

CONCIENCIA DIGITAL

WWW.CONCIENCIADIGITAL.ORG
WWW.CIENCIADIGITALEEDITORIAL.COM



VOL. 6 NUM. 2
INFLUENCIA CIENTÍFICA

ABRIL - JUNIO
2023

ISSN:2600-5859

REVISTA INDEXADA
EVALUADA POR PARES



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

ISSN: 2600-5859 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están constituidos por:

Tipos de artículos científicos:

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





EDITORIAL CIENCIA DIGITAL



Contacto: Conciencia Digital, Jardín Ambateño,
Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485 – (032)-511262

Publicación:

w: www.concienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@concienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

DrC. Efraín Velastegui López. PhD. ¹

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

Albert Szent-Györgyi

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

PRÓLOGO

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



Índice

1. Evaluación del efecto clarificante del mucílago de la corteza de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav.) en un jugo de manzana

(Blakeslees Streisand Suarez Muñoz, Jorge Arturo Villavicencio Yanos, Pablo Juan Nuñez Rodríguez, Sara Siria Sarango Guamán)

06-25

2. Eficiencia energética y confort adaptativo. Estrategias de diseño sostenible aplicables en Cuenca implementando los criterios basados en CEELA

(Giomar Samantha Argudo Domínguez, Jorge Fernando Toledo Toledo)

26-47

3. Análisis de prototipos del sistema Eco Cooler como estrategia de diseño pasivo bioclimático en clima tropical, en la ciudad de Tena - Ecuador

(José Luis Aguilera Jiménez, Marco Avila Calle, Pedro Moscoso García)

48-64

4. Estudio de envolventes dinámicas para mejorar el confort acústico. Caso de estudio campus UCACUE

(Pedro Andrés Armijos Torres, Marco Benigno Avila Calle)

65-88

5. Evaluación analgésica de xilacina y dexmedetomidina por infusión continua en cirugías de OVH en caninos

(Edisson Humberto Llambo Villacrés, Edy Paúl Castillo)

89-102

6. Indicadores hematológicos de leucemia viral felina en gatos asintomáticos

(Jessica Paola Moyano Morocho, Pablo Giovanni Rubio Arias)

103-114

7. Patrimonio cultural material y demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi

(Marco Vinicio Viracocha Lema, Renato Hernán Herrera Chávez, William Marco Samaniego Erazo)

115-136

8. Cultura Puruhá: análisis del imaginario social de la población adulta joven del cantón Colta, Ecuador
(Edison Raúl Lomas Badillo, José Luis Guaranga Chafrae)

137-154

9. Determinación de las propiedades mecánicas de la lámina para pista atlética a partir de caucho reciclado utilizando poliuretano

(Alejandra Marlene Lascano Moreta, Diego Andrés Llerena Pico, Segundo Manuel Espín Lagos, Diego Rafael Freire Romero, Fernanda Patricia Guamanquispe Vaca)


155-173




Evaluación del efecto clarificante del mucílago de la corteza de balsa (*ochroma pyramidale cav.*) en un jugo de manzana

Evaluation of the clarifying effect of balsa bark mucilage (ochroma pyramidale cav.) in an apple juice


¹ Blakeslees Streisand Suarez Muñoz
Universidad Agraria del Ecuador
bsuarez@uagraria.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-7085-0567>


² Jorge Arturo Villavicencio Yanos
Universidad Agraria del Ecuador
jvillavicencio@uagraria.edu.ec

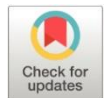
 <https://orcid.org/0009-0000-1804-9265>

³ Pablo Juan Nuñez Rodríguez
Universidad Agraria del Ecuador
pnunez@uagraria.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-4384-9082>

⁴ Sara Siria Sarango Guamán
Universidad Agraria del Ecuador
ssguaman1993@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0003-1413-6419>



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/01/2023

Revisado: 12/02/2023

Aceptado: 08/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2522>

Cítese:

Suarez Muñoz, B. S., Villavicencio Yanos, J. A., Nuñez Rodríguez, P. J., & Sarango Guamán, S. S. (2023). Evaluación del efecto clarificante del mucílago de la corteza de balsa (*ochroma pyramidale cav.*) en un jugo de manzana. *ConcienciaDigital*, 6(2), 6-25. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2522>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

composición,
índice de
refracción,
minerales,
mucílago,
viscosidad.

Keywords:

composition,
refractive
index, minerals,
mucilage,
viscosity.

Resumen

Introducción. Los clarificantes juegan un papel importante dentro de las industrias alimenticias, después de la elaboración de las bebidas líquidas, éstas necesitan clarificarse, cuyo proceso consta de una serie de etapas, para obtener productos que garanticen la calidad, por medio de parámetros fisicoquímicos como: índice de refracción, viscosidad, color, sabor, textura y otras propiedades que brinda la clarificación. Este en jugo de manzana consiste en sedimentar las partículas en suspensión adicionando un agente clarificador. **Objetivos.** El presente trabajo investigativo se desarrolló para sustituir clarificantes químicos se procedió a caracterizar y utilizar uno natural a base de corteza del árbol de balsa. **Metodología.** El mucílago se extrae al utilizar en una solución, 20 g de material vegetativo/ml de agua (20g/ml) y 20g/100ml, esta dilución incorporada en 5,10 y 15% a temperatura ambiente por 24, 48 y 72 horas. **Resultados.** Los resultados del mucílago se evaluaron mediante los análisis fisicoquímicos donde presenta contenidos de minerales como el calcio en un 8,49 mg, hierro 0,17 mg, potasio un 97,75 mg, sodio un 5,8 mg, las proteínas 0,016 g y 0,8 g de grasas. **Conclusiones.** En el análisis de los tratamientos realizados se constató los valores de índice de refracción y viscosidad bajas, estrechando una relación entre ambas, el color presenta diferencias entre el tiempo de acción del clarificante. **Área de estudio general:** Ingeniería Agrícola. **Área de estudio específica:** agroindustrial.

Abstract

Introduction. Clarifiers play a significant role within the food industries, after the elaboration of liquid beverages, they need to be clarified, whose process consists of a series of stages, to obtain products that guarantee quality, through physicochemical parameters such as: refractive index, viscosity, color, flavor, texture, and other properties provided by clarification. This in apple juice consists of sedimenting the particles in suspension by adding a clarifying agent. **Objectives.** The present research work was developed to replace chemical clarifiers we proceeded to characterize and use a natural one based on the bark of the balsa tree. **Methodology.** The mucilage is extracted by using in a solution, 20 g of vegetative material / ml of water (20g / ml) and 20g / 100ml, this dilution incorporated in 5,10 and 15% at room

temperature for 24, 48 and 72 hours. **Results.** The results of mucilage were evaluated by physicochemical analysis where it presents mineral contents such as calcium in 8.49 mg, iron 0.17 mg, potassium 97.75 mg, sodium 5.8 mg, proteins 0.016 g and 0.8 g of fats. **Conclusions.** In the analysis of the treatments carried out, the values of low refractive index and viscosity were verified, narrowing a relationship between the two, the color presents differences between the time of action of the clarifier. **General study area:** Agricultural Engineering. **Specific area of study:** agro-industrial.

Introducción

La balsa (*Ochroma pyramidale* Cav.) es un cultivo extendido especialmente en Sudamérica y América Central en los países de Bolivia y México. En el caso del Ecuador se tiene referencia de que la producción se constituye más o menos de un 95 por ciento de la cosecha mundial de la balsa (Francis & Lowe, 2000).

La balsa aparte de su mayor utilidad en la construcción de transportes marítimos fluviales y de la exportación deja un residuo en el suelo, sin embargo, una de sus características podría ser aprovechada en la obtención de mucílago que beneficiaría a los productores y consumidores.

Se está investigando acerca de clarificantes naturales de origen vegetal que sean económicos para sustituir a los clarificantes importados (Thangamuthu & Khandagave, 2010).

Gallardo et al. (2013), sostienen que los mucílagos tienen una amplia gama de aplicaciones en diferentes industrias como farmacéutica, cosmética, alimentaria entre otras. Además, son fibras solubles recomendado para consumo en casos de triglicéridos y colesterol elevado.

Los clarificantes son utilizados para corregir los enturbiamientos de las bebidas alcohólicas, una vez añadidas precipitan al fondo formando grumos, separa los sedimentos y coloides presentes, dejando más claro la parte superior de las bebidas, evitando posteriores cambios de turbidez (Caicedo & Saa, 2011). En este proceso investigativo, se trató de extraer el mucílago y determinar si tiene efecto clarificante en bebidas y evaluar su aplicación.

En el Ecuador no existen estudios que verifiquen el uso del mucílago extraído de la corteza de balsa y las industrias no lo utilizan para la clarificación de bebidas u otros productos, razón por lo que no se puede establecer la utilidad que tiene el mucílago y por lo tanto los residuos de la madera son desaprovechadas por los agricultores por desconocimiento de la utilidad de estos.

González et al. (2010), aseguran que las balsas al cumplir los tres años de desarrollo son vendidas en trozos y camionadas para empresas que procesan y posteriormente exportan a otros países.

El proceso de industrialización empieza con abastecimiento de materia prima; dentro de la industria maderera obtiene una producción entre 5 m³ y 100 m³ de madera en trozos. El interés de los agricultores es aprovechar todos los productos obtenidos de sus cosechas, incluyendo los residuos que se generan en los procesos (González et al., 2010). En este caso la corteza de la balsa desechada puede constituirse en una excelente alternativa para extraer mucílago, de acuerdo con experiencias preliminares previas, aplicado en jugo de caña para elaborar panela logró aglutinar los sólidos en suspensión y se espera tener el mismo efecto al aplicarla en vinos y bebidas refrescantes, beneficiando económicamente a los productores y empresas de industrias alimentarias.

Por lo general como clarificante para líquidos con alta viscosidad se utiliza silicatos de alúmina y bentonita de origen mineral, ya que poseen alta capacidad de aglutinar los compuestos orgánicos y provocan pérdidas de proteínas (Puig, 2016).

La extracción del mucílago de la corteza de balsa es una alternativa para no utilizar los clarificantes químicos; son en polvo que dificulta la disolución, aunque actualmente existen preparados que contienen bicarbonato sódico (Puig, 2016). La extracción del mucílago de la corteza de balsa será de forma líquida, al ser una sustancia vegetal viscosa permitirá suspender sustancias insolubles, además evitará inconvenientes al momento de disolver y reducirá tiempo de mano de obra para su respectivo uso.

La presente indagación se realizó en la provincia del Guayas cantón Milagro en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Agrícola mención Agroindustrial de la Universidad Agraria del Ecuador, las cortezas de balsa se recolectaron en la provincia de Zamora Chinchipe cantón Yantzaza en la finca del Dr. Jorge Esparza.

El trabajo experimental tuvo una duración de seis meses, una vez aprobado el anteproyecto. Se analizó 9 muestras, las cortezas de balsa fueron adquiridas de árboles más grandes y gruesos.

El objetivo del trabajo es evaluar el efecto clarificante del mucílago elaborado con corteza de la balsa en jugo de manzana.

Marco Teórico

Mediante investigaciones enfocadas en mucílago de cadillo aplicado como clarificante en jugo caña para elaborar panela, tiene la vida útil corta Ortiz et al. (2011) recomiendan preparar con un máximo de 6 horas el aglutinante para evitar deterioro por microorganismos presentes que se despiegan fácilmente por la humedad y temperatura.

Vásquez et al. (2006), piensan que la regeneración natural del balsa es cuantiosa, los extractos de la corteza de balsa de diferentes regiones de Colombia diferencian dos tipos de mucilago. Mismo que ocurre en Costa Rica en que se utiliza el *Heliocarpus appendiculatus Turcz.* dependiendo del color de mucílago pueden ser finalmente transparentes o rojizos. En los dos países prefieren el mucílago cristalino para las técnicas de elaboración de panela.

Silva (2017), realizó la extracción y caracterización de mucílago de la penca de tuna, obtuvo el mucílago seco, el mejor rendimiento de extracción dependió de los factores: agua, penca, temperatura y tiempo. Según el análisis estadístico logró concluir que los factores tienen una influencia significativa del tipo inverso. Utilizó el diseño factorial de bloques para la aplicación del mucílago extraído del cadillo para clarificar aguas turbias, tomando en cuenta los factores turbidez inicial y niveles de concentración de mucílago. La remoción de turbidez fue en un intervalo de 86 % a 88.9 %, cuando la turbidez es de 1000 NTU.

Andrade & Rivadeneira (2011), utilizaron dos tipos de aglutinantes naturales como: mucílago de cadillo negro y el mucílago de nopal para elaboración de vinos con miel de abeja. Las variables analizadas tanto los sólidos solubles y pH no representaron diferencias significativas. Mediante la variable acidez, el tratamiento T5 (90 ml de mucílago de cadillo negro x L de vino a 90 rpm) con ácido málico de 5,03 g/L resultó ser mejor mostro mayor transparencia y limpidez.

Demera et al. (2015), evaluaron la aplicación de mucílagos naturales extraídos de las cáscaras de cacao y del muyuyo para clarificar jugo de caña de azúcar, utilizaron 10 ml de jugo y los siguientes factores A: Tipo de mucílago natural de cacao y muyuyo y B: concentración de mucílago. Se valoraron las siguientes variables: cachaza, los sólidos en suspensión y colorimetría en el jugo antes mencionado. Tuvieron como resultado que un tratamiento removió la mayor cuantía de sólidos en suspensión con valor de 0,019 kg/L, para la variable residuo de cachaza y colorimetría se manifestó que los factores en estudio no incidieron sobre las mismas.

Ochroma pyramidale Cav. más conocido como balsa o balso, es una especie muy conocida en la región tropical amazónica del Ecuador y con menor porcentaje en la Costa,

se encuentra distribuido a lo largo de las regiones tropicales de América, es de interés elevado en el mercado nacional e internacional.

Esta planta se desarrolla de manera natural en ambientes tropicales húmedos, incluso crece en climas con cuantiosa lluvia con temperaturas desde 20 °C a 26 °C. Se desarrolla en pendientes que tenga suficientes rayos solares, suelos muy fértiles con niveles freáticos elevados, generalmente se necesita cultivar en suelos profundos, fértiles y bajos que tenga materia arcillosa o limosa debe incluir drenaje, pH neutro o brevemente ácido.

Esta especie es pionera de crecimiento rápido en suelos profundos junto a corrientes de agua, puede llegar a medir 30 metros o más de altura en sólo 10 años. Sus hojas son grandes en forma de corazón, poseen flores blancas o cremas en representación de copas llegando a medir hasta 11 cm.

Su fruto consta de una cápsula alargada hasta de 25 cm, envés lanoso. Posee numerosas semillas envueltas en largos pelos que parecen algodón. Estas semillas son transportadas por el viento a largas distancias, los árboles de balsa fructifican a la edad de 3 a 4 años, la polinización es interactuada por murciélagos (Almagro & Jiménez, 2013).

Las especies son de longevidad corta que pueden vivir unos 40 años, el árbol es de importancia relevante debido a presencia de néctar de las flores que permite alimentarse algunas especies como aves y mamíferos, aproximadamente producen un litro de néctar.

El tronco es cilíndrico, liso y recto, tiene raíces tubulares, las ramas medianamente gruesas ascendentes, distanciadas. La corteza externa tiene una coloración parda grisaseo.

El árbol de balsa *Ochroma pyramidale* Cav. Pertenece a la familia de Bombacaceae, en su grado de amplia distribución y variación, cautivo a los botánicos a detallar varias especies y variedades.

Dentro de sus propiedades químicas, Honorato-Salazar et al. (2015) informaron que la balsa exhibe diversas propiedades químicas de valiosa utilidad para elaborar sustratos que serán empleados para cultivos in vitro especialmente de orquídeas. Está compuesto por cenizas, extractos vegetales, lignina insoluble, holocelulosa, α -Celulosa, hemicelulosa.

Barba (2002), destaca como sustancias inorgánicas, las cenizas de la balsa varían entre 2% en peso de la madera.

Generalmente los derivados de vegetal desecado son sólidos, líquido o blando, la manera de obtener es mediante evaporación de disolventes (Carrión & García, 2010).

Ligninas insolubles son los polímeros más abundantes en el entorno vegetal, esto permite asegurar la protección frente a la humedad y agentes adversos, es un aglomerante de las

fibras. Forma la pared celular juntamente con la celulosa, permite la rigidez del árbol (Botanical online, 2016).

Guarnizo-Franco et al. (2012), aseguran que la holocelulosa es un agregado heterogéneo de carbohidratos, conformado de celulosa y hemicelulosa integrados a la pared celular en unión con la lignina.

El contenido de holocelulosa en madera representa el 70% a 90% de sustancias que están dentro de la pared celular separado de extractos (Fonseca, 2006).

Según Ramírez & Cocha (2003), la α -Celulosa muestra la cantidad de celulosa no degradada que tiene un elevado peso molecular.

Comprende el 25% de la materia seca de la pared celular y tiene propiedades distintas al de la celulosa, está desarrollado por 5 unidades de azúcares, polisacárido no celulósico que posee varios componentes de distinta composición química y estructura molecular, las más importantes son los xylanos y glucanos (Igartúa et al., 2009).

En una investigación utilizaron partículas de balsa como viabilidad para composición de medios de cultivo en vitrio para germinación de semillas de *Sobralia rosea* y *Epidendrum schistochilum*, mediante análisis químicos, determinando la concentración de cenizas, legina insoluble, holocelulosa entre otros además se evaluó la capacidad de retención de agua (Carzoloma & Salas, 2017).

Los clarificantes por encolado son de origen animal, en los últimos años algunos inconvenientes en seguridad alimentaria han enfocado el interés de estudios por sustancias alternativas enfocándose en gelatina (Iturmendi, 2009). Actualmente es necesario realizar pruebas preliminares en laboratorios antes de emplearse como clarificante a bebida incluyendo los clarificantes clásicos. A partir del 2005 fue permitido utilizar en vinos como clarificantes a las proteínas de gluten de trigo y guisantes promoviendo una nueva alternativa de clarificantes clásicos.

Vásquez et al. (2006), refieren a los mucílagos que floculan más rápido las impurezas, además forma parte de la conservación de los procedimientos de producción de panela, por tratarse de una fuente confiable de mucílago natural.

Citando los clarificantes orgánicos encontramos de uso enológico a la gelatina, cola pescada, caseína, clara de huevo, sangre, alginatos y levaduras, generalmente se relaciona la sustancia floculante orgánico como los taninos o la mineral bentonita, son diluidas en agua, podemos encontrar de distintas formas en polvo, gránulos y soluciones, se utilizan en concentraciones variables o también pueden combinar varios productos para lograr un fijo efecto.

Vivas et al. (2003), aclaran que la gelatina es comúnmente más usada además de ser el clarificante más monopolizado en enología, siendo en el vino un coloide con carga positiva, para flocular requiere de tanino o la mineral bentonita. Se consigue por cocción de restos de animales donde se extrae el colágeno o gelatina, pasa a ser hidrolizado para obtener de varias formas.

La cola de pescado es el mejor clarificador proteico para vinos blancos proporcionando brillantes y limpidez a aquellos vinos poco saturados de materias en suspensión, es obtenido a partir de la vejiga natatoria de peces específicos, la aplicación de este clarificante es muy antiguo (Duran, 2010).

La caseína se encuentra en la leche en forma de sal cálcica es una heteroproteína cálcica, se obtiene a partir de la leche descremada por acción enzimática o por un ácido que coagula la caseína para obtener el producto final es lavada y secada (Hidalgo, 2011).

La clara y la albúmina de huevo son clarificantes de cuantiosa calidad, empleada para limpieza de vinos tintos se pueden utilizar de diversas formas como: claras frescas, congeladas en polvo o albúmina de huevo (Cámara, 1992).

Polvo y albúmina de sangre son derivados de la sangre fresca para su uso se requiere adicionar floculante bentonita.

Mijares & Sáez (2007), aseguran que se obtiene alginatos alcalinos a base de algas marrones con presentación en polvo fibroso blanco, la utilización de este clarificante precipita por la acción de los cationes de calcio, y acidez en lo más bajo posible.

Mediante investigaciones se encontró un método para la extracción del **mucílago** de cadillo empleado para la clarificación de jugo de caña (Torres & Vera, 2021). Utilizaron los tallos de cadillo una vez alcanzado su maduración y la extracción lo realizaron disgregando 125,5 gramos de cadillo en 1litro de agua.

La utilización de clarificantes sintéticos permanece restringida. A continuación se detallan los más usados.

Las Poliamidas como el perlón, nylon y pirrolidonas son sustancias conseguidas por condensación de los aminoácidos, se constituyen en forma pulverulenta, son capaces de reaccionar con los polifenoles mediante conexiones de puentes de hidrógeno. El resultado es la adsorción y eliminación de los polifenoles oxidables del vino con dosis elevadas (Salgado & Ventura, 2007).

Polivinilpirrolidona (PVP), sustancia en polvo de color blanco, soluble en alcohol o agua, precipita y flocula bajo la operación de los taninos, como si fuera clarificante orgánico, para clarificar vinos según las normas técnicas elaboradas por el consejo regulador todos los clarificantes deben ser de origen natural, quedando prohibido los productos de síntesis

en este caso la polivinilpirrolidona y el polivinilpolipirrolidona (Aleixandre & Aleixandre, 2011).

Polivinilpolipirrolidona (PVPP), es obtenido de un medio alcalino de KOH, es un polímero de la vinilpirrolidona, este producto está generando interés dentro de las industrias de vinos debido a la inactividad química con el vino además por su selectividad en la separación de compuestos fenólicos (Rojas, 1996).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] & Organización Mundial de la Salud [OMS] (1995), emiten la Norma general para los aditivos alimentarios Codex Stan 192-1995, que describe dentro de los “principios generales para el uso de aditivos alimentarios” en el 3.2 Justificación del uso de aditivos:

c) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor;

d) Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), describe en “aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. listas positivas.”

