE	NO	UNIDAD JUDICIAL ESPECIALIZADA DE GARANTÍAS PENITENCIARIAS CON SEDE EN EL CANTÓN GUAYAQUIL	-----

**Fuente:** Corte Constitucional del Ecuador (2023)

Con lo expuesto, nos damos cuenta entonces que debemos buscar cambios y quienes más que para poder volver realidad dichos anhelos que funcionarios debidamente capacitados, acertadamente Roa (2020) refiere que, "...El objetivo es que las judicaturas sean espacios de deliberación (adicionales) en los que se piense colectivamente sobre la mejor manera de distribuir recursos escasos, construir el Estado de bienestar y resolver desacuerdos sociales complejos..." (p. 13). El momento que se empiece a cambiar las bases, se podrá hablar de un cambio real en la administración pública, siempre debe estar apegada a la justicia como máxima premisa.

Continuando con el análisis podemos hacer referencia a la conveniencia o ventajas de contar con jueces especializados en materia constitucional, para ello debemos mencionar

a Sagüés (2000), quien indica “la ausencia de mentalidad constitucionalista en el juez común no formado en el derecho constitucional, aparte de llevar a visualizar a este último con los ojos de otras disciplinas, significa también vivirlo con otro espíritu distinto al propio” (p.341); aquello direcciona a buscar la especialización en la rama constitucional, el contar con administradores de justicia con esa categoría de especialización, permitiría que desde su formación tengan una visión constitucionalista, indicándonos que hoy en día el mantener la idea que únicamente se cambie la denominación de juez ordinario a juez constitucional cuando va a conocer y resolver una garantía jurisdiccional no servirá de mucho, ya que los resultados dependerán de la formación que éste tenga, por ello además el mismo autor menciona lo siguiente:

Si el juez civil debe resolver las cuestiones constitucionales que ocasionalmente se le presentan en sus procesos, es probable que tienda a abordar y a razonar su litis constitucional con la mentalidad civilista con la que cotidianamente opera. Por una especie de casi insalvable deformación profesional, es normal que (estadísticamente hablando) capte al derecho constitucional con los criterios, los enfoques y hábitos mentales, los valores, la metodología, las soluciones y el discurso propio de la especialidad en la que ha sido formado y con la que convive diariamente, vale decir, el derecho civil. Y el mismo proceso ocurrirá, en su caso, con el juez laboral, el penal, el contencioso administrativo, el tributarista o el agrario. (pp.340–341)

Por lo tanto, si las garantías jurisdiccionales están prestas para tutelar derechos constitucionales, decimos que el problema radica cuando la forma cómo se está aplicando no termina de convencer a la sociedad en general y más aún a personas con conocimiento en el ámbito jurídico; sin el ánimo de desconocer o menoscabar la sapiencia que puedan tener los profesionales del derecho, pues para lograr conseguir sus cargos de juezas y jueces, siempre tienen que atravesar un arduo concurso público de oposición y méritos, realizando esfuerzos rigurosos, por otra parte para mantenerse en dichos puestos constantemente se están capacitando ya sea de manera particular o institucional.

Además de aquello, no es menos cierto que desde que uno es estudiante se va teniendo vocación o inclinación a la especialización en una rama determinada del derecho, que por su puesto engloba la aplicación de derechos y principios constitucionales eso no se podrá desconocer jamás ya que la actuación de todo juez en el ámbito o materia que sea, conlleva a la aplicación y respeto irrestricto de la norma *normarum*, y sin duda alguna lo aplicará correctamente siempre y cuando sea su área de especialización; pero ello no implica que podamos referirnos de manera general a todos los jueces de primer nivel u otorgarles la categoría de jueces constitucionales, de ahí entonces surge la necesidad que nuestro Código Orgánico de la Función Judicial, prevea o faculte al Consejo de la Judicatura a crear unidades distritales especializadas para el conocimiento de garantías

jurisdiccionales, con la selección y designación de jueces especializados en la rama constitucional, capaces de instaurar una verdadera justicia.