3.28 Aditivos alimentarios. Son sustancias o mezclas de sustancias de origen natural o artificial que normalmente no se consumen como alimento ni se usan normalmente como ingredientes característicos del alimento, tengan o no valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento con un fin tecnológico, incluso organoléptico en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o conservación de ese alimento, resulta, o es de prever que resulte, directa o indirectamente, en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten a las características de éstos. El término no comprende los "contaminantes" ni las sustancias añadidas a los alimentos para preservar o aumentar sus cualidades nutricionales.

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2008), describe en requisitos específicos para jugos y pulpas de frutas:

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de las frutas de cual procede.

Metodología

El tipo de investigación es experimental, considerada al nivel de conocimiento de la investigación exploratoria. Las variables independientes son la concentración de mucílago y el intervalo de tiempo dentro del jugo y las variables dependientes son el color, Índice de refracción y viscosidad de los tratamientos. Los tratamientos que se evaluaron respecto del índice de refracción son combinaciones de dos factores. Uno de ellos corresponde al mucílago extraído de la corteza de la balsa, para lo cual se evaluó tres concentraciones de éste. El otro factor fue representado por el tiempo de reacción del mucílago, previamente establecidos y que también fueron tres niveles. Las combinaciones resultantes son los que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Tratamientos evaluados

N°	Factor A: Mucílago	Factor B: Tiempo	Combinaciones
1	a1: 5% de mucílago	b1: 24 horas	a1b1
2	a1: 5% de mucílago	b2: 48horas	a1b2
3	a1: 5% de mucílago	b3: 72 horas	a1b3
4	a2: 10% de mucílago	b1: 24 horas	a2b1
5	a2: 10% de mucílago	b2: 48horas	a2b2
6	a2: 10% de mucílago	b3: 72 horas	a2b3
7	a3: 15% de mucílago	b1: 24 horas	a3b1
8	a3: 15% de mucílago	b2: 48horas	a3b2
9	a3: 15% de mucílago	b3: 72 horas	a3b3

Fuente: Sarango (2019)

En el diseño experimental se utilizó una distribución completamente al azar, considerando el arreglo factorial antes descrito, correspondiente a un simétrico 3^2 . Cada unidad experimental estuvo representada por 1000 ml de jugo de manzana. El mucilago utilizado se lo extrajo remojando las cortezas en agua a 80 °C por dos horas donde se obtuvo un gel viscoso de coloración marrón, inodoro, con un pH neutro y cuyas características físicas químicas son por cada 100 gramos, 99,92 gramos de agua, 97,75 miligramos de potasio, 8,49 miligramos de calcio, 5,78 miligramos de sodio, 0,17 miligramos de hierro, 0,16 gr de proteínas, 0,013 gramos de cenizas, 0.08 gramos de grasa y 0,00 gramos de carbohidratos por diferencia y fibra.

La valoración estadística de los datos se desarrolló mediante el análisis de varianza, cuyo modelo se especifica en la tabla 2.

Tabla 2
Modelo de análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	17
Factor A (Mucílago)	2
Factor B (Tiempo)	2
Interacción AB	4
Error experimental	9

Fuente: Sarango (2019)

Nota: La información fue procesada mediante el software estadístico Infostat.

En el caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos y/o niveles factoriales, se aplicó la prueba de Duncan ($p < 0.05$). Cabe indicar que la información es verificada en cuanto a los principios de normalidad y homocedasticidad (igualdad de varianzas).

Resultados

Después del tiempo establecido de remojo las cortezas de balsa en agua a 80 °C por dos horas se obtuvo un gel viscoso de coloración marrón, inodoro, con un pH neutro.

Caracterización fisicoquímica del mucílago de la balsa

Según resultados de laboratorio el mucílago de la corteza de la balsa por cada 100 gramos contiene 99.92 gramos de agua, 97,75 miligramos de potasio, 8,49 miligramos de calcio, 5,78 miligramos de sodio, 0,17 miligramos de hierro, 0,16 gr de proteínas, 0,013 gramos de cenizas, 0.08 gramos de grasa y 0,00 gramos de carbohidratos por diferencia y fibra, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3
Análisis fisicoquímico del mucílago de la balsa

Parámetros	Unidad	Resultados
Calcio	mg/100gr	8,49
Carbohidratos por diferencia	g/100gr	0,00
Cenizas	g/100gr	0,013
Fibra	g/100gr	0,00
Grasa	g/100gr	0,08
Hierro	mg/100gr	0,17
Humedad	g/100gr	99,92
Potasio	mg/100gr	97,75

Tabla 3

Análisis fisicoquímico del mucílago de la balsa (continuación)

Parámetros	Unidad	Resultados
Proteínas (N x 6,25)	g/100gr	0,016
Sodio	mg/100gr	5,78

Fuente: Sarango (2019)

Comprobación del efecto clarificante del mucílago de balsa en el jugo de manzana

De acuerdo con el análisis realizado del índice de refracción del jugo de manzana clarificado con mucílago de balsa, no presenta diferencias significativas por que el valor es menor que 5, precisamente 0.42, como se muestra en la tabla 4 y 5.

Tabla 4

Análisis de varianza para el índice de refracción entre las concentraciones de 5, 10 y 15% de mucílago

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice refracción	9	0.25	0.00	0.17

Fuente: Sarango (2019)

Tabla 5

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,6E-06	2	4,8E-06	0.98	0.4291
Mucílago	9,6E-06	2	4,8E-06	0.98	0.4291
Error	2,9E-05	6	4,9E-06		
Total	3,9E-0	8			

Fuente: Sarango (2019)

Análisis de la viscosidad entre las concentraciones de 5, 10 y 15% de mucílago

Examinando la viscosidad entre las concentraciones de 5, 10 y 15% de mucílago, en los resultados de laboratorio no presenta lectura, por tanto se asume que tiene la condición del agua, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Análisis de color de los tratamientos

Nº	Factor A: Mucílago	Factor B: Tiempo	Color
1	a1: 5% de mucílago	b1: 24 horas	Ámbar oscuro

Tabla 6
Análisis de color de los tratamientos (continuación)

Nº	Factor A: Mucílago	Factor B: Tiempo	Color
2	a1: 5% de mucílago	b2: 48horas	Ámbar medio
3	a1: 5% de mucílago	b3: 72 horas	Ámbar claro
4	a2: 10% de mucílago	b1: 24 horas	Ámbar oscuro
5	a2: 10% de mucílago	b2: 48horas	Ámbar medio
6	a2: 10% de mucílago	b3: 72 horas	Ámbar claro
7	a3: 15% de mucílago	b1: 24 horas	Ámbar oscuro
8	a3: 15% de mucílago	b2: 48horas	Ámbar medio
9	a3: 15% de mucílago	b3: 72 horas	Ámbar claro

Fuente: Sarango (2019)

Según resultados obtenidos del parámetro color se obtuvo lo siguiente; ámbar oscuro para las concentraciones 5, 10 y 15% de mucílago en 24 horas, ámbar medio para las concentraciones 5, 10 y 15% de mucílago en 48 horas y por último ámbar claro para las concentraciones 5, 10 y 15% de mucílago en 72 horas.

Discusión

Gallardo et al. (2013), indican que el tono oscuro del mucílago es atributo de la presencia de clorofila del material vegetativo. El mucílago de la corteza de balsa presenta color café claro o marrón y aspecto viscoso que podría ser del tejido vegetal que el mucílago aglutina o también sería la consecuencia del proceso de oxidación acontecido mediante la extracción, pero este no interfiere en el proceso de clarificación.

Según Orozco (2017), enfatiza que para desarrollar recubrimientos comestibles la utilización de mucílago de Nopal (*Opuntia ficus indica*), con contenido proteico y glicerol descubierto mediante análisis fisicoquímico, presentaron mejores propiedades mecánicas como elasticidad, esfuerzo máximo y elongación; con la caracterización de mucílago de la corteza de balsa se determinó dentro de los análisis, aportes de macronutrientes y micronutrientes.

Según Guzmán & Chávez (2007), indican que el mucílago de cladodio de nopal amarillo, posee alto contenido de agua, proteínas, grasas, fibra, un cierto porcentaje de cenizas que aumenta mediante la edad, contenido de minerales y carbohidratos, eso significa que pueden ser muy importante como provisión de energía; mediante la caracterización del mucílago de balsa se logró identificar similares contenidos de minerales, proteínas y grasas en este caso el contenido de mayor importancia es el potasio de 97,75 mg/100gr, seguido por calcio 8,49 mg, 5,78 mg de sodio, 0,17 mg de hierro, 0,16 gr de proteínas, 0,013 gr de cenizas, 0.08 gr de grasa, no presenta carbohidratos y fibra.

En base a los resultados de Quezada-Moreno & Gallardo-Aguilar (2014), mencionan que la solución de mucílago de cadillo incorporada en un 6% en jugo de caña hasta llegar a temperatura de 90°C, ayudo a la clarificación de los jugos dando como resultados los valores de turbidez bajos. Utilizando el mucílago de la corteza de la balsa en un 5, 10 y 15% incorporado al jugo de manzana a temperatura ambiente, en reposo al evaluarse a las 12, 24 y 72 horas existe clarificación del jugo de manzana, donde sus resultados de índice de refracción y viscosidad son similares al agua.

Szigety et al. (2009), resaltaron dentro del resultado obtenido de la experiencia y el valor tabulado del índice de refracción del agua es de 1,33; una vez realizado los análisis se ha logrado verificar que el índice de refracción del jugo de manzana clarificado con mucílago de balsa es igual de 1,33 sin importar los factores tiempo y porcentaje de mucílago.

Uno de los beneficios de la presencia del mucílago de la corteza de balsa en un clarificante de jugo de manzana es conveniente por añadir contenidos nutricionales.

Mediante estudios se logra demostrar que el contenido del índice de refracción y la viscosidad es similar al agua, y por último al aumentar el tiempo de reposo el color del tratamiento se torna más claro.

Conclusiones

- Mediante la extracción del mucílago de la corteza de la balsa se logró determinar que es un gel viscoso de coloración marrón, inodoro, de sabor insípido, fisicoquímicamente aceptable con un pH neutro con un tiempo de dilución de 2 horas en una solución al 2%.
- A través de la caracterización del mucílago de la corteza de la balsa, se determinó los siguientes parámetros; humedad del 99.92 g/100g, potasio 97.75 mg/100gr y en proporciones pequeñas los minerales como son el calcio, hierro, sodio, potasio, así mismo las proteínas y grasas, el consumo del mucílago de la corteza de balsa es muy importante por presentar contenidos nutricionales.
- Mediante análisis de efecto clarificante de mucílago de balsa en el jugo de manzana se logra demostrar el contenido del índice de refracción y la viscosidad es similar al agua, y por último el color varía de acuerdo con porcentaje y tiempo.

Conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias Bibliográficas

- Aleixandre Benavent, J. L. & Aleixandre Tudó, J. L. (2011). Conocimiento del vino: cata y degustación, Primera Edición, ISBN: 978-84-8363-664-0.
https://www.lalibreria.upv.es/portalEd/UpvGESTore/products/p_744-3-
- Almagro de la Cueva, P. D. & Jiménez Jiménez, H. G. (2013). *Evaluación del crecimiento inicial de la balsa (Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.) de dos procedencias, bajo cinco densidades poblacionales en el cantón Santo Domingo*. [Proyecto de Investigación pregrado]. Escuela Politécnica del Ejército, Santo Domingo, Ecuador. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6542/1/T-ESPE-002473.pdf>
- Andrade Yáñez, Á. S., & Rivadeneira Vásquez, J. L. (2011). *Determinación de los parámetros óptimos en la elaboración de vino de miel de abeja, utilizando dos tipos de aglutinantes naturales, mucílago de cadillo negro (triumfetta lappula l.) y mucílago de nopal (opuntia ficus indica), como clarificantes*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Imbabura.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/666>
- Barba Pacheco, C. (2002). *Síntesis de Carboximetilcelulosa (CMC) a partir de pastes de plantas anuales*. [Tesis de Doctorado]. Universitat Rovira I Virgili, Terragona, España. <https://www.tdx.cat/handle/10803/8503>
- Botanical online, (2016). *Tipos de fibra dietética*. <https://www.botanical-online.com/medicinalsfibratipos.htm>
- Caicedo Velasco, D. M. & Saa Rivera, I. C. (2011). *Estandarización de una fórmula de aglutinante natural extraído de la planta cadillo (Triumfetta láppulal) para emplearse como clarificante en la producción de panela*. [Tesis de pregrado]. Universidad de San Buenaventura Santiago de Cali, Colombia.
<https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/91de48c5-ac2f-4374-9966-c56656b76816/content>
- Cámara Hurtado, María Montaña. (1992). *Caracterización de derivados de piña: zumos y néctares*. [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, Madrid España. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/3167/1/T17866.pdf>
- Carrión Jara, V. A. & García Gómez, C. R. (2010). *Preparación de extractos vegetales: Determinación de eficiencia de metódica*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>

- Carzoloma Larrea, C. A. & Salas Leiva, P. R. (2017). *Análisis químico de la madera de “balsa” Ochroma pyramidale Urb. Malvaceae y determinación de sus posibles usos como sustrato para el cultivo in vitro y externo de orquídeas*. [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Ecuador <https://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13581/1/UPS-QT11447.pdf>
- Ramírez, P., & Cocha, J. M. (2003). Degradación enzimática de celulosa por actinomicetos termófilos: aislamiento, caracterización y determinación de la actividad celulolítica. *Revista Peruana de Biología*, 10(1), 67-77. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332003000100008&lng=es&tlng=es
- La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] & Organización Mundial de la Salud [OMS]. (1995). Norma general para los aditivos alimentarios Codex Stan 192-1995. http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
- Demera Lucas, F. M., Almeida Vera, A. M., Moreira Palacios, J. C., Zambrano Velásquez, L., Loor Cusme, R. K., & Cedeño Alcívar, D. C. (2015). Clarificación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) mediante el empleo de mucílagos naturales. *Revista Alimentos Hoy*, 23(36), 51-61. https://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/344/294
- Duran, D. (2010). Progresos en la clarificación de vinos con proteínas no animal. *Revista Alimentech Ciencia y Tecnología Alimentaria, Unipamplona* 8(2), 139-146. http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/451/0
- Fonseca Maldonado, M. R. (2006). *Determinación de la composición química de la madera de pino candelillo (Pinus maximinoi H.E. Moore) precedente de la finca Río Frio, Tactic, Alta Verapaz*. [Tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química, Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0992_Q.pdf
- Francis, J. K., & Lowe, C. A., (editors), Trabanino, S. (translator). (2000). *Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias*. Editorial United States Department of Agriculture (USDA). https://caribbeanclimatehub.org/wp-content/uploads/2019/08/Bioecologiadearbolesnativosyexoticosdepuertorico_GTRIITF2000.pdf

- Gallardo Cabrera, C. Pazmiño Arteaga, J. D. & Enríquez Benavides, I. S. (2013). Extracción y caracterización reológica del mucílago de *Malvaviscus penduliflorus*. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 18(4), 567-574. <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubplamed/cpm-2013/cpm134h.pdf>
- González Osorio, B., Sánchez Fonseca, C., Torres Navarrete, E. D., Simba, L., & Reyes Chancay, X. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de los Ríos - Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 3(2), 7–11. <https://doi.org/10.18779/cyt.v3i2.94>
- Guarnizo-Franco, A., Martínez-Yepes, P. N., & Pinzón-Bedoya, M. L. (2012). Azúcares del pseudotallo de plátano: una opción para la obtención de alcohol de segunda generación Bistua. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 39-51. Universidad de Pamplona Pamplona, Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/903/90326398009.pdf>
- Guzmán Loayza, D., & Chávez, J. (2007). estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(1), 41-45. <https://www.redalyc.org/pdf/3719/371937604004.pdf>
- Hidalgo Togores, J. (2011). *Tratado de enología, Tomo I, segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – México.* <https://books.google.com/cu/books?id=4nLPy0y80OIC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Honorato-Zalazar, J. A., Colotl-Hernández, G., Apolinar-Hidalgo, F. & Aburto, J. (2015). Principales componentes químicos de la madera de *Ceiba pentandra*, *Hevea Brasiliensis* y *Ochroma Pyramidale*. *Revista madera y Bosques*, 21(2), 131-146. <http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/450/606>
- Igartúa, D. V., Monteoliva, S., & Piter, J. C. (2009). Estudio de algunas propiedades físicas de la madera de *Acacia melanoxylon* en Argentina. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 11(1), 3-18. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48511355001>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1996). *Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano.* http://www.academia.edu/9681586/INSTITUTO_ECUATORIANO_DE_NORMALIZACION_NORMA_TCNICA_ECUATORIANA_NTE_INEN_2_074_1996_ADITIVOS_ALIMENTARIOS_PERMITIDOS_PARA_CONSUMO_HUMANO_LISTAS_POSITIVAS_REQUISITOS

- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2008) *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales*.
<https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n5>
- Iturmendi Vizcay, N. (2009). *Contribución al estudio de la clarificación en vinos tintos, influencia de los agentes clarificantes y de las condiciones del proceso*. (Tesis de pregrado). Universidad Pública de Navarra, España.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=145279>
- Mijares Y García Pelayo, M. I. & Sáez Illobre, J. A. (2007). *El vino de cepa a la copa, Cuarta Edición. Ediciones Mundi – Prensa*.
<https://books.google.co.cr/books?id=Oq-nysmbsDOC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Orozco Silva, E. (2017). *Elaboración y caracterización de películas de mucilago de nopal-pectina: Efecto de la concentración del mucilago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
<http://hdl.handle.net/20.500.11799/67766>
- Ortiz, C., Solano, D., Villada, H., Mosquera, S. & Velasco, R. (2011). *Extracción y secado de floculantes naturales usados en la clarificación de jugos de caña*. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 9(3), 32-40.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612011000200004
- Puig, E. (2016). *El vino*. Editorial UOC, S.L. https://www.imosver.com/es/ebook/el-vino_E0002614761
- Quezada-Moreno, W. F. & Gallardo-Aguilar, I. (2014). *Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña*. *RTQ [online]* 34(2), 114-123, ISSN 2224-6185.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000200001
- Rojas Garcés, J. A. (1996). *Uso de la polivinilpolipirrolidona (PVPP) para eliminar fenoles que deterioran la calidad de los vinos blancos*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Talca, Chile. <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/491>
- Salgado Aguirre, M. & Ventura Vega, J. (2007). *Propuesta de un sistema de calidad para un proceso de clarificación del agave*. [Tesina de pregrado]. Instituto Politécnico Nacional, México.

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23360/Salgado%20Aguirre%20Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sarango Guamán, S. S. (2019). Extracción del mucílago de la corteza de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav.) y evaluación del efecto clarificante en jugo de manzana. [Tesis de pregrado]. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. <http://dspace.ugal.ac.cr/handle/1950/491>

Silva Casas, M. N. (2017). *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7155/Silva_cm.pdf?sequence=1

Szigety, E., Viau, J., Tintori Ferreira, M. A., Moro, L. (2009). Medición del índice de refracción del agua usando materiales sencillos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 146-150. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92012998011.pdf>

Thangamuthu, P., & Khandagave, R. B. (2010). A vegetable clarifying agent for cane juice clarification. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, Vol. 27, 1-6. <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/PROCESSING-POSTERS-8-Chabdramuthu.pdf>

Torres Sacón, J. V. & Vera Mora, V. E. (2021). *Clarificación del zumo de caña de azúcar mediante temperatura y mucílago de cacao para la obtención de una bebida refrescante*. [Proyecto de Investigación de pregrado]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/estadarizacion-de-una-formula-de-aglutinante-natural-extraido-de-la-planta-cadillo-\(triumfetta-lappulal\)-para-emplea.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/estadarizacion-de-una-formula-de-aglutinante-natural-extraido-de-la-planta-cadillo-(triumfetta-lappulal)-para-emplea.pdf)

Vásquez Restrepo, C., Gutiérrez Uribe, A. M., & Álvarez González, J. I. (2006). Propagación por estacas juveniles del balso blanco (*Heliocarpus americanus* L. Sin. *H. popayanensis*) utilizando propagadores de subirrigación. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 59(2), 3479-3498. <http://www.redalyc.org/pdf/1799/179914075006.pdf>

Vivas, N., & Nedjma, M. & Álvarez, J. M. (2003). Los fenómenos coloidales y el afinado de los vinos. *Revista Acenología. Rubes Editorial S. L. y de la Asociación Catalana de Enólogos (ACE)*, ISSN: 1697-4123. https://www.acenologia.com/ciencia62_01/

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



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





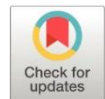
Indexaciones



Eficiencia energética y confort adaptativo. Estrategias de diseño sostenible aplicables en Cuenca implementando los criterios basados en CEELA

Energy efficiency and adaptive comfort. Sustainable design strategies applicable in Cuenca implementing the CEELA points

- ¹ Giomar Samantha Argudo Domínguez  <https://orcid.org/0000-0003-4698-7114>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable.
Universidad Católica de Cuenca
- ² Jorge Fernando Toledo Toledo  <https://orcid.org/0000-0003-0007-7510>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable.
Universidad Católica de Cuenca



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/01/2023

Revisado: 12/02/2023

Aceptado: 02/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2531>

Cítese:

Argudo Domínguez, G. S., & Toledo Toledo, J. F. (2023). Eficiencia energética y confort adaptativo. Estrategias de diseño sostenible aplicables en Cuenca implementando los criterios basados en CEELA. *ConcienciaDigital*, 6(2), 26-47. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2531>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras

claves: CEELA, confort adaptativo, diseño sostenible, eficiencia energética, estrategias bioclimáticas

Keywords:

CEELA, adaptive comfort, sustainable design, energy efficiency, bioclimatic strategies

Resumen

El siguiente estudio acomete la problemática existente en el sector constructivo a nivel local, traducida en altas emisiones de carbono al ambiente, gasto energético operacional alto y, finalmente, la exigua preocupación por parte de constructores y profesionales por abordar el tema. Lo anterior, demanda la necesidad de encontrar estrategias de diseño sostenible con alta aplicabilidad y viabilidad en el contexto de estudio, la ciudad de Cuenca (Ecuador). Para el efecto se emplea un método cualitativo – descriptivo, sustentado en la revisión bibliográfica, análisis de referentes de orden local, estudio de factores urbanos y atmosféricos propios del contexto, consulta a agentes activos locales de la construcción y, como eje de valor primario, el juicio de expertos. En síntesis, se define el uso de aislamiento térmico de envolvente, materiales con alta masa térmica, control de proporción y ubicación de ventanas, relación física y visual con áreas verdes, elementos de tamiz de luz solar y generadores de sombra, como puntos fundamentales a considerar para lograr confort adaptativo y eficiencia energética en el contexto de estudio. Finalmente, se recalca que las estrategias de diseño sostenible resultantes son altamente aplicables en Cuenca. A la vez, se dilucidan factores base que servirán para plantear nuevas estrategias.

Abstract

The following study addresses the existing problems in the construction sector at the local level, translated into high carbon emissions into the environment, high operational energy expenditure and, finally, the meager concern on the part of builders and professionals to address the issue. The foregoing demands the need to find sustainable design strategies with high applicability and viability in the study context, the city of Cuenca (Ecuador). For this purpose, a qualitative-descriptive method is used, supported by a bibliographical review, analysis of local references, study of urban and atmospheric factors typical of the context, consultation with local active construction agents and, as a primary value axis, the expert judgement. In summary, the use of thermal insulation of the envelope, materials with high thermal mass, control of proportion and location of windows, physical and visual relationship with green areas, elements that filter sunlight and shade generators, are defined as fundamental points to be considered. consider for

adaptive comfort and energy efficiency in the study context. Finally, it is emphasized that sustainable design strategies were applicable in Cuenca. At the same time, basic factors are elucidated that will be useful to propose new strategies.

Introducción

La construcción sostenible a nivel global supone un reto en el siglo XXI, debido a que, la mayoría de diseños no contemplan estrategias bioclimáticas (Villalobos & Schmidt, 2008). A la vez, la industria y los materiales de construcción disponibles en el mercado consumen en sus procesos de elaboración altas emisiones de carbono. De este segmento, es reducida la cantidad de materiales ofertados que aportan a un diseño sostenible; lo cual, dificulta cualquier intento por minimizar la huella de carbono hacia el medio ambiente (Martins, 2022).

Lo anterior, limita a los profesionales de la construcción, ya que, deben idear soluciones creativas con los elementos disponibles, para compensar las emisiones de carbono provenientes de los procesos de elaboración (Solano, 2019). Por otra parte, se requiere de una investigación profunda con relación a sistemas constructivos poco convencionales, al uso de tecnologías y conceptos de culturas ancestrales, que se adaptaron a su entorno sin generar impactos ambientales significativos.

En ese contexto, se incluyen importantes civilizaciones a nivel global, que ocuparon de manera ingeniosa materiales como la tierra, paja, totora, madera, piedra natural, entre otros; ideando sistemas constructivos característicos de cada región (Garzón, 2007). En esta línea, los materiales y técnicas seleccionadas deben responder a la eficiencia energética y al confort adaptativo, ocupándose según su valor utilitario específico y el tiempo para el que se proyecta su vida útil. A su vez, se rescata la selección de materiales que sobrelleven de manera adecuada las inclemencias climáticas y las condicionantes propias del contexto geográfico (Benavides & Molina, 2022). Ahora bien, los puntos tratados ya se abordan por iniciativas de certificación internacional como LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) o LBC (*Living Building Challenge*); no obstante, su especificidad y profundización con relación a cada tema, es limitada (*International Living Future Institute, 2019; U.S. Green Building Council, 2022*). No obstante, CEELA (*Project strengthening Capacities for Energy-Efficiency in buildings in Latin America*) reúne los conceptos de las iniciativas mencionadas, y las profundiza, convirtiéndose en un referente más confiable e informativo.

CEELA

El Proyecto CEELA define quince principios básicos (Ver tabla 1), que buscan alcanzar el equilibrio del sistema planetario (Confederación Suiza, 2020), mediante la mitigación de los impactos ambientales provenientes del sector constructivo. Estos criterios se resumen en: diseño integrado, control y aprovechamiento de la radiación solar; consideración de la energía incorporada, óptimo aislamiento térmico de la envolvente; diseño bioclimático de exteriores, climatización eficaz; consideración del movimiento de aire, entre otros. Los principios CEELA se toman como eje en la investigación, ya que engloban conceptos relacionados con el confort adaptativo, las energías renovables y la regeneración del medio ambiente, y a su vez, se relacionan con estrategias bioclimáticas pasivas, las cuales responden a un máximo aprovechamiento del entorno y a la reducción de costos a nivel económico (Ver tabla 1).

Tabla 1

Principios básicos CEELA

N°	Criterios	Características
1	Diseño integrado	Integrar el proyecto a su contexto climático
2	Control y aprovechamiento de radiación solar	Aprovechar la luz solar para mejorar el confort adaptativo, y la eficiencia energética
3	Energía incorporada	Analizar actividades propias del diseño, construcción y uso del edificio que generan desperdicio energético.
4	Aislamiento térmico de envolvente	Mantener confort ambiental interior para minimizar uso de calefactores, aire acondicionado, entre otras.
5	Reducción de materiales tóxicos	Reducir emisiones en la construcción, y evitar desechar estos materiales a zonas naturales (lagos, ríos, vertientes, entre otras.)
6	Movimiento de aire	Regulación térmica y descontaminación
7	Reducción de combustibles fósiles	Su reducción significa la eliminación de islas de calor urbanas, a más de un aire más limpio
8	Enfriamiento pasivo	Reducir emisiones mediante estrategias de diseño e inercia térmica de los materiales.
9	Diseño bioclimático de exteriores	Diseño de espacios exteriores que se complementen al entorno climático y social
10	Equipo eléctrico y luminarias de alta eficiencia	Reducir el consumo eléctrico mediante detectores, sensores, reguladores de intensidad lumínica, entre otras.
11	Comportamiento de usuarios	Capacitar y concientizar a los usuarios sobre la importancia de los puntos enlistados.
12	Manejo consciente del agua	Cuidar vertientes de agua y gestionar el consumo de agua potable.
13	Climatización eficaz	Priorizar estrategias de diseño bioclimático pasivas, a través de saberes vernáculos.
14	Auto regeneración de energías renovables	Promover la generación autónoma de energía.
15	Monitoreo	Un correcto chequeo, control y verificación de las actividades ayuda a mitigar gastos energéticos.

Fuente: Confederación Suiza (2020)

CEELA define soluciones claras en lo que refiere a aspectos del confort, que se asocian a uno o más de los 15 puntos clave. Uno de los aspectos más llamativos es la importancia que se le da al confort psicológico; el cual, debe abordarse desde ejes como: inclusión, acceso universal, funcionalidad, condiciones culturales, belleza, relación con el ambiente y biofilia; y, operabilidad y adaptabilidad (Confederación Suiza, 2020). Cada uno de estos se relaciona a su vez con los conceptos de confort adaptativo, lo cual requiere control de niveles acústicos, térmicos, lumínicos de humedad, e incluso de olores.

Al mismo tiempo, CEELA enfatiza que la correcta gestión de cada uno de los puntos, en conjunto con soluciones creativas que optimicen recursos, abre la oportunidad a categoría de edificios que no solo compensan las emisiones efectuadas al momento de su construcción y en su etapa de operación; también, poseen la capacidad de influir positivamente en su entorno y, a mediano y largo plazo, pueden regenerar el medio ambiente (Confederación Suiza, 2020); estos edificios se conocen como regenerativos.

Bioconstrucción

Se define como aquella construcción pensada con responsabilidad, tanto ambiental como paisajística, lo que conlleva una correcta integración estética en el contexto emplazado, minimizando el impacto ambiental de la construcción. A su vez, contempla la aplicación de sus materiales para mejorar la salud de los usuarios, mientras pretende dar solución a sus requerimientos de habitabilidad, brindando confort (Martins, 2022). Desde otra perspectiva, algunos expertos definen a esta forma de construir como aquella que busca el equilibrio entre los usuarios, el medio ambiente y su vivienda; lo cual, representa que el constructor asuma un respeto y trato diferente al habitual, hacia los materiales con los que se edifica (Sáez, 2015).

La bioconstrucción se resume con el prefijo bio, ya que su principal enfoque es el respeto de la vida, tanto de sus usuarios como del entorno natural y los seres vivos que habitan en este (Rubio, 2019). Para la práctica de esta disciplina se deben considerar aspectos esenciales (Ver tabla 2), que se basan en la arquitectura bioclimática y la eficiencia energética.

Las bases de la bioconstrucción aportan a los objetivos CEELA que, a más de lo enlistado, engloban otros como la reducción de combustible fósiles, el enfriamiento pasivo del interior, diseño bioclimático en exteriores, el manejo consciente del agua y la autogeneración de energías renovables (Confederación Suiza, 2020). En efecto, varios de estos puntos parecen sencillos de solventar, ya sea mediante estrategias básicas como la recolección de agua lluvia, la implementación de ventilación cruzada, incorporación de áreas verdes en zonas exteriores, huertos urbanos, uso de paneles solares y otros; no obstante, es necesario realizar un estudio para determinar si ciertas prácticas o tecnologías son compatibles con el contexto social.

En general, los procesos de bioconstrucción enmarcan el uso de materiales naturales no sometidos a procesos de industrialización, y la sostenibilidad en sus dimensiones ambiental, social y económica (Ver tabla 2). Estos puntos coadyuvan a la eficiencia energética y confort adaptativo de los usuarios, y a la vez, a fomentan procesos colaborativos, en los cuales se induzca una responsabilidad colectiva y comunitaria entre todos los participantes (López, 2014).

Tabla 2
Agentes de la bioconstrucción

Nº	Criterios	Detalle
1	Implantación adecuada	Considerar aspectos físicos, biológicos, climáticos, etc.
2	Integración en el entorno	Relacionada con la construcción tradicional, materiales autóctonos, flora y fauna circundantes.
3	Diseño personalizado	Según el programa de necesidades del usuario
4	Distribución adecuada	La distribución espacial debe solucionar aspectos térmicos de humedad, energéticos, a más de funcionales
5	Empleo de materiales sanos y bio compatibles	Materiales bio compatibles que garanticen un ciclo de vida sostenible
6	Optimización de recursos naturales	Aprovechamiento de biomasa, generación de electricidad y energía térmica de manera autónoma.
7	Utilización de sistemas de eficiencia energética	Sistemas de bajo consumo, control de instalaciones, estrategias de diseño pasivas, etc.
8	Equipamiento y mobiliario de bajo impacto ambiental	Elementos complementarios que sigan la misma filosofía ambiental.
9	Planificación de tratamiento de residuos	Separación de residuos, reciclaje y reutilización.

Fuente: Rubio (2019) y Sáez (2015)

Eficiencia energética y confort adaptativo

En el campo de la energía renovable, gestión de residuos, y ahorro de recursos, se enmarca la eficiencia energética. No obstante, esta no solo supone ahorro económico, sino también mejoras al medio ambiente, al entorno circundante, y con ello, a la calidad de vida de la sociedad (Gallardo-Frías, 2013). Con lo verificado en múltiples sectores del tercer mundo, la omisión de este aspecto degrada el entorno inmediato, genera empobrecimiento, agrandado las brechas sociales y haciendo asequible el confort únicamente al sector económico más privilegiados.

En este contexto, las estrategias de eficiencia energética deben partir de lo general a lo particular, además deben identificarse aspectos influyentes del contexto, tales como clima, ubicación, región, entre otros; los cuales, determinarán las estrategias que son oportunas para implementar (Confederación Suiza, 2020). Entre los parámetros más relevantes a considerar en el diseño arquitectónico, se encuentran la planificación de la

forma de envolvente, ubicación de ventanas y muros de captación solar, consideraciones climáticas y de entorno inmediato, estudio de consumos de iluminación artificial y electrodomésticos, entre otros.

De los subtemas de índole particular que abarca la eficiencia energética, se hace énfasis en el confort adaptativo, que trata de la sensación de confort que genera un sistema en particular, ya sea de calefacción, aire acondicionado u otros (Marincic et al., 2012). El confort actúa a nivel de todos los sentidos, de modo que puede aumentarse mediante el uso de materiales y/o distribución espacial, tanto el confort acústico, lumínico y visual. En el primer caso, se tiene que la cantidad de decibeles propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) varía desde los 30 dB (en la noche) hasta los 110dB (celebraciones). En general, en una vivienda se recomienda un nivel entre 35dB a 50dB. De esto, se deduce que el ruido de vehículos, bocinas, y otros, debe ser absorbido y reflejado por la envolvente del edificio.

En esta línea se incluye el confort lumínico y visual, que se relaciona con el nivel de intensidad de luz al que se somete el ambiente interior, y la ubicación de las entradas de luz y como estas pueden o no generar deslumbramiento o reflexión. En el primer caso, se establece un mínimo de luxes requeridos por el ojo humano en función de la actividad a realizarse, por lo cual, se debe considerar estar dentro del rango, ya que la escasez de luz exige un mayor esfuerzo visual, mientras que la exposición a altos niveles de flujo luminoso puede generar deslumbramiento y mayor esfuerzo para procesar imágenes. En cuanto a la fuente de luz, esta puede ser natural o artificial, más es importante planificar las entradas de luz, colocación de espejos, ventanas u otros elementos reflectantes que puedan generar desviación de luz y deslumbramiento.

Lo indicado en líneas anteriores ocurre cuando se observa una fuente de luz, o su reflejo de manera directa, ocasionando malestar, desconcentración, que en ciertos casos puede ser hasta el origen de un accidente (Confederación Suiza, 2020). Por ello, se debe ser cuidadoso al seleccionar materiales para fachadas, por ejemplo; y más aún, las entradas de luz y las zonas de trabajo, de manera que no ocurran deslumbramientos, tanto en el interior como en las áreas exteriores del edificio. De manera inversa, se abordan las sombras generadas por salientes, elementos arquitectónicos, zonas opacas y de penumbra, entre otras, las cuales, contrarias al deslumbramiento, generan espacios que pueden exigir, según su uso, la implementación de mayor luz artificial (Confederación Suiza, 2020). Esto se vincula directamente con la eficiencia energética, ya que, al minimizar estos espacios, se garantiza un menor uso de luz artificial durante el día.

Metodología

La presente investigación es de tipo cualitativo - descriptivo con enfoque prospectivo, apoyada en revisión bibliográfica y análisis de casos selectos mediante estudio

comparativo con relación al uso de estrategias de diseño pasivo. El estudio se divide en: Fase I - Estudio, identificación y clasificación de estrategias y principios de diseño sostenible, basados en certificaciones internacionales y los principios CEELA. Fase II – Análisis de casos en el contexto local y jerarquización de estrategias mediante consulta a profesionales y expertos. Fase III – Enfoque y síntesis de estrategias aplicables en la ciudad de Cuenca, mediante diagnóstico de aspectos urbanos y atmosféricos en la ciudad. Fase IV – Definición de criterios y estrategias puntuales viables a ser aplicadas en Cuenca, con base en eficiencia energética y confort adaptativo.

Fase I.- Se inicia con la revisión de fuentes sobre bioconstrucción, eficiencia energética y confort adaptativo. Se enfatizan los principios CEELA y sus vínculos con certificaciones internacionales y diseño sostenible. Fase II.- Se establecen criterios de análisis basados en la teoría para clasificar y ponderar la efectividad y practicidad de las estrategias encontradas. El estudio de casos consta de edificaciones ubicadas en Cuenca y contextos similares a nivel atmosférico, geográfico y social en el entorno nacional; que demuestren cumplimiento de diseño bioclimático y los principios CEELA. Paralelamente, se consulta a profesionales de la construcción con experiencia y ejercicio activo en el campo de 3 años mínimo; lapso que responde a una muestra con madurez profesional adecuada para el estudio (Acevedo, 2004).

$$M = \frac{N}{(N-1)*k^2+1} \quad (1)$$

$$M = \frac{3000}{(3000-1)*0.10^2+1} = 99,38 \approx 99 \quad (2)$$

Nota: Cálculo de muestra de profesionales y/o constructores a encuestar

M= Tamaño de muestra; N= Universo total; k=rango de error (expresado en decimales).

Fuente: López (2004)

Para el muestreo se implementa la fórmula propuesta en estudios como el de López (2004), Hernández et al., (2016) y otros, con un universo de 3000 profesionales y constructores en la ciudad de Cuenca (Ecuador), con un rango de error del 10%. Posteriormente, se determina un total de 99 encuestados (ver ecuación 1 y 2).

Esta labor se complementa con entrevistas a expertos en la materia; se busca la abstracción de estrategias, problemas y factores de impacto, positivos y negativos, referentes a la construcción sostenible abordadas desde el ámbito práctico. Se considera a individuos con actividad de mínimo 5 años en construcción, tiempo que garantiza un conocimiento claro de la dinámica y aplicabilidad de la profesión en campo; lo que, demarca una madurez profesional tanto en habilidades como objetivos de carrera (Van-

der & Gras, 2013). Adicionalmente, se consideran menciones honoríficas y estudios de cuarto nivel.

Fase III.- Se analizan los aspectos urbanos y atmosféricos propios del contexto de estudio, específicamente: clima; temperatura ambiente, viento; lluvia, humedad de suelo, topografía, pureza y calidad de aire; respeto a la estética, cultura y paisaje del entorno, entre otros; los cuales, se contrastan con las estrategias aplicadas en los referentes seleccionados. A la vez, se toma la opinión de expertos y se la relaciona con la literatura estudiada, para clasificar, puntualizar y detallar pormenores y nivel de efectividad de las estrategias encontradas. Fase IV.- Se pondera el nivel de aplicabilidad de las estrategias encontradas con relación a la realidad del contexto físico, social y climatológico de Cuenca, obteniéndose criterios puntuales y estrategias de diseño que abordan la eficiencia energética y confort adaptativo.

Resultados

En primera instancia, se aborda el criterio de agentes activos en la construcción, referente a estrategias, problemas y factores de impacto, positivos y negativos, que se ocasionan en el ámbito práctico al momento de apuntar a la construcción sostenible. De estos, 72.7% responde a una experiencia en el campo mayor a 3 años; y, al mismo tiempo, 87.9% muestra un perfil dividido entre planificadores urbanos y constructores profesionales, aumentando el grado de confiabilidad de la muestra. Con base en el análisis, 28.3% de los encuestados señalan que la incorporación de verde urbano supone un aspecto primordial al pensar en arquitectura sustentable en el contexto cuencano. Asimismo, 20.2% considera el uso de materiales propios del contexto como una estrategia importante, 14.1% rescata la captación de agua lluvia; a esto se suma el 11.1% que apoya el uso de materiales con alta o moderada masa térmica. Luego, se señalan otras estrategias adicionales, como la recuperación de la arquitectura vernácula, el uso de herramientas informáticas, reciclaje de material industrial, planificación de cantidades de obra para evitar desperdicios y sobredimensionamiento y la implementación de domótica (Ver tabla 3).

Tabla 3

Síntesis de estrategias obtenidas en la Fase II.

	Estrategias		
	Obtenidas de la bibliografía con mayor acogida por la muestra	Propuestas por agentes de la construcción	Propuestas por los expertos
1	Incorporación de verde urbano	Recuperación de arquitectura vernácula	Proporción y orientación de ventanas
2	Uso de materiales propios del contexto	Uso de herramientas informáticas en el diseño	Refuerzo del marco legal

Tabla 3
Síntesis de estrategias obtenidas en la Fase II. (continuación)

	Estrategias		
	Obtenidas de la bibliografía con mayor acogida por la muestra	Propuestas por agentes de la construcción	Propuestas por los expertos
3	Captación de agua lluvia	Reciclaje de material industrial	Difusión y educación a la población
4	Materiales de alta o moderada masa térmica	Planificación de cantidades de obra	sistemas de abastecimiento de energía y producción propios
5	Arquitectura con identidad cultural	Uso de domótica	Huertos urbanos y condominios productivos

En este espacio, el criterio de los encuestados responde a lo emitido por los expertos, especialmente en el uso de tecnologías no compatibles con el entorno; lo cual, se vincula directamente con la evolución global. A su vez, la deficiencia del desalojo de desechos y escombros y el uso de materiales exportados se relaciona con lo señalado explícitamente por uno de los expertos (comunicación personal, 22 de octubre de 2022). Además, se visualizan otros factores incidentes como pérdida de trabajo artesanal y pagos a destiempo, más estos no adquieren un rol protagonista. En cuanto a la revisión bibliográfica se enlistan un grupo selecto de estrategias, las cuales muestran mayor acogida por los agentes de la construcción, y principalmente por el juicio de expertos (Ver tabla 3). Con lo expuesto, se evidencian las estrategias recomendadas por los expertos y agentes de la construcción, las cuales no se aprecian de manera directa en la literatura disponible.

Lo indicado, evidencia que lo referido a los aspectos fundamentales para reducir los impactos ambientales en la construcción, los cuales según validez convergente de la teoría revisada, se enmarcan principalmente en: aprovechamiento de los materiales locales, uso y gestión de desechos, consideración de factores climáticos (sol, viento, lluvia, humedad) y otros. Esto se valida con la consulta a los agentes locales de la construcción, con un mínimo de 3 años de experiencia y ejercicio activo, quienes han manifestado tener en lo que refiere al diseño sostenible, conocimiento mediano e incluso básico en algunos casos. Ahora bien, el trabajo efectuado demuestra que los expertos poseen un conocimiento notoriamente superior en la materia con relación a los agentes consultados, más están de acuerdo con varias de sus opiniones.