### **La factibilidad de creación de juzgados especializados en materia de garantías jurisdiccionales ante la especialización de jueces en materia constitucional**

Si partimos que la base fundamental para que se efectivice el legítimo derecho a la justicia en materia de garantías jurisdiccionales, debe ser de manera primordial el contar con jueces especializados, aquellos capaces de responder de manera efectiva y eficiente cuando se requiere de su potestad resolutoria; debemos apropiarnos entonces, de la cultura de exigencia de estándares de especialización en materia constitucional, para así lograr obtener lo que se busca cuando se instaura una garantía jurisdiccional, y con aquello no nos referimos a que siempre y por la causa que sea, el juez de manera obligatoria deberá declarar la vulneración de un derecho, de ninguna manera, lo que se busca con la especialización constitucional es garantizar la seguridad jurídica, la tutela judicial efectiva y el debido proceso.

Direccionando por lo tanto al sistema judicial a lograr la especialización por materia, evitaríamos la vulneración a derechos y garantías constitucionales, hablaremos primeramente de lo que ocurre con la seguridad jurídica, aquella constante en el ya citado artículo 82 de nuestra carta magna y bajo mismo lineamiento encontramos el artículo 25 del Código Orgánico de la Función Judicial (2009) “Las juezas y jueces tienen la obligación de velar por la constante, uniforme y fiel aplicación de la Constitución, los instrumentos internacionales de derechos humanos, los instrumentos internacionales ratificados por el Estado y las leyes y demás normas jurídicas” (p.10); entonces cuando se presenta una acción de garantías jurisdiccionales llámense estas acción de protección, hábeas corpus, hábeas data, acción de acceso a la información pública, sin olvidar que todas pueden ir acompañadas de la solicitud y concesión de una medida cautelar, lo que menos se espera es que se vuelva a vulnerar derechos constitucionales.

Para continuar hablando respecto de una posible doble vulneración de derechos, haremos referencia a lo que expone Carrasco (2020), respecto de la tutela judicial efectiva y manifiesta que: está compuesta por cuatro derechos, aquellos son los relativos al acceso al proceso, a recibir una resolución motivada, a la ejecutabilidad de una sentencia ejecutoriada y el último que podría ser complementario del primero, su derecho a no sufrir indefensión en el transcurso de todo el proceso; sólo el cumplimiento de estos cuatro derechos efectiviza una protección jurídica procesal, lo cual va ligado a lo determinado en el artículo 75 de nuestra carta magna; y, el siguiente artículo de la norma suprema es decir el 76 tiene que ver con el debido proceso al que tenemos derecho todos los ciudadanos, en el cual también se establecen garantías, su cumplimiento estricto permitirá referirnos a procesos válidos, caso contrario podrían incurrir en nulidad, con las sanciones que el caso amerite.

Por lo manifestado, no se puede seguir permitiendo equivocaciones en las resoluciones judiciales, es hora de buscar cambios, pero estos no llegaran si nos mantenemos de una forma pasiva, si nos seguimos comportando como meros espectadores, al no hacer nada nuestra sociedad día a día se tornará más insegura de lo que ya es jurídicamente hablando, engrandeciendo únicamente los índices de corrupción e injusticia, por ello el presente trabajo procura realizar un aporte inteligenciador, para realizar un propuesta práctica y viable, ya que teóricamente se podría hablar de realizar en un futuro lo siguiente:

- a) Una propuesta dirigida a la Asamblea Nacional del Ecuador (2009), para que apruebe una reforma al Código Orgánico de la Función Judicial, en la que faculte al Consejo de la Judicatura a crear unidades judiciales especializadas para el conocimiento de garantías jurisdiccionales, con la selección y designación de jueces especializados en la rama constitucional, quienes serán los únicos llamados a conocer y resolver sobre garantías jurisdiccionales; o,
- b) Una propuesta a la Asamblea Nacional del Ecuador (2009), para que analice y apruebe una reforma al Código Orgánico de la Función Judicial, en la que faculte al Consejo de la Judicatura a crear unidades distritales especializadas para el conocimiento de garantías jurisdiccionales, con la selección y designación de jueces especializados en la rama constitucional, para conocer y resolver exclusivamente casos de conmoción.