Análisis de juicio de expertos

En el perfil de expertos se considera al Arq. Pedro Samaniego, graduado en la Universidad de Cuenca, Magister en Proyectos Arquitectónicos de la misma universidad desde 2008 y en ejercicio profesional activo desde 2003 (20 años hasta la fecha). También se enlista el Arquitecto Jefferson Torres, Magister en Arquitectura, Energía y Medio

Ambiente por la Universidad Politécnica de Cataluña desde 2015, y con trayectoria profesional desde 2010. Actualmente, cuenta con título de PhD, afín a su maestría. También, se considera el concurso del Arq. Carlos Eduardo Romo, graduado en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con mención honorífica y actividad en campo desde el año 2000. Al igual que los anteriores, cuenta con estudios de cuarto nivel; Magister en Arquitectura con medalla de honor por su tesis de grado en 2007, y especialista como Proyectista Instalador de Energía Solar otorgado por el Centro de Estudios de Energía Solar de Sevilla, España; cuenta con estudios de doctorado en Arquitectura y se desenvuelve como catedrático universitario, ponente y diseñador de proyectos arquitectónicos.

De los expertos, el Arq. Pedro Samaniego (comunicación personal, 22 de octubre de 2022), considera necesario el diseño integral. Este puede lograrse incorporando profesionales de distintas ramas en un equipo de trabajo, aspecto que CEELA trata de manera directa; LBC y LEED de manera lateral e interpretativa, y EDGE de modo tangencial. También señala la importancia de reducir la huella de carbono, mediante el uso de materiales locales, consideración de la toxicidad de estos, e incluso el impacto que conlleva su transporte a obra. Estos puntos se abordan principalmente en los puntos CEELA y la matriz *Living Building Challenge*, mientras que LEED lo trata de manera implícita.

Esto se alinea al criterio del Arq. Jefferson Torres (comunicación personal, 22 de octubre de 2022), quien despunta en la línea de investigación académica enfocada en arquitectura sustentable, con un registro de 19 publicaciones a la fecha, señala la importancia de la planificación de obra para reducir los impactos ambientales. Este aspecto se resalta en gran parte de la bibliografía, puesto que los principios CEELA, LEED, LBC, y las bases de la eficiencia energética en construcción, acometen lo dicho de manera directa y explícita. En el caso de CEELA, los puntos de Diseño Integrado y Monitoreo apoyan de manera textual la planificación; LBC lo trata en sus ejes Energía, Salud y Felicidad, y Materiales, mientras que LEED lo trata en sus ejes Sitios sustentables y Materiales y Recursos. EDGE aborda lo anterior en su parámetro Ahorro de energía, y lo recalca en el medio para alcanzar sus certificaciones *Advanced y Zero Carbon (International Finance Corporation, 2023)*, que depende directamente de una correcta planificación de obra.

En la misma línea, el Arq. Carlos Romo (comunicación personal, 22 de octubre de 2022) hace hincapié en la acuciante necesidad de incorporar sistemas de abastecimiento de energía y producción propios. Lo anterior se debe a que, el gasto público de estos servicios requiere de la construcción de infraestructura, movilización humana, esfuerzo tecnológico, los cuales se traducen en un impacto importante. Esta idea no solo la explica en materia de energía eléctrica, sino también en producción de alimentos, los cuales a criterio del experto pueden gestionarse mediante huertos urbanos y condominios

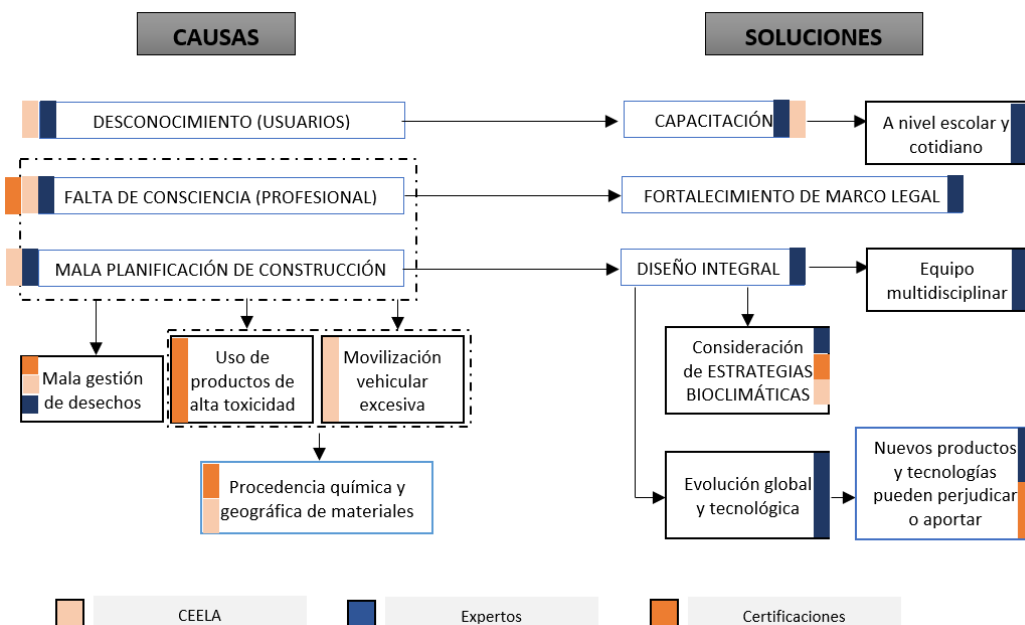
productivos. Con ello, se evitarían desplazamientos vehiculares, y al mismo tiempo, se incentivaría la colaboración social de vecinos quienes tendrían oportunidad de vender sus productos a individuos tanto internos como externos al condominio.

Ahora bien, a diferencia del resto de criterios expuestos, la idea de Romo se acentúa de forma preponderante, pues no encuentra mayor respaldo en la teoría escudriñada. El experto define que en el contexto ecuatoriano existe un segmento limitado de profesionales y constructores que se preocupan por el medio ambiente, por lo cual considera que el marco legal posee un rol determinante en lo que refiere a la reducción de emisiones de carbono, ya que este obliga de cierta manera a los constructores a reducir los impactos ambientales. No obstante, también resalta que la educación es necesaria para que todos los habitantes adquieran consciencia, y de ese modo, que la sociedad sea quien contribuya para la preservación del medio ambiente.

Con relación a lo anterior, solamente LBC y CEELA abordan el tema de la educación a la ciudadanía, más no tratan el fortalecimiento del marco legal. En el caso de LBC, se propone abrir proyectos directamente al público, y realizar exposiciones sobre los criterios de diseño sostenible utilizados en estos, con la finalidad de capacitar a la población en general con respecto al tema. Por su parte, CEELA se centra en el comportamiento de los usuarios, aduciendo la importancia de enseñarles la importancia de la sostenibilidad la forma correcta de aprovechar al máximo el edificio.

Figura 1

Relación entre causas y soluciones al incremento de impactos ambientales en la construcción



Con base en el contraste del juicio de expertos, los criterios de los agentes activos de la construcción, y la literatura base, se definen causas y soluciones al incremento de impactos ambientales en la construcción (Ver figura 1). A su vez, se resalta que el criterio de expertos se alinea a lo enunciado en los principios CEELA, especialmente en sus puntos de Diseño Integrado, Control y Aprovechamiento de radiación solar, Energía incorporada, Reducción de Materiales Tóxicos y Comportamiento de los usuarios. En este punto, se diferencia la idea de Romo con relación al fortalecimiento del marco legal y la educación a la población, lo cual, únicamente es abordado por LBC y CEELA de forma parcial.

Aquí, se resalta que los expertos demuestran un conocimiento de los criterios de las certificaciones LEED, EDGE, *Living Building Challenge*, ya que otorgan ejemplos específicos que se concatenan con aspectos como el uso responsable de los materiales, gestión de economía amigable, agricultura urbana, el uso óptimo de recursos naturales, y entre otros. Contrariamente, los agentes de la construcción denotan un conocimiento académico y formal sumamente limitado, con relación a estrategias de sustentabilidad y arquitectura bioclimática.

Análisis de casos referentes

De los referentes considerados para el análisis se ha logrado determinar estrategias que, por su naturaleza pasiva son accesiblemente económicas y su impacto es significativo en términos de eficiencia energética y confort adaptativo (Ver tabla 4). Sobre el edificio IQON (Quito), se asegura que, mediante el uso del concreto, un material de considerable masa térmica aísla térmicamente la envolvente. A la vez, su forma de fachada reduce el impacto directo del viento, reduciendo así el enfriamiento. Incorpora balcones escalonados dispuestos en curvatura con la finalidad de apuntar a la biofilia, generando un nexo estético y visual con el Parque La Carolina, el hito de mayor relevancia en el contexto. A esto se suma la presencia de jardines en los balcones; y a la vez, el diseño de cavidades que proyectan albergar raíces de una profundidad aproximada de 2 metros. Con ello, no solo se generan espacios verdes en altura, sino que, la vegetación presente actúa como barrera acústica, solar y de viento para el interior.

Con base en los datos climatológicos y geográficos de Quito, se establecen grandes similitudes con Cuenca, el contexto de estudio; ya que, las temperaturas medias mínimas son similares, siendo en el caso de la capital ecuatoriana de 9°C, y la media máxima de 21°C, con ocasionales excepciones (Armijo, 2023). Se observan similitudes en la geografía, puesto que se encuentra a 2850 msnm y se encuentra circundada por una serie de valles que restringen el crecimiento de la ciudad, obligando su expansión en su eje norte – sur. Con esto, es claro que, varias de las estrategias implementadas en su contexto pueden tener un alto grado de factibilidad si se aplican en Cuenca. Ejemplo de lo indicado,

se observa en el segundo proyecto de estudio, el Edificio de aulas y laboratorios E1 y E2 – UDA, el cual demuestra otras estrategias no contempladas en IQON (Ver tabla 4).

Se rescata el uso de masa térmica concentrada, de manera que los muros térmicos, barreras y aislamientos responden a un estudio minucioso de sol y vientos (Córdoba et al., 2022). A la vez, el análisis solar aporta a la planificación de muros permeables que se logran mediante muros de ladrillo fabricados en trama de palomero, y por planchas metálicas dispuestas de manera aleatoria en muro cortina. También se observa el uso de paneles solares, planificación en disposición de ascensores y un diseño de iluminación pensado para el confort visual tanto en horario diurno como nocturno.

Tabla 4
Soluciones integradas en el marco de la construcción sostenible local

N°	Estrategias	Puntos CEELA	Variables de impacto
1	Materiales con amplia masa térmica en fachada	Aislamiento térmico de envolvente	Temperatura
2	Incorporación de balcones verdes	Diseño bioclimático de exteriores	Viento
3	Forma dinámica de fachada	Diseño bioclimático exteriores Control de radiación solar	Viento - Sol
4	Forma de fachada con relación al viento	Enfriamiento pasivo Climatización eficaz	Viento
5	Aumento de tamaño de barrera verde en altura	Movimiento de aire Climatización eficaz	Viento
6	Masa térmica concentrada según análisis de sol y viento	Climatización eficaz Enfriamiento pasivo	Viento - Sol
7	Control solar mediante muros permeables	Aislamiento térmico envolvente Control de radiación solar	Sol
8	Implementación de paneles solares	Auto generación de energías renovables	Sol
9	Balcones corridos en fachada	Movimiento de aire Climatización eficaz	Lluvia – Sol - Viento
10	Planificación de ascensores e iluminación artificial	Equipo eléctrico y luminarias de alta eficiencia	-
11	Recolección de agua lluvia y de agua potable en lavabos.	Manejo consciente del agua	Lluvia
12	Terrazas verdes de acceso común	Diseño bioclimático de exteriores	Entorno – Pureza de aire
13	Gama cromática de fachada acorde a identidad cultural del contexto	Diseño integrado	Entorno
14	Forma dinámica de fachada	Diseño bioclimático exteriores Control de radiación solar	Viento - Sol
15	Aumento de tamaño de barrera verde en altura	Movimiento de aire Climatización eficaz	Viento - Temperatura
16	Forma y diseño de fachada con alta biofilia.	Diseño integrado	Entorno – Topografía

Tabla 4

Soluciones integradas en el marco de la construcción sostenible local (continuación)

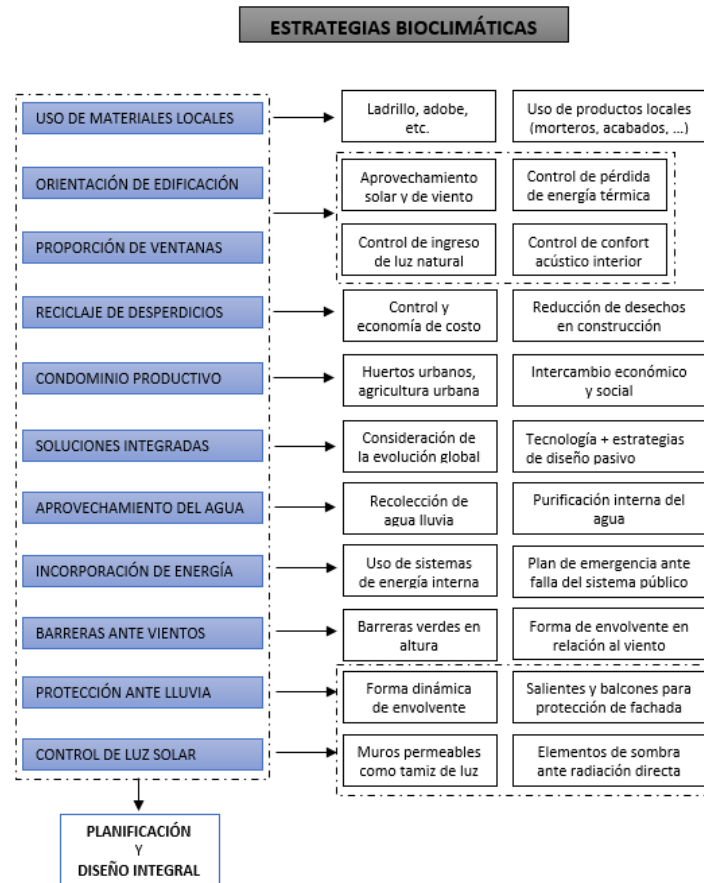
17	Aquarela	Diseño de espacios verdes dinámicos en exteriores.	Diseño bioclimático de exteriores	Entorno – Humedad suelo
18		Altura y envolvente con alto sentido de ecología del sitio.	Diseño integrado	Entorno – Topografía
19		Terrazas verdes con cobertura de 360° del edificio.	Diseño bioclimático de exteriores	Entorno – Pureza de aire
20		Uso de piedra y madera en fachada, para confort adaptativo.	Reducción de materiales tóxicos	Entorno – Pureza de aire

A esto se suma la incorporación de recolectores de agua lluvia y de agua residual proveniente de lavabos, la cual podrá ser usada para riego, limpieza, entre otros. También, se incorpora EPIQ, proyecto que añade terrazas jardín comunes en distintas plantas. Destaca por sus colores pastel en fachada, tonos rosáceos y naranjas, que armonizan con la cromática del espacio verde aledaño y, a la vez, hace gala a los colores de los adoquines y viviendas del centro histórico quiteño. Lo último, rescata la identidad arquitectónica y cultural del lugar, promueve un vínculo entre los habitantes de la ciudad, los futuros usuarios, y finalmente, el edificio.

Tal como sucede en IQON, en EPIQ su envolvente se enmarca en una línea vanguardista, con alto nivel de biofilia, mostrada en formas curvas que armonizan con el paisaje montañoso y el Parque la Carolina. En este contexto, con un alto e incluso superior sentido de estética alineada con la naturaleza se enmarca Aquarela, que destaca por el uso de la piedra en fachada, madera en ventanales y puertas con salida a balcones, terrazas verdes, diseño exterior con alta cantidad de espacio verde, y proporciones de altura que prefieren alinearse con la topografía del contexto y el paisaje del valle.

Figura 2

Estrategias bioclimáticas aplicables al contexto cuencano según validez convergente



Aquarela incorpora el concepto de bloques en distintas alturas, de manera que abre vistas a los bloques contiguos, permite una mayor área de balcones verdes; y con ello, responde de mejor manera al confort adaptativo en todas sus esferas (térmica, acústica, lumínica y visual), con relación al resto de proyectos citados. Así, se enlistan las estrategias encontradas en cada uno de los referentes de análisis, las cuales, por las características de emplazamiento de sus referentes, son potencialmente aplicables Cuenca (Ver figura 2).

Sobre lo indicado (Ver tabla 4), se aprecia que las estrategias aplicadas en los referentes de Quito y Cuenca cubren varias variables de impacto contempladas en la Fase III. Sin embargo, en los proyectos analizados priman las estrategias que abordan el viento (8 de 20 estrategias), respeto del entorno en su esfera estética, cultural y paisajística (7 de 20 estrategias) y sol (6 de 20 estrategias). Ahora bien, la lluvia la cubre solamente el referente cuencano, lo que muestra la importancia de este factor. Con lo dicho, se enmarcan estrategias bioclimáticas avaladas por la teoría, el juicio de expertos, los agentes de la

construcción, y que se alinean con las variables de impacto, provenientes de los aspectos urbanos y atmosféricos de la Fase III (Ver figura 2).

Discusión

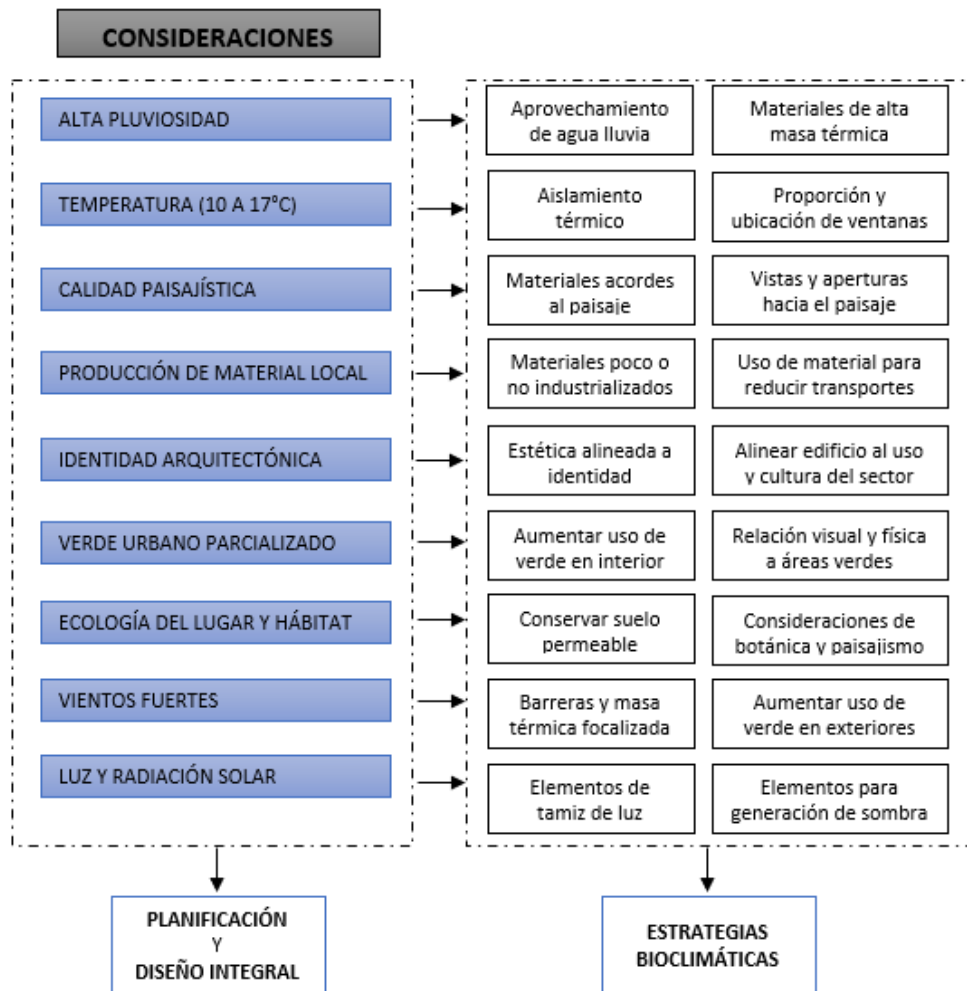
Se debe considerar que el contexto de estudio, Cuenca (Ecuador), responde a un clima de alta pluviosidad, vientos fuertes y una temperatura media entre 10 a 17°C en todo el año (Córdova et al., 2016), ya que obliga al proyectista a priorizar ciertas estrategias, principalmente el Aprovechamiento del agua y el Aislamiento térmico de la envolvente. Se propone tomar ventaja de las bondades de la ciudad de Cuenca, tales como: Su calidad paisajística; verde urbano, presencia de vertientes naturales dentro de la urbe; producción local de ladrillos artesanales y bloques de adobe, permeabilidad del suelo; identidad arquitectónica en ciertos barrios y sectores, y otros que pueden redireccionarse hacia la eficiencia energética, confort visual, auditivo, térmico, e incluso a la Biofilia y estética del edificio.

Evidentemente, las consideraciones de diseño requeridas para el contexto cuencano se relacionan con la literatura, ya que su solución implica el uso de materiales de alta masa térmica, aprovechamiento solar, uso de materiales locales, aprovechamiento del agua, uso de la ecología del lugar y de las bondades paisajísticas del entorno (Ver figura 3); estos aspectos abordan de manera directa e interpretativa CEELA, LBC, LEED y EDGE. En este punto, el aprovechamiento del agua aporta positivamente a otras estrategias como el uso de huertos urbanos, incorporación de verde interno, condominios productivos, enfriamiento pasivo, planes de emergencia ante fallos del sistema de abastecimiento público, y otros.

Ahora bien, se resalta que la temperatura, alta pluviosidad y los vientos fuertes de Cuenca, priorizan las estrategias bioclimáticas relacionadas a captación y protección de energía térmica en el interior de los edificios. Sin embargo, es necesario recordar el contexto de estudio responde a un índice de radiación ultravioleta frecuentemente entre moderado (6-7) y muy alto (8,9,10), entre las 10 am y 14pm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAHMI], 2023). No obstante, existen registros en que el índice UV ha sobrepasado la escala, con valores de 13 y 16, que responden a una radiación extremadamente alta, y, por ende, peligrosa para la ser humano (Martins, 2022). Con ello, se remarca la imperatividad de generar elementos tamizadores de luz como muros permeables, rejillas o quiebra soles. También se debe contemplar en el diseño elementos que restrinjan el paso de rayos solares directamente al interior del edificio, y que generen sombras en exteriores en caso de requerir refugio inmediato; salientes, voladizos, balcones y otros (Ver figura 3).

Figura 3

Consideraciones y estrategias de construcción sustentable aplicables a Cuenca (Ecuador)



Conclusiones

- Es menester destacar la importancia de los fundamentos del confort adaptativo, eficiencia energética y bioconstrucción, ya que estos son el camino más adecuado para alcanzar el diseño sostenible. En este sentido, se demuestra que el uso de la literatura citada ha permitido materializar edificios verdes en el contexto local, que han dejado importantes aportes y estrategias a ser consideradas para su futura aplicación en el contexto de estudio, entre ellos, Edificios de aulas y laboratorios E1 y E2 – UDA, IQON, EPIQ y Aquarela, que incorporan estrategias con amplia validez a nivel de expertos en el campo como de agentes activos de la construcción.

- Se decantan aquellas estrategias y criterios con alto nivel de aplicabilidad y viabilidad en Cuenca, basándose en la realidad del contexto físico, social y climatológico. En lo anterior, se enlistan: aprovechamiento de agua lluvia, uso de materiales de alta masa térmica; aislamiento térmico de envolvente y de interiores, consideración de ubicación y proporción de ventanas; uso de materiales acordes al paisaje inmediato, direccionamiento de aperturas visuales hacia los elementos de paisaje natural; fomento del uso de materiales poco o no industrializados, alineación de estética del edificio a la identidad cultural y arquitectónica del contexto; aumento de verde en interiores, generación de relaciones visuales y físicas con áreas verdes en exteriores.
- Las estrategias expuestas responden directamente a los factores que se deben considerar en Cuenca, como contexto de actuación, para apuntar al diseño sostenible. Estos serían: la alta pluviosidad, temperatura ambiente media entre 10° a 17°, calidad de paisaje natural circundante, radiación solar, fuertes vientos, ecología del lugar y hábitat, verde urbano parcializado, producción de material local e identidad arquitectónica. En este sentido, es primordial recordar las consideraciones base, puesto que estas servirán como cimiento y punto de partida para nuevas investigaciones, deducciones y planteamiento de otras estrategias.
- Finalmente, se define que la investigación ha cumplido con los objetivos deseados, pues efectivamente, se han demarcado estrategias de diseño sostenible eficaces y viables para aplicarse en el contexto cuencano. A su vez, la validez convergente de la literatura revisada, el juicio de expertos y la consulta a los agentes activos de la construcción otorga al trabajo un alto nivel de confiabilidad, respondiendo de manera idónea a la labor académica y práctica del ejercicio profesional. En complemento, los hallazgos realizados en el transcurso, al igual que los vacíos que no se pudieron abordar debido a la naturaleza de la investigación, actúan como aliciente para indagar nuevas fronteras, métodos y perspectivas que permitan acercarnos aún más en teoría y práctica al diseño y construcción sostenible en cualquier contexto deseado.

Agradecimiento

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 visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

Acevedo, P. J. (2014). La Bio-construcción como una alternativa en la búsqueda de la sostenibilidad: el caso del bambú. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 14(1).

Armijo, P. (2023). ¿Por qué hace tanto frío en Quito? *Diario el Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/por-que-frio-quito-clima-lluvias.html>

Benavides, P. A. O., & Molina, J. F. Q. (2022). Indicadores de sostenibilidad urbana para la ciudad de Cuenca - Ecuador: construcción sostenible de edificaciones. *Conciencia Digital*, 5(1.2), 105-125. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/articulo/view/2088>

Confederación Suiza. (2020). Eficiencia Energética y Confort Adaptativo. Proyecto Ceela. <https://proyectoceela.com/>

Córdova, M., Célleri, R., Shellito, C. J., Orellana-Alvear, J., Abril, A., & Carrillo-Rojas, G. (2016). Near-surface air temperature lapse rate over complex terrain in the Southern Ecuadorian Andes: implications for temperature mapping. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 48(4), 673-684. <https://doi.org/10.1657/AAAR0015-077>

Córdoba, F., Ordoñez, A & Samaniego, P. (2022). *Showcase Ecuador. Edificios de aulas y laboratorios E1-E2 Convenio UDA-CEELA*. U. Cuenca Arquitectura.

Gallardo-Frías, L. (2013). Ser humano, lugar y eficiencia energética como fundamentos proyectuales en las estrategias arquitectónicas. *Revista de Arquitectura*, Vol. 15 (ene.-dic. 2013); p. 62-69.

Garzón, B. (2007). *Arquitectura bioclimática*. Nobuko.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. *Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés.

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAHMI]. (2023). Visualización de datos de Índice UV. <http://186.42.174.236/IndiceUV2/>
- International Finance Corporation. (2023). Excellence In Design for Greater Efficiencies EDGE. Green Business Certification Inc. <https://gbc-edge.s3.amazonaws.com/edge-online/s3fs-public/resources/edge-spanish-brochure.pdf>
- International Living Future Institute. (2019). Living Building Challenge 4.0 A Visionary Path to a Regenerative Future.
- López, A. I. M. (2014). The discourse of architectural bioconstruction: popularization and legitimation in professional journals. *Cultura, lenguaje y representación: revista de estudios culturales de la Universidad Jaume I*, 13, 201-220.
- Marincic, I., Ochoa, J. M., & Río, J. A. D. (2012). Confort térmico adaptativo dependiente de la temperatura y la humedad. *ACE: Architecture, City and Environment*, 7(20), 27-46.
- Martins, A. (2022). Qué es el índice UV, la escala universal creada hace 30 años para protegernos del sol. BBC News Mundo. [https://www.bbc.com/mundo/noticias-61595975#:~:text=%22El%20C%ADndice%20UV%20describe%20los,o%20m%C3%A1s%20\(riesgo%20extremo\).](https://www.bbc.com/mundo/noticias-61595975#:~:text=%22El%20C%ADndice%20UV%20describe%20los,o%20m%C3%A1s%20(riesgo%20extremo).)
- Rubio Picazo, C. (2019). Bioconstrucción: parámetros que configuran una relectura contemporánea de la arquitectura vernácula. Universidad Politécnica de Madrid
- Sáez Pérez, J. V. (2015). *Bioconstrucción y arquitectura bioclimática para la ejecución de vivienda ecológica unifamiliar* [Tesis de Grado] Universidad Politécnica de Valencia.
- Solano García, N. E. (2019). Mejora en los procesos de construcción tradicional de las viviendas para una práctica de arquitectura energéticamente eficiente y baja en producción de carbono en México. *Academia XXII*, 10(20), 228-254.
- U.S. Green Building Council. (2022). LEED Rating System. <https://www.usgbc.org/leed>
- Van-der Hofstadt Roman, C., & Gras, J. M. G. (2013). *Competencias y habilidades profesionales para universitarios*. Ediciones Díaz de Santos.
- Villalobos, R., & Schmidt, D. (2008). Ética, arquitectura y sustentabilidad. Desafío en la arquitectura para el nuevo siglo. *Arquitecturas del Sur*, 66-75.

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



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






Indexaciones



Análisis de prototipos del sistema Eco Cooler como estrategia de diseño pasivo bioclimático en clima tropical, en la ciudad de Tena - Ecuador

Analysis of prototypes of the Eco Cooler system as a bioclimatic passive design strategy in a tropical climate, in the city of Tena – Ecuador

- ¹ José Luis Aguilera Jiménez  <https://orcid.org/0000-0002-7235-1219>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
jose.aguilera.86@est.ucacue.edu.ec
- ² Marco Avila Calle  <https://orcid.org/0000-0002-2134-1432>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
mavila@ucacue.edu.ec
- ³ Pedro Moscoso García  <https://orcid.org/0000-0002-3631-0970>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
pericomososo@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/01/2023

Revisado: 12/02/2023

Aceptado: 02/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2532>

Cítese:

Aguilera Jiménez, J. L., Avila Calle, M., & Moscoso García, P. (2023). Análisis de prototipos del sistema Eco Cooler como estrategia de diseño pasivo bioclimático en clima tropical, en la ciudad de Tena - Ecuador. *ConcienciaDigital*, 6(2), 48-64. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2532>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Refrigeración,
aire
acondicionado,
ecológico,
envolvente,
bioclimático,
estrategia
pasiva,
climatización

Resumen

El consumo energético eléctrico que tienen las edificaciones al usar aires acondicionados o sistemas de refrigeración representa al 60% de energía consumida en edificios. El sistema de refrigeración y ventilación de un ambiente juega un papel importante en el confort del usuario, pero no necesariamente debe ser consumidor de energía, esto se puede solventar con alternativas de envolventes pasivas, se analiza el sistema ECO COOLER como estrategia de diseño pasivo para refrigerar ambientes habitables disminuyendo la cantidad de consumo energético a través de celosías en fachadas ubicadas en climas tropicales. Se realiza una revisión bibliográfica del comportamiento térmico que tiene una vasija de barro, y se elabora una maqueta conceptual para hacer la medición de temperaturas con variables de fachada libre y envolvente con celosía de vasijas de barro, que son sometidas a una pistola de calor para demostrar la variación de temperatura. Este elemento tiene una peculiaridad en su material y composición, que es poroso y el proceso que sucede a su interior es enfriar por el efecto de refrigeración por evaporación, la porosidad de la vasija de barro hace que el agua filtre y se evapore, bajando la temperatura del agua restante. Los factores para el enfriamiento dependen de las condiciones ambientales, mientras más calor haga en el ambiente, la evaporación será más rápida, a este método se lo conoce como efecto de botijo. Se plantea un prototipo de vasija de barro con características de sudoración, almacenamiento y sistema de rebosadero para un auto llenado y se aplica el envolvente de celosía sobre una fachada, la estrategia pasiva ECO COOLER por vasijas de barro, cumple el propósito de enfriamiento de espacios sin necesidad del uso de energía eléctrica, disminuyendo el uso de electrodomésticos como es el aire acondicionado, un artefacto de mucha demanda energética hoy en día. **Área de la ciencia:** arquitectura.

Keywords:

Refrigeration,
air-
conditioning,
ecological,
surround,

Abstract

The electrical energy consumption of buildings when using air conditioning or refrigeration systems represents 60% of the energy consumed in buildings. The cooling and ventilation system of an environment plays an important role in the comfort of the user, but it should not necessarily be an energy consumer, this can be solved with passive envelope alternatives, the ECO COOLER system is

bioclimatic,
passive strategy

analyzed as a passive design strategy to cool living environments reducing the amount of energy consumption through lattices on facades located in tropical climates. A bibliographic review of the thermal behavior of a clay pot is made, and a conceptual model is elaborated to measure temperatures with a variable free facade and envelope with a lattice of clay pots, which are subjected to a heat gun to demonstrate the temperature variation. This element has a peculiarity in its material and composition, which is porous and the process that happens to its interior is to cool by the effect of evaporative cooling, the porosity of the clay pot causes the water to filter and evaporate, lowering the temperature of the remaining water. The factors for cooling depend on the environmental conditions, the hotter the environment, the faster the evaporation, this method is known as the "botijo effect". A prototype of a clay pot with characteristics of sweating, storage and overflow system for self-filling is proposed and the lattice envelope is applied on a facade, the passive strategy ECO COOLER by clay pots, fulfills the purpose of cooling spaces without the use of electricity, reducing the consumption of appliances such as air conditioning, an appliance of high energy demand today. **Area of science:** architecture.

Introducción

La amenaza más importante a la que se enfrenta la humanidad en el siglo XXI es el calentamiento global. Las construcciones representan el 40% del consumo mundial de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, las estimaciones de impacto destructivo crecerá un 1.8% anual hasta el 2050, un determinante que en los siguientes años estaremos en peores condiciones ambientales, por lo tanto no se puede ignorar los consumos que tienen las edificaciones como es el uso de aires acondicionados o sistemas de refrigeración que junto a los sistemas de calefacción representan el 60% de energía consumida en edificios (Akeiber et al., 2016).

Los sistemas de calefacción y ventilación juegan un papel vital para garantizar los niveles de confort necesarios para los usuarios dentro del entorno de habitabilidad, pero el consumo de estos equipos modernos consume altos niveles de energía eléctrica (Hughes et al., 2011).

El costo de la energía, el agotamiento de los recursos naturales, y el cambio climático, obliga a los profesionales de la construcción diseñar y construir edificaciones tomando en cuenta parámetros amigables con el medio ambiente, un parámetro clave son las estrategias de climatización pasiva para alcanzar niveles de confort higrotérmico, que en los climas cálidos se consigue un mayor enfriamiento (Catañeda et al., 2021).

Una cantidad significativa de la energía primaria total es consumida por los edificios actuales a nivel mundial. En muchas de las edificaciones, el consumo de energía se puede reducir significativamente mediante la adopción de estrategias de eficiencia energética. Debido a las preocupaciones ambientales y alto costo de energía, en los últimos años ha habido un interés renovado en la eficiencia energética de los edificios (Sadineni et al., 2011).

Así como la piel en los seres vivos, las superficies envolventes de los edificios regulan la temperatura con el medio ambiente, como son los intercambios energéticos, la luz, el calor, el sonido, presión de aire, hoy existe una conciencia mundial del calentamiento global y de la contaminación del agua, aire y tierra, y preocupación por los costos elevados de energía (Molar-Orozco & Huelsz-Lesbros, 2017).

Los problemas térmicos pueden entenderse por los cambios ambientales generado por el efecto isla de calor, que al interior de una vivienda o edificación sin las debidas consideraciones de diseño pueden producir estrés térmico al usuario (García-López, 2017).

Para controlar el aumento de la temperatura de la superficie urbana y crear un ambiente térmico confortable, una estrategia de refrigeración pasiva eficaz seria enfriar las superficies verticales como muros, fachadas (Duan et al., 2017).

La adopción de sistemas constructivos no tradicionales como cubiertas, muros verdes, fachadas pasivas, constituye estrategias que permiten el control de temperaturas interiores extremas durante el verano, que a una escala urbana favorecen a la mitigación del efecto isla de calor (Gutiérrez et al., 2014).

En la actualidad se espera que las edificaciones que se construyen tengan un diseño eficiente desde el punto de vista energético y respetuoso con el medio ambiente. Esta idea de edificios sostenibles engloba diversas cuestiones relativas a la conservación de la energía, el agua, el suelo y los materiales, junto con la protección del medio ambiente y la calidad de los ambientes interiores y exteriores (Enteria & Mizutani, 2011).

La eficiencia energética de los edificios puede mejorarse aplicando estrategias activas o pasivas según la necesidad, esto implica, ubicación, clima, altura, vientos. Las mejoras de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), pueden clasificarse como estrategias activas, mientras que las mejoras de los elementos de la

envolvente del edificio pueden clasificarse como estrategias pasivas. En los últimos años se ha observado un renovado interés por las estrategias pasivas de eficiencia energética en las edificaciones siendo respetuosas con el medio ambiente (Echarri-Iribarren, 2019).

La envolvente es lo que separa los ambientes interior y exterior de un edificio, es el factor que determina la calidad de confort en el ambiente y controla las condiciones interiores independientemente de las variaciones de temperaturas exteriores. Varios componentes, como paredes, cerramientos, tejados, cimientos, aislamientos térmicos, masa térmica, dispositivos que dan sombra, etc., constituyen la cobertura de cualquier edificación (Guclu & Cuce, 2019).

Varios investigadores en todo el mundo han llevado a cabo estudios sobre la mejora en la envolvente de los edificios y su impacto en el uso energético de los mismos. En el caso de apartamentos de gran altura en el clima cálido húmedo de Hong Kong se registró un ahorro energético del 31.4% con respecto a la aplicación de estrategias pasivas eficientes desde el punto de vista energético (Ascione, 2017).

El diseño arquitectónico adecuado de la envolvente de una edificación puede reducir significativamente el consumo de energía mediante la iluminación natural, la reducción de las cargas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (Kelly & Fussell, 2019).

Una propuesta de envolvente pasivo para implementar en fachadas y limite el consumo energético es el ECO COOLER, un sistema de refrigeración pasiva, que no necesita usar energía eléctrica para refrigerar un espacio interior.

Las vasijas de barro son una alternativa para mitigar el consumo eléctrico de una edificación, la evaporación del agua en la superficie genera un proceso endotérmico que absorbe el calor de evaporación que es proporcionada por conducción directa a través del material poroso, este fenómeno se basa en técnicas tradicionales de refrigeración como el botijo (García-López, 2017).

El botijo es un tipo de jarra de cerámica española hecha a mano, que mantiene el agua fría, gracias a su superficie de evaporación (García-López, 2017).

Las vasijas de barro cumplirán su función con el efecto de enfriamiento por evaporación, el agua se evapora 0.015 ml/min., es un parámetro para considerar en el diseño del prototipo de las vasijas, el motivo es la permanencia excesiva del agua en los recipientes (Manzur & Cardoso, 2015).

El propósito de esta revisión es evaluar la práctica común de implementar tecnologías pasivas de refrigeración en fachadas con técnicas tradicionales de bajo impacto y consumo energético, alternativas como paredes de celosía con vasijas de barro para una construcción ecológica (Li et al., 2019).

Objetivo general

Analizar el sistema ECO COOLER como estrategia de diseño pasivo para refrigerar ambientes habitables disminuyendo la cantidad de consumo energético a través de celosías en fachadas ubicadas en climas tropicales.

Objetivo específico

Demostrar que los sistemas tradicionales de refrigeración funcionan para climatizar espacios interiores donde se pueda suprimir electrodomésticos convencionales para la reducción de la energía en de la edificación.

Comparar los cambios de temperatura de un espacio interior con fachada convencional y una con fachada de celosía climatizada para llegar a la temperatura confort para habitar.

Metodología

El presente estudio tiene el siguiente enfoque investigativo:

Tabla 1

Tipo y nivel de investigación

Tipo	Nivel	Concepto
Según su finalidad	Básica	Conocer el tipo de estrategia pasiva para implementar en fachadas donde se necesite mejorar el confort térmico.
Según su alcance	Prospectiva	Se realizará una maqueta a escala 1:50, para hacer las mediciones de temperatura interior que se genera en un dormitorio con un vano libre, comparando con una celosía.
Según su profundidad	Exploratoria	Determinar que variación de temperaturas tenemos al aplicar calor artificial.
Según sus fuentes	Secundarias	Recopilación de investigaciones existentes de publicaciones, utilización de base de datos digitales, plataformas como: SCOPUS, WEB OF SCIENCE, CONCIENCIA DIGITAL.
Según su carácter	Cuantitativas	Datos cuantitativos de las mediciones que se pueden obtener con termómetro digital y cámara termográfica.
Según su naturaleza	Experimentales	Demostrar que el cambio de variables que está sometido la maqueta conceptual.

En la población del estudio forman parte las publicaciones en revistas científicas sobre soluciones pasivas en fachadas para disminuir la temperatura interior de una edificación sin necesidad de utilizar energía eléctrica.

La técnica de recolección de datos por revisión de registros nos permite recopilar información de temperaturas comparando la temperatura ambiente sin ninguna variable en su fachada sometiendo calor artificial durante 1 minuto, y haciendo la comparación de temperatura con un envolvente pasivo en este caso el sistema ECO COOLER por vasijas de barro.

La investigación se realiza de acuerdo con lo siguiente:

1. Revisión bibliográfica del comportamiento térmico que tiene una vasija de barro, analizando conceptos, estudios, referentes, prototipos, para proponer un sistema de envolvente pasivo.
2. Maqueta volumétrica escala 1:50 para hacer las mediciones de temperatura interior, con las siguientes variaciones: temperatura ambiente con vano libre, temperatura ambiente con fachada de celosía de vasijas de barro, temperatura sometida a calor artificial por medio de una pistola de calor en las 2 fachadas.
3. Comparación de los resultados para conocer las variaciones de temperatura.
4. Propuesta de envolvente pasivo con vasijas de barro.

Resultados

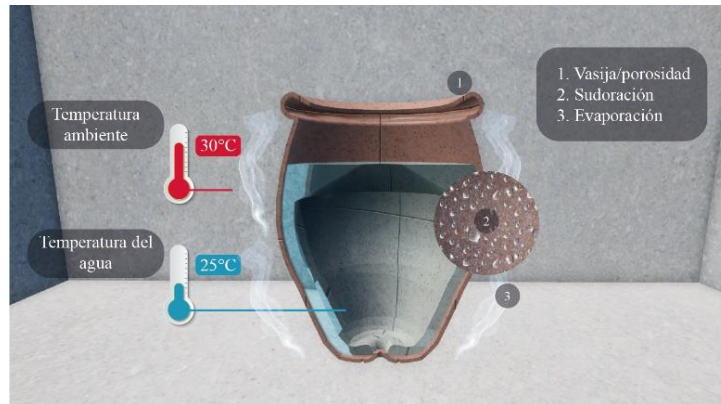
La vasija de barro es uno de los elementos de historia más común a nivel mundial, el comportamiento térmico del barro mantiene a su interior bajas temperaturas respecto a su temperatura ambiente por lo cual nuestros ancestros las utilizaban para llevar agua y guardar sus alimentos.