Siendo realistas y considerando de sobremanera las circunstancias actuales por las que atraviesa nuestro país, de manera particular la administración de justicia a su cabeza el presidente del Consejo de la Judicatura no es para nada viable la realización de alguna de las dos propuestas, nos referimos exclusivamente por la erogación económica que significa la creación de unidades distritales y con mayor razón la creación de unidades judiciales en todos los cantones a nivel nacional.

Para acasar aquello no está por demás mencionar que el Pleno del Consejo de la Judicatura (2022), mediante Resolución N.º 223-2022 procedió a proclamar los resultados y declarar la finalización y cierre del concurso público de oposición y méritos, impugnación ciudadana y control social para la selección y designación de las y los jueces que integrarán las dependencias judiciales con competencia en delitos de corrupción y crimen organizado; cuyo presupuesto para la ejecución del concurso fue de USD 352.292, mientras que para el pago del talento humano se destinará USD 1,5 millones anuales, y el costo para las adecuaciones físicas de las instalaciones (sistema arquitectónico - electrónico – seguridad) fue de USD 86.028,86, se debe considerar que se creó únicamente dos unidades judiciales, un tribunal y una sala de corte provincial; por lo que idealizar una de las dos propuestas teóricas a corto plazo seria simplemente irrealizable.



Por otro lado en cambio se podría trabajar con algo práctico y realizable a corto plazo, aquello sería la propuesta de especialización de juezas y jueces en materia constitucional, para que sean estos los únicos que puedan conocer y resolver garantías jurisdiccionales en nuestro país, hablemos netamente de estudios de cuarto nivel, el Consejo de la Judicatura podría entablar convenios con instituciones legalmente acreditadas a fin de obtener descuentos o becas que de alguna manera pueda incentivar a los funcionarios a su preparación; además de colocar límites para que los actuales jueces y juezas que no posean un título de cuarto nivel en materia constitucional, acrediten el cumplimiento de éste requisito.

Y a la par podría otorgarse competencia en razón de la materia a la que se refiere la garantía jurisdiccional, o de manera particular direccionarse a la materia del derecho vulnerado, para ejemplificar si se presenta una acción de protección por la vulneración del derecho al trabajo el juez competente será un juez de lo laboral, si la acción de protección va encaminada por la vulneración de derechos de la propiedad el juez competente deberá ser un juez de lo civil, si se presenta una acción de hábeas corpus el juez competente será un juez de garantías penales, esto similar a lo que se analizó en el derecho comparado respecto al país de Bolivia, para cristalizar aquello será necesario únicamente voluntad política, por lo que estando a las puertas de un nuevo proceso electoral siempre va a depender de las autoridades de turno.

### **Metodología**

De acuerdo con el estudio adoptado en la presente investigación, la metodología fue basada en la modalidad de carácter no experimental, tuvo un enfoque cualitativo, a través del cual se desarrollaron las preguntas planteadas y la hipótesis que por medio de la recolección y análisis de la información obtenida de distintas fuentes doctrinarias y normativas, que para Álvarez (2002) “la investigación documental depende fundamentalmente de la información recogida o consultada en documentos o cualquier material impreso susceptible de ser procesado, analizado e interpretado”(p. 32); el nivel de profundidad o alcance fue descriptivo y explicativo, el método abordado fue el analítico – sintético, el dogmático – jurídico y el propositivo, que tienen como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio, la técnica utilizada fue la revisión bibliográfica por medio de fichas.

### **Resultados y discusión**

De lo expuesto en este trabajo académico investigativo, al contar con juezas y jueces debidamente especializados en el ámbito constitucional podremos llegar a obtener resoluciones enmarcadas o apegadas a derecho, recalamos no referirnos a que la decisión de un juez especializado en materia constitucional pueda agradar a todo el conglomerado, eso sería posible solo en la utopía, pero si sería viable y ayudaría de gran manera a bajar

el índice de desconfianza generalizado, permitiría recuperar el ideal de justicia y enmarcarnos en el ámbito de la seguridad jurídica, que tanta falta le hace al país, ya que los habitantes del pueblo ecuatoriano somos los únicos perjudicados de las resoluciones inexplicables que se vienen generando desde la administración de justicia de primer nivel.