Este elemento tiene una peculiaridad en su materialidad y composición, que es poroso y el proceso que sucede a su interior es enfriar por el efecto de refrigeración por evaporación, la porosidad de la vasija de barro hace que el agua filtre y se evapore, bajando la temperatura del agua restante.

Los factores para el enfriamiento dependen de las condiciones ambientales, mientras más calor haga en el ambiente, la evaporación será más rápida, a este método se lo conoce como efecto de botijo.

Figura 1

Funcionamiento del botijo con agua



Nota: Vajilla de barro con agua, efecto botijo.

Consiste en la intervención de 3 factores: (fig. 1)

- La porosidad, que es indispensable en las vasijas de barro que permite el paso de agua por las paredes que tienen microporos al exterior.
- Sudoración, pequeñas gotas que cubren la vasija a simple vista se humedece el recipiente.
- Evaporación, al contacto con las temperaturas exteriores el agua comienza a evaporarse, pasa de estado líquido a gaseoso.

Figura 2

Afirmación del funcionamiento botijo



Nota: Factores sobre la vasija de barro: porosidad, sudoración, evaporación.

Teniendo claro el funcionamiento térmico de la vasija de barro, se propone la implementación de este elemento como un sistema envolvente para la edificación a base

de una celosía que se encarga de acondicionar el aire en el interior sin necesidad de utilizar recursos energéticos (fig. 2).

Para el prototipo experimental de una fachada de vasijas de barro ECO COOLER se realizó una maqueta volumétrica a escala 1:50, que simula una habitación, en la cual haremos tomas de temperatura con una cámara termográfica con 2 variables, la primera consta de la habitación completamente vacía y la segunda con una fachada de vasijas de barro, para recrear un ambiente idóneo se hace uso de herramientas adicionales como es una pistola de calor para elevar la temperatura del espacio interior, las dos muestras con un ingreso y salida de calor artificial (fig. 3).

Figura 3*Comparación de temperaturas*

Nota: Maqueta prototipo envolvente de fachada pasiva

Para el primer ejercicio con la maqueta, se hace mediciones de temperatura ambiente que existe al interior con un valor medio de 19.5 °C; se posiciona sobre una mesa y se aplica con la pistola de calor durante un minuto a una distancia de 10cm, se toma registro de la temperatura que ingresa a la habitación que es de 34.3 °C. (tabla 2).

En el segundo ejercicio, se necesita de las vasijas de barro para recrear la fachada de celosía, se seleccionan 9 vasijas de medidas 9 cm x 7 cm, con capacidad de 50 ml. de agua cada una. Se procede a colocarlas una encima de otra generando un envolvente para el vano de la maqueta.

Para simular la corriente de aire se aplica la pistola de calor durante un minuto y se toma medidas de cambios de temperatura que tiene al interior. La maqueta volumétrica tiene 5 superficies para la toma de temperatura, pared lateral izquierda, pared lateral derecha, piso, techo, y elemento vertical abierto o celosía de vasijas de barro, y también se realizaron 2 marcos ambientales que miden la temperatura media del espacio.

Los resultados de los dos ejercicios de medición de temperatura plasman el comportamiento de un vano libre contra un envolvente pasivo.

Tabla 2

Temperaturas en maqueta prototipo de envolvente pasiva

# DE PUNTOS	Temperatura Ambiente – vano libre	Temperatura vano libre con pistola de calor	Temperatura ambiente celosía de vasijas de barro	Temperatura celosía de vasijas de barro + pistola de calor
Nº	° C	° C	° C	° C
Punto 1	20.1	26.4	20.1	21.6
Punto 2	20.1	26.4	19.2	22.9
Punto 3	20.4	29.0	19.5	26.4
Punto 4	18.9	28.6	19.7	25.4
Punto 5	19.5	34.3	19.5	22.3
Media 1	20.1	25.6	19.7	23.5
Media 2	20.0	25.2	19.8	23.4
Promedio	19.9	27.9	19.6	23.6

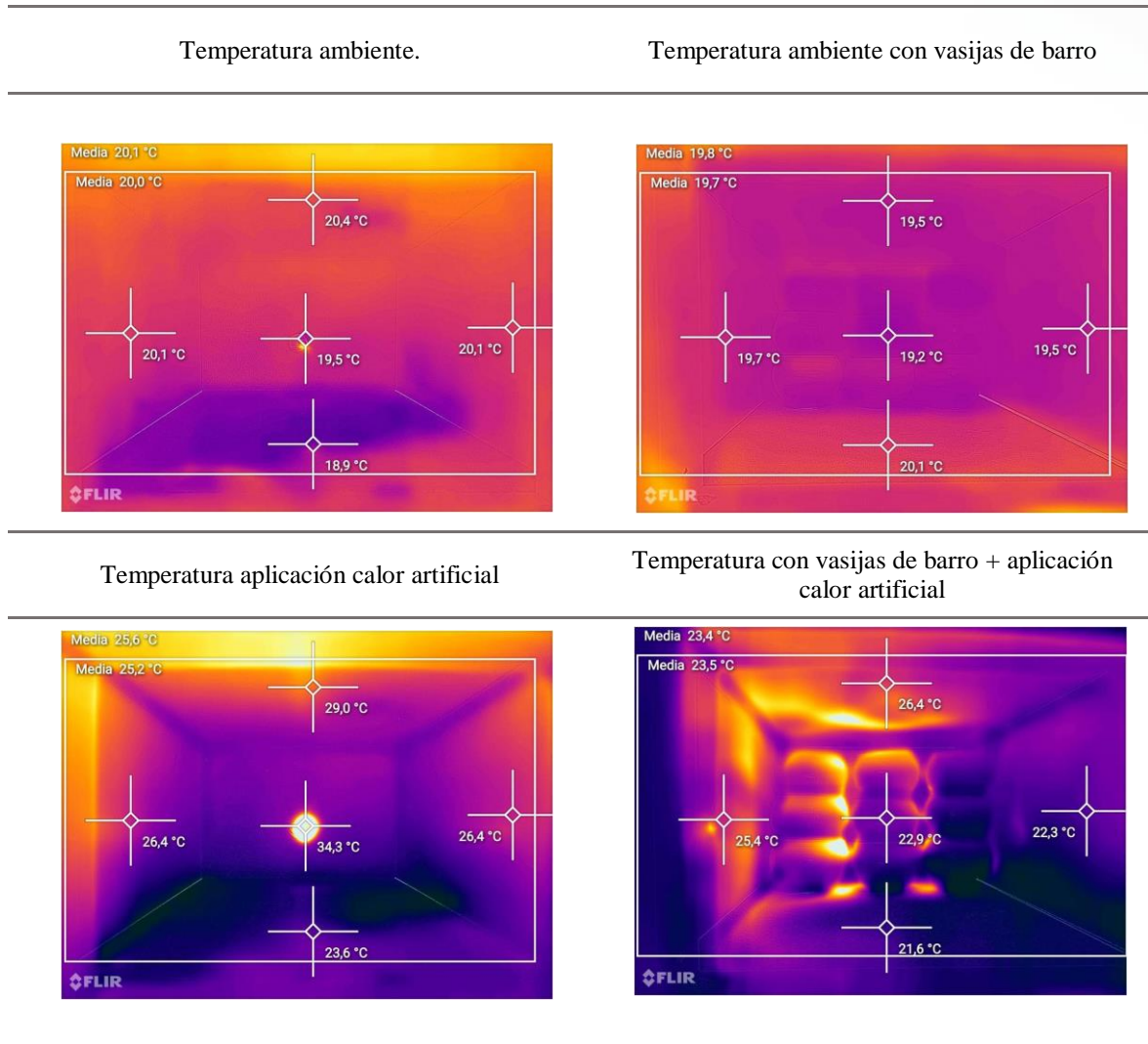
Nota: Variación de temperaturas sobre la maqueta conceptual, con las diferentes variables.

Se pudo comprobar que la celosía de vasijas de barro está cumpliendo el propósito de refrigerar un ambiente con una variación a favor de 4.3 °C, la temperatura bajó sin necesidad de implementar la energía eléctrica, demostrando que el experimento funciona y puede ser aplicable a una envolvente en edificaciones.

Para la confirmación de estas medidas térmicas dentro del prototipo se capturó fotografías termográficas con los siguientes resultados (fig. 4).

Figura 4

Comparación de temperaturas



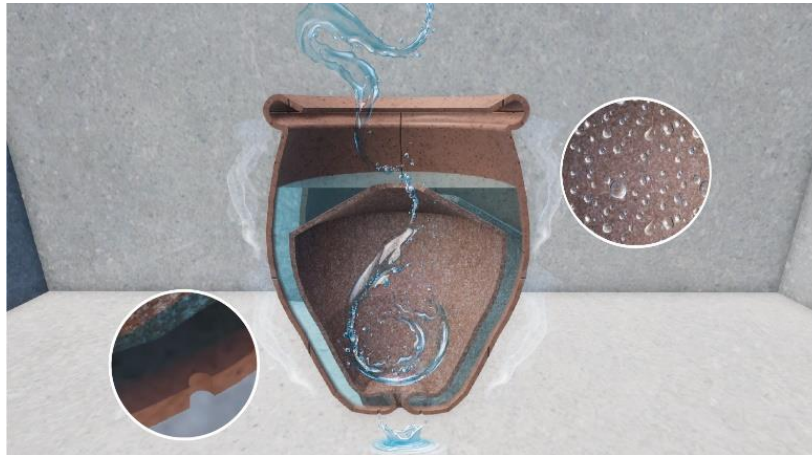
Nota: Fotografías con cámara termográfica para comparación de temperaturas.

Comprobado el funcionamiento del prototipo en la maqueta, se continua con el prediseño de una vasija de barro, que cumpla las características de porosidad y abastecimiento de agua.

La vasija de barro propuesta tiene las siguientes características: Porosidad en su material, abastecimiento de agua temporal controlado por goteo, rebosadero interno, estas variables nos ayudará en limpieza, durabilidad y mantenimiento a la vasija.

Figura 5

Prototipo de vasija de barro



Nota: Vasija de barro y sus componentes.

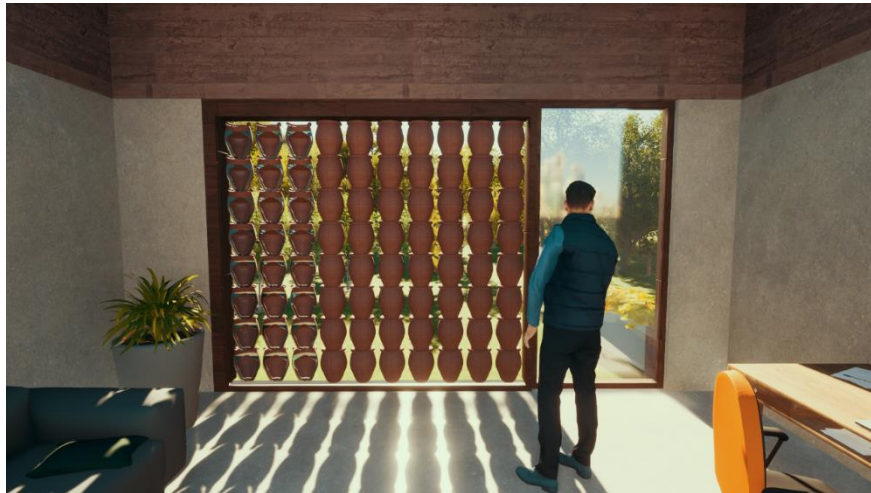
El recipiente de barro tiene las siguientes dimensiones: su altura de 30cm, y ancho de 23cm, con un radio de 10cm en su parte superior y en su base un radio de 5cm., el mismo que se llenará con 212 ml. de agua. Para completar 1m² de envolvente necesitamos 16 vasijas de barro (fig. 5).

Envolvente pasiva

Al tener más superficie en la celosía y pocas aberturas para el ingreso de aire y la iluminación, tenemos mejores resultados para enfriar el aire exterior que ingresa al espacio habitable.

El sistema ECO COOLER con vasijas de barro están apiladas una sobre otra, generando un módulo repetitivo para encajar sobre cualquier fachada, el sistema es cero consumos de energía eléctrica y el aporte con el medio ambiente es muy alto.

La celosía propuesta no solo cumple la función de enfriar el espacio, sino también se constituye en un elemento estético y decorativo que permite una interacción directa con el usuario a través de los sentidos (fig. 6). El sonido del agua en movimiento, el olor de la arcilla húmeda, el reflejo de la luz en las vasijas conforma una atmósfera de tranquilidad y paz para quien habita el lugar.

Figura 6*Celosía aplicada a una fachada residencial*

Nota: Interpretación de una fachada en una habitación.

Evaporación de agua y goteo

La evaporación y sudoración son los encargados de disminuir la cantidad de agua presente en la vasija de barro en 0.015 ml/min. Considerando que cada vasija alberga 212ml de agua, se debería esperar un tiempo de 14133 minutos o 9.8 días para reabastecerlas. Dado que el agua en reposo, pasada las 48 horas comienza su proceso de descomposición y estancamiento (Asphalt Roofing Manufacturers Association, 2017), es necesaria la implementación de un sistema de recirculación del agua para mantener las vasijas en un estado salubre. En este caso, se trata de un sistema de recirculación de agua a base de goteo, realizando una perforación en la base de la vasija que permita el movimiento del agua y evite el estancamiento.

Sistema de llenado de agua

El sistema de llenado para este envoltente se lo puede hacer con llave de manguera la recolección de agua lluvia, en la hilera superior de la envoltente cada vasija puede seguir realimentando el agua a las vasijas inferiores, haciendo un efecto cadena (fig. 7).

Cuando la vasija superior este llena, en su parte interna tendrá un rebosadero que alimentará a la siguiente y este mismo proceso sucederá con cada elemento de la fachada.

Figura 7*Sistema de tubería de agua lluvia***Nota:** Representación de tubería de agua lluvia color ROJO*Evacuación de agua*

En este envolvente hay dos tipos de evacuación de agua, de la misma vasija el sistema por goteo hará que el agua fluya y cuando hay una gran cantidad de agua lluvia los recipientes llegan a su abastecimiento máximo.

En estos casos el ultimo que se encuentra en la base de la celosía, dará paso a una rejilla de agua lluvia que se encargará de evacuar el agua sobrante hacia una caja de revisión.

Conclusiones

- El sistema ECO COOLER, es una estrategia pasiva de gran ahorro energético por lo tanto es una intervención de arquitectura sostenible, pero el resultado de las temperaturas internas dependerá los factores climáticos que se presenten, al ser celosías con vasijas de barro que van a contener agua también se pueden apreciar sensaciones que pasamos por alto como es el sonido del agua, el tacto y aroma de la superficie arcillosa húmeda, basado en experiencias para el sentido humano que no solo refrigera un espacio sino forma un ambiente de relajación y estadía temporal.
- La estrategia pasiva ECO COOLER por vasijas de barro, cumple el propósito de enfriamiento de espacios sin necesidad del uso de energía eléctrica, disminuyendo el consumo de electrodomésticos como es el aire acondicionado, un artefacto de mucha demanda energética hoy en día.
- Al aplicar el sistema de envolvente pasivo con vasijas de barro se debe tomar en cuenta el área libre que existe entre cada vasija esto dependerá la cantidad de flujo de aire que pase por la celosía, a mayor abertura entre modulo, menor será la capacidad de enfriamiento.

Agradecimiento

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 visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Conflicto de intereses

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

Referencias Bibliográficas

- Akeiber, H., Nejat, P., Majid, M. Z. A., Wahid, M. A., Jomehzadeh, F., Zeynali Famileh, I., Calautit, J. K., Hughes, B. R., & Zaki, S. A. (2016). A review on phase change material (PCM) for sustainable passive cooling in building envelopes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1470–1497. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.036>
- Ascione, F. (2017). Energy conservation and renewable technologies for buildings to face the impact of the climate change and minimize the use of cooling. *Solar Energy*, 154, 34–100. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.01.022>
- Catañeda, W., Gómez, A., & Czajkowski, J. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de Arquitectura*, 23(202), 115–124.
- Duan, Z., Zhao, X., & Li, J. (2017). Design, fabrication, and performance evaluation of a compact regenerative evaporative cooler: Towards low energy cooling for buildings. *Energy*, 140, 506–519. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.110>
- Echarri-Iribarren, V. (2019). Conditioning using ceramic floor panels with capillary tube mats and solar thermal panels on the Mediterranean coast: Energy savings and investment amortization. *Energy and Buildings*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109334>
- Enteria, N., & Mizutani, K. (2011). The role of the thermally activated desiccant cooling technologies in the issue of energy and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2095–2122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.01.013>

- García-López, J. (2017). Low cost, energy, and impact ceramic cladding cooling system by means of evapotranspiration or “botijo-effect.” *Proceedings of 33rd PLEA International Conference: Design to Thrive, PLEA 2017, 3*, 4054–4061.
- Guclu, T., & Cuce, E. (2019). Thermoelectric Coolers (TECs): From Theory to Practice. *Journal of Electronic Materials*, 48(1), 211–230. <https://doi.org/10.1007/s11664-018-6753-0>
- Gutiérrez, R., Salvador, R., García, I., & Manuel, V. (2014). Confort Térmico Versus Consumo Energético En Viviendas De Interés Social En Clima Cálido Húmedo. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 16, 123–140. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947304009>
- Hughes, B. R., Chaudhry, H. N., & Ghani, S. A. (2011). A review of sustainable cooling technologies in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 3112–3120. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.032>
- Kelly, F. J., & Fussell, J. C. (2019). Improving indoor air quality, health, and performance within environments where people live, travel, learn and work. *Atmospheric Environment*, 200 (November 2018), 90–109. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.11.058>
- Li, J., Zheng, B., Shen, W., Xiang, Y., Chen, X., & Qi, Z. (2019). Cooling and energy-saving performance of different green wall design: A simulation study of a block. *Energies*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/en12152912>
- Manzur, A., & Cardoso, J. (2015). Velocidad de evaporación del agua. *Revista Mexicana de Física E*, 61(1), 31–34.
- Molar-Orozco, M. E., & Huelsz-Lesbros, G. (2017). Comparación del comportamiento térmico de muros de concreto armado y de bloques de concreto huecos. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 1, 1–17.
- Sadineni, S. B., Madala, S., & Boehm, R. F. (2011). Passive building energy savings: A review of building envelope components. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3617–3631. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.014>

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



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





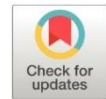
Indexaciones



Estudio de envolventes dinámicas para mejorar el confort acústico. Caso de estudio campus UCACUE

Study of dynamic envelopes to improve acoustic comfort. UCACUE campus case study

- ¹ Pedro Andrés Armijos Torres  <https://orcid.org/0000-0002-9504-4254>
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca.
pedro.armijos.54@est.ucacue.edu.ec
- ² Marco Benigno Avila Calle  <https://orcid.org/0000-0002-2134-1432>
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca.
mavila@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 07/01/2023

Revisado: 15/02/2023

Aceptado: 02/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2534>

Cítese:

Armijos Torres, P. A., & Avila Calle, M. B. (2023). Estudio de envolventes dinámicas para mejorar el confort acústico. Caso de estudio campus UCACUE. *ConcienciaDigital*, 6(2), 65-88. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2534>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Polución
Acuática,
Envolventes
Dinámicas,
Confort
Acústico,
material
reciclado,
dispositivos
acústicos.

Resumen

Introducción. Una de las causas que ha cobrado fuerza en la actualidad debido a los efectos que genera en la calidad de vida de las personas, es la contaminación acústica; misma que está presente en todas las actividades cotidianas, como son: estudio, trabajo, hogar, teatros, restaurantes, calles, parques, entre otros. El sentido de la audición al igual que el de la vista, representa una conexión fundamental para estar informado de los acontecimientos del entorno, ya que está en alerta permanente inclusive cuando dormimos. El confort acústico es una sensación subjetiva de bienestar, propia de cada persona y depende de diversos factores como, por ejemplo: la actividad que se realiza en un determinado momento, así como el ambiente sonoro existente en el lugar. Por otra parte, la sensación de incomodidad acústica se produce cuando un ambiente sonoro no es el adecuado para la actividad de los ocupantes, esto a más de generar un malestar orgánico, puede producir un malestar intelectual y como consecuencia, una alteración emocional. **Objetivo.** El presente estudio se centra en el impacto de la aplicación de envolventes dinámicas en el edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca. **Metodología.** Con la metodología utilizada, se pretende innovar el diseño arquitectónico, mediante el análisis, simulación y empleo de materiales amigables con el medio ambiente, a través del desarrollo de envolventes dinámicas tridimensionales que se fusionen con la fachada y en conjunto, mejoren las condiciones de confort acústico en el interior de las edificaciones. **Resultados.** Obtener un prototipo digital de envolvente dinámica en fachadas con el fin de reducir el ruido ambiental generado por el tráfico vehicular de la Avenida de las Américas. **Conclusión.** Los prototipos de envolventes dinámicas constituyen un aporte para las edificaciones educativas, reduciendo el ruido del tráfico en un 28% con paneles de material reciclado que podemos encontrar en nuestra ciudad. **Área de la ciencia:** arquitectura.

Keywords:

Aquatic
Pollution,
Dynamic
Envelopes,

Abstract

Introduction. One of the causes that has gained strength today because it generates on people's quality of life, is noise pollution; The same that is present in all daily activities, such as: study, work, home, theaters, restaurants, streets, parks, among others. The sense

Acoustic
Comfort,
recycled
material,
acoustic
devices.
Summary

of hearing, like that of sight, represents a fundamental connection to be informed of events in the environment, since it is on permanent alert even when we sleep. Acoustic comfort is a subjective sensation of well-being, typical of each person and depends on several factors, such as: the activity that is conducted at a certain time, as well as the existing sound environment in the place. On the other hand, the sensation of acoustic discomfort occurs when a sound environment is not suitable for the activity of the occupants, this, in addition to generating organic discomfort, can produce intellectual discomfort and, consequently, emotional alteration. **Objective.** This study focuses on the impact of the application of dynamic envelopes in the building of the Academic Unit of Engineering, Industry and Construction of the Catholic University of Cuenca. **Methodology.** With the methodology used, it is intended to innovate architectural design, through the analysis, simulation, and use of environmentally friendly materials, through the development of three-dimensional dynamic envelopes that merge with the façade and together improve comfort conditions. acoustics inside buildings. **Results.** Obtain a digital prototype of a dynamic envelope on facades to reduce the environmental noise generated by vehicular traffic on Avenida de las Américas. **Conclusion.** The prototypes of dynamic envelopes constitute a contribution to educational buildings, reducing traffic noise by 28% with panels of recycled material that we can find in our city.

Introducción

Los seres humanos, a través de los años, hemos tenido que afrontar una serie de acontecimientos relacionados desastres naturales y otros asociados plenamente a las actividades realizadas por el hombre. Una de las causas que ha cobrado fuerza en la actualidad debido a los efectos que genera en la calidad de vida de las personas, es la contaminación acústica; mismo que está presente en todas las actividades cotidianas, como son: estudio, trabajo, hogar, teatros, restaurantes, calles, parques, entre otros. Pese a los intentos de las autoridades por regular esta situación, la contaminación acústica se ha convertido en un hecho desafortunado en la vida de las personas a nivel mundial (Goines & Hagler, 2007).

La problemática que se desarrolla en torno al crecimiento de la población ha desencadenado una serie de inconvenientes que afectan directamente la calidad de vida

de las personas, esto se puede evidenciar no solo en las grandes metrópolis sino también en las pequeñas ciudades. Existen estudios que demuestran que, en Cuenca la contaminación acústica se presenta por las actividades diarias relacionadas a: comercio, industria, turismo, tráfico vehicular (Omar et al., 2015).

En un estudio sobre la medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile, se concluye que del 100% del ruido ambiental que existe a nivel mundial y en esta ciudad, el 70% proviene del tránsito vehicular y el 30% de otras acciones humanas que se desarrollan dentro del entorno (Platzer et al., 2007).

En enero de 2020, diario el Mercurio de la ciudad de Cuenca, a través de una publicación señaló que la cantidad de vehículos en Cuenca en el 2019 ascendió un 1% en relación con el 2018 (Sánchez, 2020).

El confort y calidad de vida de los cuencanos es de interés público, por ello, desde hace pocos años, se ha empezado a evaluar de manera precisa y periódica los efectos que el ruido ambiental provoca en la salud de las personas (Martínez et al., 2018).

Un estudio realizado por la Universidad del Azuay y la Comisión de Gestión Ambiental del Municipio de Cuenca en el 2017 reflejó que, el ruido en las vías de Cuenca está bordeando los 80 decibeles, nivel que se enmarca en los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

En Turquía un estudio publicado en marzo de 2018 se concentró en la determinación de la contaminación acústica en los campus de la Universidad de Cukurova y concluyó que el incremento del número de personas desencadena el incremento en el número de vehículos y este impacto conduce a un aumento en el nivel de ruido inducido por el tráfico. Entre el 2010 y 2017 en el campus, el ruido ambiental inducido por la carretera se expandió, esta situación se volvió particularmente evidente en las nuevas facultades en el sur del campus y sus alrededores (Çolakkadıoğlu et al., 2018).

En la actualidad, otro tema de interés son los desechos plásticos, en un artículo publicado por la Universidad Nacional de Singapur, se manifiesta que de los aproximadamente 6300 millones de toneladas de desechos plásticos que se generaron en 2015, tan solo el 9% se recicló, mientras que el 79% fue a parar en vertederos, ríos y océanos (Koh et al., 2018).

Dada la problemática detallada en los puntos anteriores, en el presente artículo, se analiza alternativas para que a través del manejo adecuado de los desechos se obtenga un material reciclado que contraste los efectos del ruido ambiental.

En la actualidad, para evaluar el confort acústico en los edificios destinados a la vivienda, se ha implementado métodos estandarizados para la reducción del sonido aéreo y de impacto. No obstante, un análisis completo, debería incluir otro parámetro que es la

percepción humana del entorno acústico. Por lo tanto, una de las preocupaciones principales es, la corresponsabilidad entre la percepción de los residentes con los resultados adquiridos por las mediciones acústicas y los descriptores del aislamiento acústico en los edificios. Para poder formular modelos que permitan predecir la satisfacción y el confort de los usuarios del edificio, es necesario definir si efectivamente se obtiene una correlación entre estas variables (Vardaxis et al., 2018).

En un estudio sobre aislamiento acústico entre viviendas enfocado en los requisitos de las normas de construcción en Europa, se visualiza que entre las principales características del confort acústico se encuentran: ausencia de sonido no deseado, sonidos deseados con el nivel y la calidad adecuados, realización de actividades sin causar molestia en las demás personas. El confort acústico está relacionado con la persona como fuente de sonido y no solo como receptora. De tal manera que se concluye que alrededor del 60% de la población estaría dispuesta a pagar en promedio un 10% más por una vivienda, si el aislamiento acústico pudiera ser mejorado (Rasmussen, 2010).

Tres experimentos realizados en laboratorios suizos, en los que se investigaron los efectos de varias variables en el confort acústico a corto plazo, arrojaron resultados que indican que, en los conjuntos habitacionales, un cuidadoso diseño acústico de las fachadas puede contribuir a mejorar el confort acústico de los residentes (Taghipour et al., 2019).

Un estudio sobre la reducción del ruido del tráfico en los balcones de la fachada de un edificio de gran altura realizado por la Universidad de Kyushu-Japón, indica que, en las áreas urbanas de Asia, las viviendas de gran altura a menudo se construyen cerca de carreteras principales o vías férreas. Los crecientes volúmenes de tráfico ponen una exposición al ruido a largo plazo a las personas que viven en habitaciones adyacentes a carreteras o vías férreas, lo desencadena la molestia y trastornos del sueño. Como resultado de las pruebas realizadas, se comprobó la eficiencia del efecto de aislamiento acústico generado en los balcones con reflectores montados en el techo (Ishizuka & Fujiwara, 2012).

Giuseppe Ciaburro, Rosaria Parente, Gino Iannace y Virginia Puyana-Romero trabajaron en una caracterización acústica de un nuevo metamaterial de membrana basado en tres capas de una membrana de PVC reutilizada con arandelas de metal unidas. Esta estructura servirá para la construcción de paneles acústicos en pro de mejorar la acústica de la sala (Buratti & Merli, 2022).

En lo referente a la protección de la vivienda, la fachada cumple un papel principal ya que se relaciona directamente con el clima interior, así como en el consumo de energía, puesto que existen muchos flujos de energía en ambos sentidos sobre este límite entre los entornos externo e interno (Johnsen & Winther, 2015).

Las envolventes dinámicas en fachadas siguen siendo desconocidas, pese a haber sufrido un gran desarrollo en los últimos años, muy pocas edificaciones emplean el movimiento de su envolvente como un controlador de la energía que pasa a su interior, adecuándola a las necesidades humanas de bienestar (Carmenado, 2016).

Fundamentos teóricos

Envolventes dinámicas

Los edificios o partes de edificio hoy en día tienen la capacidad de adaptarse a las condiciones medio ambientales o condiciones del exterior, mismas que se denominan receptores (Chang et al., 2019). Los receptores trabajan en el interior como en el exterior (Kent, 1977), los mismos que permiten mejorar la sensación de confort del edificio universitario.

Las aplicaciones interactivas cambian totalmente la concepción de envolvente dinámica para los usuarios, estas nos llevan a regular el proceso de diseño en fase interactiva (Hosseini et al., 2019).

A través de los años, se ha evidenciado la constante evolución de la arquitectura, al hablar de innovación no podemos omitir a la envolvente dinámica como un elemento potencial de este concepto. La envolvente se presenta como un elemento que protege a la superficie de su interacción con el entorno, esta herramienta debe ser explotada de la mejor manera para sacar el mayor provecho en la obra, a través del uso de los recursos disponibles en nuestro medio, aprovechando al máximo esta gran superficie y que no se convierta en un elemento estático. Con el cambio de paradigmas en el mundo de la arquitectura, se ha incorporado diferentes maneras de comprender sus elementos y es así como la envolvente dinámica dejó de ser un elemento pesado y se convirtió en un elemento liviano que actúa como filtro protector de agentes externos y, puede ser móvil, incorporando elementos que nos proporciona la tecnología actual (Petraglia, 2018).

Acústica

Para comprender de mejor manera a que hace referencia la acústica, así como el sonido, a continuación, se exponen una serie de conceptos:

- Aislantes acústicos: Son elementos diseñados para solucionar problemas de aislamiento acústico en cualquier tipo de edificación, utilizando diferentes tipos de materiales donde se encuentran principalmente laminas en base de caucho, lana de vidrio, madera de distinta densidad (Arkiplus, s. f.).
- Contaminación acústica: se define a la contaminación acústica como “presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que implican molestia, riesgo o daño para las personas, para el

desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causan efectos significativos sobre el medioambiente” (Real Academia Española [RAE], 2022).

- Frecuencia: número de pulsaciones de una onda acústica senoidal ocurridas durante un segundo. Es equivalente al inverso del período. Unidad: herzio (Hz). (Monroy, 2006).
- Frecuencias preferentes: Frecuencias indicadas en la Norma UNE 74.002-78, entre 100 Hz y 5.000 Hz. Para bandas de octava y para tercios de octava las frecuencias, en Hz. (Monroy, 2006).
- Sonido: Sensación auditiva producida por una onda acústica, según la RAE es “sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire” (RAE, 2022).
- Ruido: es un sonido desagradable y molesto cuando existen niveles altos son dañinos para la audición (Carolina et al., 2000).

Normativa

Para la construcción de espacios educativos se enlazan directamente: la seguridad, confort, habitabilidad y dimensionamiento de la edificación escolar; para realizar directamente la planificación arquitectónica de manera integral de los edificios educativos (Ministerio de Educación, 2012).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, s.f.), considera que 35 dB es el sonido ambiente adecuado para permitir unas buenas condiciones de enseñanza y aprendizaje en las clases, en nuestras aulas el sonido del exterior excede en mucho el nivel requerido para una enseñanza adecuada.

Para realizar las mediciones de sonido dentro del aula de la facultad de arquitectura se ocupará la Norma UNE-EN ISO 16283-3 “Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción, Parte 3: Aislamiento a ruido de fachada”

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, el límite admisible para zonas hospitalarias y educativas en horario 06h00 a 20h00 es de 45 dB y de 20h00 a 06h00 es de 35 (Ministerio del Ambiente, 2003).

Emplazamiento

El edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca se encuentra ubicado al sur de la República del Ecuador en la provincia del Azuay, parroquia Bellavista, entre las calles General Torres y Avenida de las Américas con las siguientes coordenadas 2°53'06.0" Sur y 79°00'19.8" Oeste.

El edificio cuenta con cuatro plantas, para nuestro caso de estudio hemos escogido el aula 213 que se encuentra en la primera planta alta, distribuida en 13 aulas, con un promedio de 20 estudiantes por aula.

La estructura de cimentación, columnas y vigas son de hormigón armado, losas de hormigón armado alivianadas, cubierta de teja vidriada, tabiquería de ladrillo macizo, ventanas de aluminio color negro, vidrio de 4mm puertas de tol galvanizado con estructura metálica, cielo raso de placas de yeso-cartón, y pisos de baldosa.

Figura 1

*Vista frontal del edificio de la unidad académica de ingeniería, industria y construcción
Universidad Católica de Cuenca*



Nota: Campus General Torres. **Fuente:** Universidad Católica de Cuenca (2001)

Objetivo General

Determinar el mejor prototipo de envolvente dinámica, mediante el análisis de diseños y manejo adecuado de un software, que simule el desempeño del material, contribuyendo a la obtención de un producto que contraste los efectos del ruido ambiental.

Objetivos Específicos

- Determinar la percepción acústica que tienen los estudiantes de arquitectura sobre la sensación auditiva del ruido proveniente de la Avenida de las Américas, a través de la aplicación de encuestas, a fin de conocer el horario de mayor polución acústica.
- Determinar el espectro de sonido generado desde la avenida principal hacia el aula 213 del edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca, con la información obtenida, extraer resultados que permitan visualizar el espectro del sonido en las diferentes frecuencias, identificando cual es la principal fuente de ruido.

- Elaborar envolventes dinámicas, a través de prototipos tridimensionales para ponerlos en funcionamiento, mediante la simulación del cierre acústico en el interior del aula.

Metodología

Con la metodología utilizada, se pretende innovar el diseño arquitectónico, mediante el análisis y empleo de elementos amigables con el medio ambiente, a través del desarrollo de envolventes dinámicas que se fusionen con la fachada y en conjunto, mejoren las condiciones de confort acústico en el interior de las edificaciones.

En la tabla 1 podemos observar el tipo y nivel de investigación para nuestro caso de estudio.

Tabla 1

Tipo y nivel de investigación

Según su finalidad	Aplicada	Se pretende resolver los problemas de polución acústica en las edificaciones educativas.
Según su alcance temporal	Longitudinal prospectiva	Se realiza mediciones presentes para determinar el sonido en decibeles para mejorar el confort acústico del interior de las edificaciones.
Según su profundidad	Explicativa	Estudia las siguientes variables: contaminación acústica, nivel de ruido admisible, aislamiento acústico, confort acústico para entender el problema y realizar el prototipo.
Según las fuentes	Mixta	Se utiliza fuentes primarias y secundarias.
Según su carácter	Cuantitativa	Se toma datos cuantitativos para mejorar las condiciones de confort acústico dentro del edificio.
	Cualitativa	Se analizan datos cualitativos mejorando las envolventes dinámicas en su estética.
Según su naturaleza	Cuasiexperimental	Se realiza el prototipado tridimensional para verificar la reducción del ruido en las edificaciones.

Proceso metodológico

La investigación se realiza de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Etapa 1 Percepción: Para esta etapa se realiza encuestas a los estudiantes sobre la sensación auditiva del ruido proveniente de la Avenida de las Américas, a fin de conocer el horario de mayor contaminación acústica.
- Etapa 2 Estudio Acústico: Mediante los instrumentos tecnológicos como el sonómetro, se toman datos para determinar el espectro de sonido generado desde la avenida principal hacia el aula 213 del edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca. Con los datos obtenidos se cuantifica los resultados que permiten visualizar el espectro del sonido en las diferentes frecuencias, identificando cual es la principal fuente de ruido.
- Etapa 3 Prototipado tridimensional: Para esta etapa procedemos a diseñar propuestas de envolventes dinámicas, a través de prototipos tridimensionales con el software: Archicad 22, y mediante la simulación son puestos en funcionamiento, con el cierre acústico en el interior del aula.
- Etapa 4 Valoración y comprobación: en esta etapa valoramos y verificamos la efectividad de nuestro modelo de envolvente dinámica mediante la simulación de materiales en el software: Sound Insulation Prediction (V9.0.20) que simula el cierre acústico con diferentes combinaciones de materiales.

Población y muestra

Para el caso de estudio, de las 13 aulas que conforman la primera planta alta del edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca, se tomará como muestra el aula 213.

Las técnicas escogidas para la obtención de datos son: ficha de recolección de datos, cuestionario.

La ficha de recolección de datos nos permite recopilar información de diferentes fuentes, hacer evaluaciones y tomar mejores decisiones.

Por otra parte, el cuestionario, facilita conocer la percepción del confort acústico del interior del aula de clase. Como se indicó anteriormente, esta investigación según su carácter es cuantitativa y cualitativa.

El instrumento de recolección de datos es la encuesta que fue aplicada a 70 alumnos de la facultad de arquitectura que se encuentran en el aula de estudio y adyacentes.

Para el diseño de la envolvente dinámica, se toma como referencia los siete edificios más representativos a nivel mundial que emplean este tipo de envolventes, de tal manera que, con el estudio del criterio aplicado por los expertos, se puede plantear el mejor diseño de prototipos de envolventes dinámicas, de igual manera, se realiza la búsqueda para escoger

material acústico idóneo que esté disponible en el medio y concluir con la realización de pruebas en el software.

Resultados

Se procede a medir el ruido en el interior del aula con la normativa que indica “Las mediciones en interiores se realizarán siempre con las ventanas y puertas cerradas. La instrumentación se situará al menos a una distancia de 1,20 m del suelo, techos y paredes; y a 1,50 m de cualquier puerta o ventana. De no ser posible el cumplimiento de las distancias, se medirá en el centro del recinto”, Norma UNE-EN ISO 16283-3. Para esta medición se utilizó un sonómetro Modelo: SL-4023SD tipo 2, y Modelo: XL2 RTA Spectrum Logging tipo 1 cumpliendo con la norma IEC 61672.

Con la simulación de la envolvente dinámica en la fachada del aula en estudio, se procede a efectuar una nueva medición de la polución acústica y a través de la documentación de los resultados finales, se comprueba que los prototipos de envolventes dinámicas permiten reducir el ruido ambiental.

Presentación de resultados

Para continuar con la etapa 1 se realizó este cuestionario con aprobación de un juicio de expertos, como resultado se obtuvo las siguientes preguntas:

1. ¿Considera usted que en su aula existe contaminación acústica procedente de la Avenida de Américas?
2. Califique del 1 al 5 el nivel de ruido interior que existe en su aula, siendo 1 poco molesto y 5 muy molesto.
3. ¿En qué intervalo horario sueles escuchar más ruido interior aproximadamente? Puedes seleccionar más de una respuesta si lo ves necesario.
(08:00 - 10:00 h)1, (10:00 - 12:00 h)2, (12:00 - 14:00 h)3, (14:00 - 16:00 h)4, (16:00 - 18:00 h)5, (18:00 - 20:00 h)6, (20:00 - 21:00 h)7.
4. ¿Cree usted que el ruido interior es motivo de distracción al momento de recibir clases?
5. ¿Cree usted que un aula debe disponer de mecanismos que contribuyan a aislar la polución acústica?

En la tabla 2 se muestra los resultados de las encuestas realizadas a 70 alumnos de la facultad de arquitectura. El 37.4% de los encuestados tuvieron la percepción de mayor ruido en el aula en el horario de 8:00 a 10:00 am.

Tabla 2

Encuestas estudiantas de arquitectura

RESPUESTAS		PREGUNTA					Total
		PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	
1	Observado	0	5	37	0	0	42
	% de columna	0.0 %	7.1 %	37.4 %	0.0 %	0.0 %	11.1 %
2	Observado	0	1	27	0	0	28
	% de columna	0.0 %	1.4 %	27.3 %	0.0 %	0.0 %	7.4 %
3	Observado	0	22	22	0	0	44
	% de columna	0.0 %	31.4 %	22.2 %	0.0 %	0.0 %	11.6 %
4	Observado	0	27	13	0	0	40
	% de columna	0.0 %	38.6 %	13.1 %	0.0 %	0.0 %	10.6 %
5	Observado	0	15	0	0	0	15
	% de columna	0.0 %	21.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	4.0 %
SI	Observado	67	0	0	65	70	202
	% de columna	95.7 %	0.0 %	0.0 %	92.9 %	100.0 %	53.3 %
NO	Observado	3	0	0	5	0	8
	% de columna	4.3 %	0.0 %	0.0 %	7.1 %	0.0 %	2.1 %
Total	Observado	70	70	99	70	70	379
	% de columna	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %

En la etapa 2 se recolecta información con el sonómetro se en 2 horarios, en la primera se realiza mediciones en el horario de 3:40 pm y 4:40 pm durante el periodo de un mes, obteniendo los resultados de la tabla 3.

Tabla 3

Resultados Sonómetro Aula 213 vs Ave. Américas

	N	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
AULA 213	601	60.1	60.1	0.986	57.2	63.1
AVE. AMÉRICAS	601	64.1	64.1	1.184	60.8	67.6

Fuente: Méndez (2023)

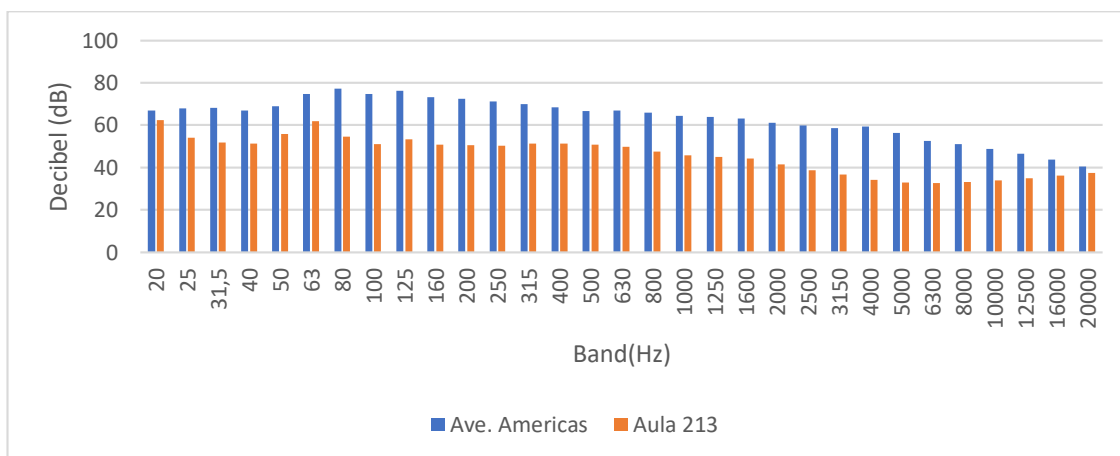
Espectro del Ruido

Con esta premisa se midieron las ondas acústicas, obteniendo como resultado el espectro de ruido tanto en el aula 213, así como en la Avenida de las Américas, cumpliendo todas las normativas sugeridas, que consiste en tomar la muestra al centro del local con un trípode a una altura de 1m con puertas y ventanas cerradas.