Por ello, la investigación nos permite arribar a las siguientes conclusiones y/ o realizar propuestas:

1. El Consejo de la Judicatura iniciará con una socialización respecto de la necesidad de contar con jueces constitucionales especializados para conocer y resolver garantías jurisdiccionales en el Ecuador.
2. El contar con jueces debidamente especializados en el ámbito constitucional, otorga a sus decisiones seguridad jurídica, tutela judicial efectiva y debido proceso.
3. La especialización de jueces en materia constitucional, garantizará resoluciones debidamente motivadas.
4. Promover el principio de especialidad constitucional, en los funcionarios judiciales y profesionales del derecho en general.

### Conclusiones

- En nuestros días cualquier jueza o juez de la rama que fuera se convierte o adquiere competencia constitucional, para conocer y resolver demandas enmarcadas en garantías jurisdiccionales, así lo reconoció hace más de una década la Corte Constitucional del Ecuador (2010) en su Sentencia N.º 001-10-PJO-CC “...juezas y jueces del país, cuando conocen de garantías jurisdiccionales se alejan temporalmente de sus funciones originales y reciben la denominación de juezas y jueces constitucionales” (pp.20–21); encontrándonos en ese momento entonces en una generalidad, sin prever que un gran porcentaje de profesionales podría carecer de especialización en materia constitucional, atentando entonces el derecho a la seguridad jurídica, la tutela judicial efectiva y el debido proceso.
- Si tenemos en consideración el alto porcentaje de desaprobación de la sociedad para con las resoluciones de jueces, respecto de garantías jurisdiccionales presentadas a favor de personas sumamente conocidas en nuestro país, entendemos que algo está fallando en el sistema judicial, conforme lo anotado en renglones anteriores la falta de especialización en los jueces y juezas de primer nivel es una de ellas y sumamente importante; el aceptar esa idea ayudaría de sobremanera para que el Consejo de la Judicatura busque o adopte un mecanismo de solución, por lo contrario seguiríamos en un ambiente donde prima un alto índice de corrupción, inseguridad y desconfianza, características que demuestran o generan los administradores de justicia en la actualidad.

- Vemos entonces que se prueban las hipótesis por cuanto se demuestra que la falta de especialización o exclusividad en materia constitucional está generando en jueces de primer nivel deficiencias al momento de dictar sus fallos, siendo estos errados y contradictorios unos de otros, lo cual se evidencia al momento que son revisados por magistrados de la instancia superior; Ahora bien, debemos materializar esa idea de especialización general en la rama constitucional de los jueces y juezas de primer nivel, e incentivar además a que los profesionales del derecho vayan obteniendo dicha capacitación de cuarto nivel y así puedan postular a futuros concursos públicos de méritos y oposición, para ello sería de vital importancia socializar con autoridades públicas y que éstos estén dispuestos a trabajar la idea para desarrollarla y cristalizarla.

### Conflicto de intereses

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

### Referencias Bibliográficas

- Álvarez Undurraga, G. (2002). metodología de la investigación jurídica: hacia una nueva perspectiva. Santiago: Universidad Central de Chile.
- Asamblea Constituyente de Bolivia. (2009). Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia file:///C:/Users/fabia/Downloads/constitucion-politica-del-estado-plurinacional-de-bolivia-promulgada-el-9-de-febrero-2009.pdf
- Asamblea Nacional. (1929). Constitución Política del Ecuador. Quito. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=83948&nid=29631#norma/29631>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1945). Constitución Política del Ecuador. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=55526&nid=29679#norma/29679>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1967). Constitución Política del Ecuador. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=65244&nid=1065995#norma/1065995>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1998). Constitución Política de la República del Ecuador. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=44111&nid=30131#norma/30131>

- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=62494&nid=1#norma/1>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2009). Código Orgánico de la Función Judicial. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=62494&nid=52#norma/52>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2009). Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=62494&nid=61#norma/61>
- Ávila, S. R. (2010). Las garantías constitucionales: perspectiva andina. IUS. Revista del Instituto de Ciencias Jurídicas de Puebla A.C., 77-93. <https://doi.org/10.35487/rius.v4i25.2010.217>
- Ávila Santamaría, R. F. (2012). Los derechos y sus garantías. Ensayos críticos. Quito: Centro de Estudios y Difusión del Derecho Constitucional. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6114/1/Avila%2c%20R-CON-012-Los%20derechos.PDF>
- Cabanellas de Torres, G. (1993). Diccionario Jurídico Elemental. Buenos Aires: Editorial HELIESTA S.R.L.
- Carrasco Durán, M. (2020). La definición constitucional del derecho a la tutela judicial efectiva. Revista de Derecho Político, 13-40.
- Consejo de la Judicatura. (2022, septiembre 16). Resoluciones del pleno del consejo de la judicatura. <https://www.funcionjudicial.gob.ec/www/pdf/resoluciones/2022/223-2022.pdf>
- Consejo Supremo de Gobierno. (1979). Constitución Política del Ecuador. Quito: Ediciones Legales EDLE S.A. <https://www-fielweb-com.vpn.ucacue.edu.ec/Index.aspx?rn=65244&nid=29727#norma/29727>
- Corte Constitucional del Ecuador. (2022, enero 27). Sentencia No. 253-20-JH/22. <https://portal.corteconstitucional.gob.ec/FichaRelatoria.aspx?numdocumento=253-20-JH/22>
- Corte Constitucional del Ecuador. (2010, diciembre 22). Sentencia N.º 001-10-PJO-CC, 0999-09-JP <http://doc.corteconstitucional.gob.ec:8080/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/c eb5118a-98c9-4f39-b81e-d49745537ffb/0999-09-JP-res.pdf>

- Corte Constitucional del Ecuador. (2023, marzo 10). Portal de Servicios Constitucionales. <https://portal.corteconstitucional.gob.ec/Grafos.aspx>
- Ferrajoli, L. (2000). Garantías. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23410w/garantias.pdf>
- Figueroa Gutarra, E. (2016). Jueces constitucionales. *Revista Oficial del Poder Judicial*, 135 - 154. <https://doi.org/10.35292/ropj.v8i10.233>
- Gordillo Guzmán, D. E. (2015). *Manual teórico práctico de derecho constitucional*. Quito: Workhouse Procesal.
- Gozáíni, O. A. (2005). *Elementos de Derecho Procesal Civil*. Buenos Aires: Ediar. Obtenido de <https://gozaini.com/wp-content/uploads/2018/08/Elementos-de-DPC-Ediar.pdf>
- Juárez-Suquilanda, L. F., & Zamora-Vázquez, A. F. (2022). La Acción de Protección en Ecuador. Importancia de contar con jueces en materia constitucional y garantizar la seguridad jurídica. *Dominio de las Ciencias*, 414-429.
- Pinos Jaén, C. E. (2022, abril 27). *Deconstruyendo el hábeas corpus en Ecuador. Análisis de su eficacia respecto a las personas privadas de la libertad en centros carcelarios*. Quito, Pichincha, Ecuador: UASB-DIGITAL. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8672/1/T3792-MDE-Pinos-Deconstruyendo.pdf>
- Pozo Cabrera, E. E. (2015). *Derecho Procesal Constitucional*. Cuenca, Azuay, Ecuador: Editorial Universitaria Católica (EDÚNICA). <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/7934/1/LIBRO%20DERECHO%20PROCESAL.pdf>
- Roa Roa, J. E. (2020). El rol del juez constitucional en el constitucionalismo transformador latinoamericano. *Max Plank Institute*, 1 - 16. <file:///C:/Users/fabia/Downloads/Roa.Elroldejuezconstitucionalenelconstitucionalismotransformador.pdf>
- Sagüés, N. P. (2000). Del Juez legal al Juez constitucional. *Anuario Iberoamericano de Justicia Constitucional*, 337 - 346. <https://www.cepc.gob.es/sites/default/files/2021-12/1376aib004337.pdf>
- Storini, C., & Guerra, M. (2019). La justicia constitucional en el Ecuador y su desarrollo desde la vigencia de la constitución de Montecristi. *Revista Iuris*, 103 - 117. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/iuris/article/view/2418/1536>.

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



## Indexaciones