En la figura 2 se puede observar que la principal fuente de ruido que se encuentra a los 60 Hz y 150 Hz, entre picos de 65 dB a 78 dB, por lo cual se concluye que son frecuencias bajas donde se encuentran principalmente el ruido de los automotores. La gráfica también nos indica que el mayor pico se encuentra en la frecuencia de 80 Hz.

Figura 2

Espectro de ruido



Diseño de envolventes

Para el diseño de celosía se ha escogido los 7 edificios más representativos a nivel mundial que emplean este tipo de envolventes, con el afán de adaptar el análisis al caso de estudio y en base a la calificación de los expertos y el criterio constructivo que se

subdivide en viable y materialidad; el otro criterio es su morfología que se subdivide en funcional, novedoso, estético, adaptativo de acuerdo con la figura 3.

Figura 3

Envolventes más representativas

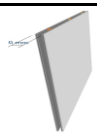


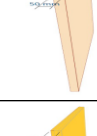
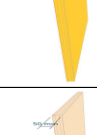
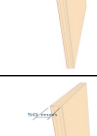
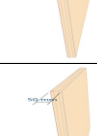
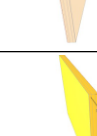

NOMBRE DEL PROYECTO	AÑO	PROPUESTA	DETALLE	CRITERIO DE EXPERTOS	VALORACIÓN DE PROPUESTAS DE CELOSÍAS						
					CRITERIO CONSTRUCTIVO		MORFOLÓGICAS				
					VIABLE	MATERIAL	FUNCIONAL	NOVEDOSO	ESTÉTICO	ADAPTATIVO	
Manioba Hydro	2009			DISEÑO 1	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						
Campus de la SDU	2014			DISEÑO 2	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						
Institut du Monde Arabe	1987			DISEÑO 3	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						
St. Ingbert Town Hall	2009			DISEÑO 4	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						
Al Bahar Towers	2012			DISEÑO 5	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						
Kiefer Technic Showroom	2007			DISEÑO 6	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						
El edificio Mediu-TIC, Barcelona	2010			DISEÑO 7	EXPERTO 1						
					EXPERTO 2						
					EXPERTO 3						
					EXPERTO 4						
					EXPERTO 5						
					EXPERTO 6						
					EXPERTO 7						

Materialidad de envolventes

Se realizan las simulaciones de las envolventes con materiales que se adaptan al caso de estudio, para lo cual se ha visto los más representativos presentes en nuestro medio, en la figura 4 se observa el criterio de expertos que recomiendan el mejor material para nuestro caso de estudio.

Figura 4

Materialidad de envolventes

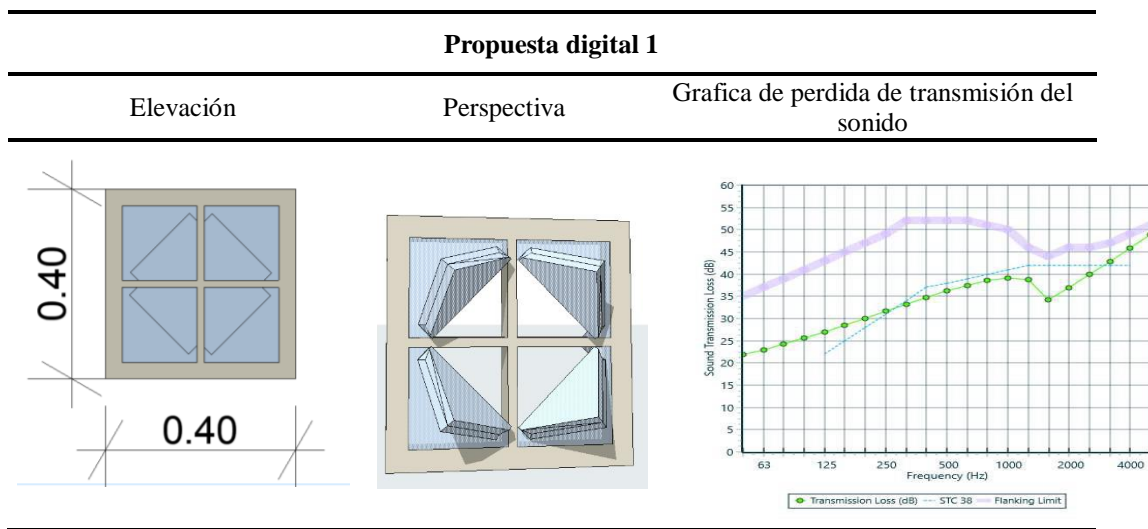
VALORACIÓN DE PROPUESTAS DE MATERIALES EN SOFTWARE DE SIMULACIÓN											
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	DETALLE	CRITERIO DE EXPERTOS							TL(dB) FRECUENCIA 50-80(Hz)	SOFTWARE
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7		
M1	Panel 1: 1x3 mm Alucobond + 1x9 mm Fibrocemento Estructura: Marco de madera (26 mm x 45 mm) Separación entre montantes Lana de Roca 26mm Panel 2: 1x9 mm Fibrocemento + 1x3 mm Alucobond									23	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M2	Panel 1: 1x3 mm Alucobond + 1x9 mm MDF Macizo Estructura: Marco de madera (26 mm x 45 mm) Separación entre montantes Lana de Roca 26mm Panel 2: 1x9 mm MDF Macizo + 1x3 mm Alucobond									19	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M3	Panel 1: 1x6 mm Vidrio + acristalamiento de 3 vidrios Estructura: Marco de PVC (60 mm x 68 mm) Separación entre montantes cámara									25	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M4	Panel 1: 1x50 mm Pino									20	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M5	Panel 1: 1x15 mm MDF Macizo + 1x15 mm MDF Macizo + 1x20 mm MDF									21	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M6	Panel 1: 1x15 mm Plywood + 1x15 mm Plywood + 1x20 mm Plywood									21	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M7	Panel 1: 1x15 mm OSB (Tablero de Fibra)+ 1x15 mm OSB (Tablero de Fibra)+ 1x20 mm OSB (Tablero de Fibra)									21	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M8	Panel 1: 1x50 mm Cedar (Wester Red)									18	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)
M9	Panel 1: 1x15 mm Aglomerado de Madera (Alta densidad) + 1x15 mm Aglomerado de Madera (Alta densidad) + 1x20 mm Aglomerado de Madera (Alta densidad)									25	SOUND INSULATION PREDICTION (V9.0.20)

Propuesta digital 1

El prototipo digital 1 hace referencia al edificio Kiefer Technic Showroom, diseño 6, de acuerdo a juicio de expertos, para este se realiza módulos de 0.40m por 0.40m con una simetría rotatoria de triángulos, con sistema pivotante que le permite girar a cada elemento en su eje, en cuanto a la materialidad cuenta con estructura de PVC reciclado + acristalamiento con 3 vidrios de 60mm espesor con el ítem M3, en la figura 5 se observa la morfología, detalles constructivos, materialidad y la simulación de pérdida del sonido.

Figura 5

Características simulación prototipo 1

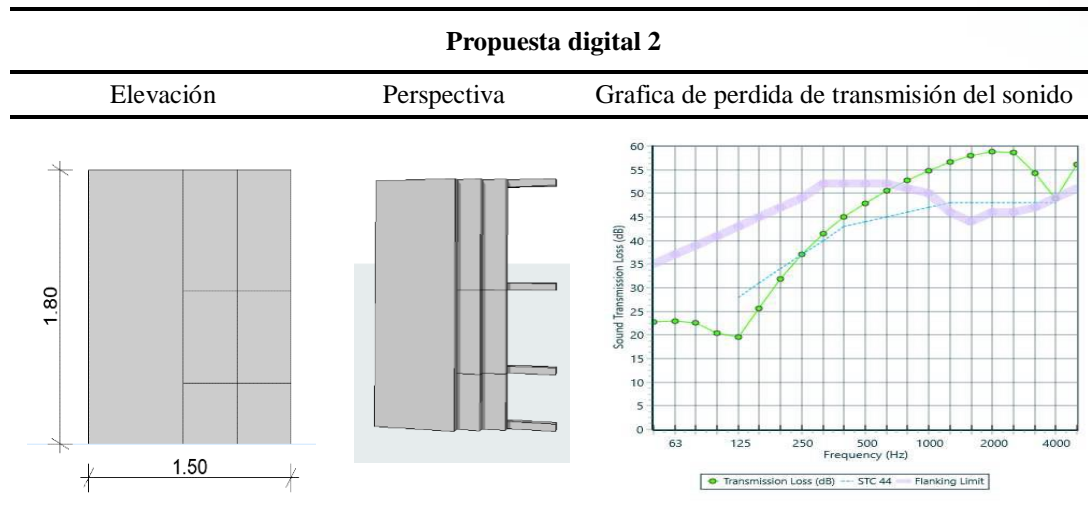


Propuesta digital 2

El prototipo digital 2 hace referencia al edificio St. Ingbert Town Hall, diseño 4, de acuerdo con el juicio de expertos, el diseño está basada en una trama rectangular de 1.50m x 1.80m con un sistema de superficies deslizantes, que cuenta con rieles para la movilidad de cada panel en cuanto a la materialidad cuenta con paneles de 5cm de espesor con el ítem M1, en la figura 6 se observa la morfología, detalles constructivos, y la gráfica de pérdida de transmisión del sonido.

Figura 6

Características simulación prototipo 2

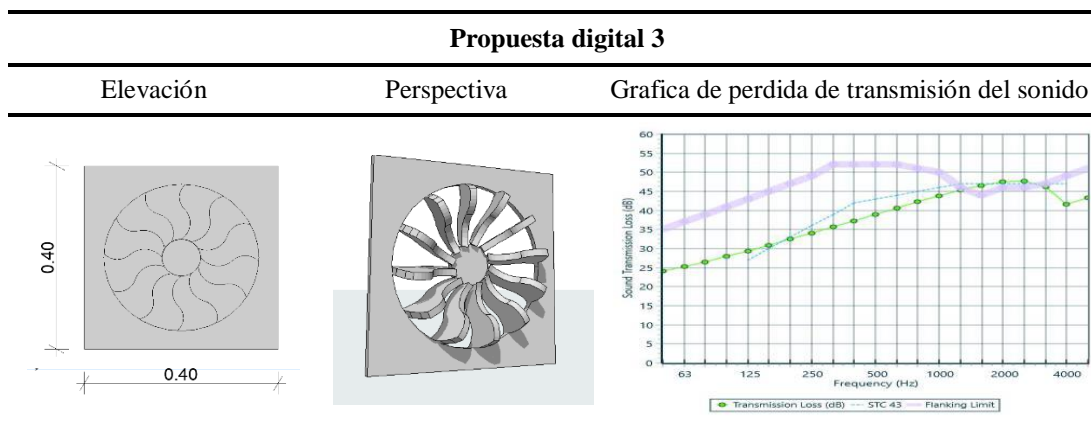


Propuesta Digital 3

El prototipo digital 3 hace referencia al edificio Media-TIC, Barcelona, de acuerdo con el juicio de expertos, su diseño se basa en una matriz circular que tiene como eje un círculo donde nacen sus ramales con una simetría giratoria, con un sistema de superficies pivotantes, en cuanto a la materialidad cuenta con paneles de 5cm de espesor con el ítem M9, en la figura 7 se observa la morfología, detalles constructivos, y la gráfica de pérdida de transmisión del sonido.

Figura 7

Características simulación prototipo 3



Discusión

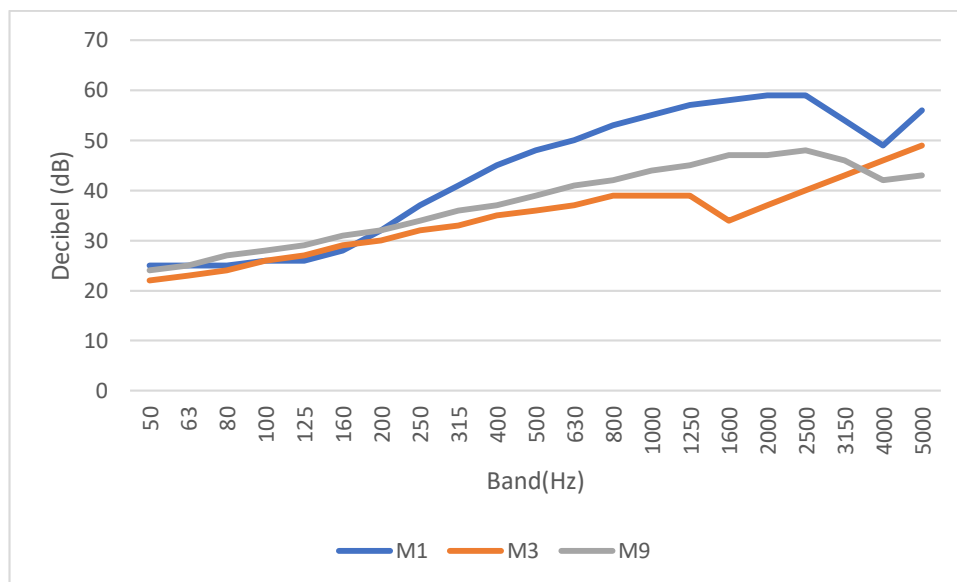
Las simulaciones propuestas de envolventes dinámicas corrigen las condiciones de confort acústico dentro del aula del edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca, Para el análisis se utilizó el software Sound Insulation Prediction (V9.0.20) este sirve para simular la pérdida de transmisión de sonido de los materiales, que para el caso de estudio los picos más altos se encuentran entre 65 dB a 78 dB y las frecuencias más bajas entre (60Hz-150Hz) que es el ruido vehicular.

En la figura 8 podemos apreciar que el ítem M9 tiene mayor pérdida de transmisión del sonido, pero su materialidad de solo aglomerado de alta densidad no se puede utilizar en el exterior, la propuesta 1 es la mejor opción ya que cuenta con panel 1: 1x6 mm Vidrio + acristalamiento de 3 vidrios y una pérdida de transmisión de sonido de 25 dB entre (50Hz-80hz) en donde se encuentra el ruido del tráfico que es de baja frecuencia.

En cuanto a la morfología de la envolvente se la representa de manera grafica de acuerdo con la propuesta 1.

Figura 8

Simulación de perdida de transmisión del sonido



En la figura 9 se muestra el diseño de envolvente construida en la fachada frontal, esta se manejará de acuerdo con la percepción y necesidades del usuario con un sistema manual de apertura y cierre, dando confort acústico a los estudiantes y mejor calidad en la enseñanza.

Figura 9

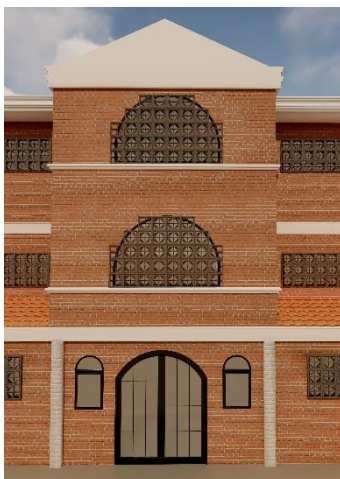
Estado Actual



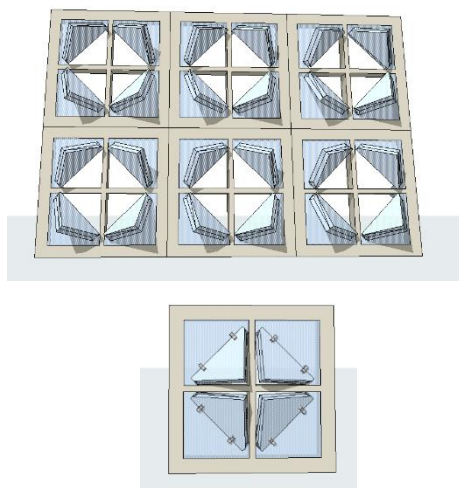
Diseño de Envolvente en Edificio



Perspectiva envolvente en edificio



Detalle envolvente aula 213



Detalle constructivo de envolvente

Conclusiones

- Los prototipos de envolventes dinámicas referidos son un aporte para las edificaciones educativas, reduciendo el ruido del tráfico en un 30%, hecho que se ha demostrado a través de las simulaciones mediante software, cambiando el ambiente interior. En un análisis individual de los prototipos planteados, se evidencia que el prototipo 3, no se puede utilizar para exteriores ya que es aglomerado de alta densidad no apto para lluvia, el prototipo 2 tiene un peso de 38.7 kg/cm² haciendo que el diseño de la estructura sea más costosa y pesada encareciendo la construcción de la misma, por ello, el prototipo 1 es el escogido con su estructura de PVC reciclado + acristalamiento con 3 vidrios, de 60mm espesor, dado su menor peso y facilidad de montaje.
- De acuerdo con la normativa el límite admisible para zonas hospitalarias y educativas en el día es de 45 dB y en la noche es de 35 dB en nuestro caso se reduce un 30% con materiales sugerido con un promedio de 41 dB cumpliendo para el horario diurno no obstante el horario nocturno sobrepasa los parámetros establecidos.
- Para culminar el estudio se pretende continuar con la segunda parte de la investigación realizando el prototipo de envolvente dinámica físicos a una escala real con los diseños y materiales sugeridos en el presente artículo.

Agradecimiento

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, vinculados al Proyecto de Investigación: INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD URBANA PARA LA CIUDAD DE CUENCA –ECUADOR, 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.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

Arkiplus. (s. f.). Aislantes acústicos. <https://www.arkiplus.com/aislantes-acusticos/>

- Buratti, C., & Merli, F. (2022). Sustainable Materials for the Thermal and Noise Insulation of Buildings: An Editorial. *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 4961, 14(9), 4961. <https://doi.org/10.3390/SU14094961>
- Carmenado Vaquero, L. (2016). Estímulos y reacciones: fachadas dinámicas ante el sol, el viento y la temperatura - Archivo Digital UPM [E.T.S. Arquitectura (UPM)]. <https://oa.upm.es/39236/>
- Carolina, A., Ugalde, L., Fajardo Dolci, G. E., Magaña, R. C., González, A. M., & Robles, M. I. (2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 43(2), 41–42. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=2762>
- Chang, T. W., Huang, H. Y., & Datta, S. (2019). Design and Fabrication of a Responsive Carrier Component Envelope. *Buildings* 2019, Vol. 9, Page 84, 9(4), 84. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS9040084>
- Çolakkadıođlu, D., Yücel, M., Kahveci, B., & Aydınol, Ö. (2018). Determination of noise pollution on university campuses: a case study at Çukurova University campus in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 2018 190:4, 190(4), 1–14. <https://doi.org/10.1007/S10661-018-6568-8>
- Goines, L., & Hagler, L. (2007). Noise pollution: A modern plague. *Southern Medical Journal*, 100(3), 287–294. <https://doi.org/10.1097/SMJ.0B013E3180318BE5>
- Hosseini, S. M., Mohammadi, M., & Guerra-Santin, O. (2019). Interactive kinetic façade: Improving visual comfort based on dynamic daylight and occupant's positions by 2D and 3D shape changes. *Building and Environment*, 165, 106396. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2019.106396>
- Ishizuka, T., & Fujiwara, K. (2012). Traffic noise reduction at balconies on a high-rise building façade. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(3), 2110. <https://doi.org/10.1121/1.3682052>
- Johnsen, K., & Winther, F. v. (2015). Dynamic Facades, the Smart Way of Meeting the Energy Requirements. *Energy Procedia*, 78, 1568–1573. <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2015.11.210>
- Kent C. Bloomer, C. W. M. R. J. Y. B. Y. (1977). *Body, Memory, and Architecture: Album*. Yale University Press. <https://yalebooks.yale.edu/9780300021424/body-memory-and-architecture>
- Koh, H. W., Le, D. K., Ng, G. N., Zhang, X., Phan-Thien, N., Kureemun, U., & Duong, H. M. (2018). Advanced Recycled Polyethylene Terephthalate Aerogels from

Plastic Waste for Acoustic and Thermal Insulation Applications. Gels 2018, Vol. 4, Page 43, 4(2), 43. <https://doi.org/10.3390/GELS4020043>

Martínez Gavilanes, J., Sellers Walden, C., Salgado Castillo, F., Carranco Zumba, S., & Espinoza Saquicela, D. (2018, noviembre 26). Ruido en Cuenca 2012-2018 | Universidad del Azuay Casa Editora. 1–48.
<https://publicaciones.uazuay.edu.ec/index.php/ceuzuay/catalog/book/95>

Méndez Martínez, Carlos Fernando. (2023). Polución acústica en las instalaciones de la Universidad Católica de Cuenca-centro histórico.

Monroy, Manuel Martín. (2006). Manual del Ruido: Vol. volumen IV (Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria, Ed.; Ayuntamiento de Las...). Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria. <https://issuu.com/casilisto/docs/manual-4--ruido>

Ministerio de Educación. (2012). Estándares de Calidad Educativa.
https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/estandares_2012.pdf

Ministerio del Ambiente. (2003). *Limites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones*. Decreto N° 3.516 416
www.ambiente.gob.ec

Omar, D., Julia, M., Gobierno, E., & Descentralizado, A. (2015). Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario. *Ciencias Espaciales*, 8(1), 411–440. <https://doi.org/10.5377/CE.V8I1.2059>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (s. f.). Problemas de salud derivados de la contaminación acústica. <https://www.who.int/publications/es/>

Petraglia, L. (2018). Innovaciones en la biomimética. *Envolventes dinámicas*. *Arquitecto*, 0(11), 97–102. <https://doi.org/10.30972/ARQ.0114201>

Platzer M, U., Iñiguez C, R., Cevo E, J., & Ayala R, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 67(2), 122–128.
<https://doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>

Real Academia Española [RAE]. (2022). Definición de contaminación acústica - Diccionario panhispánico del español jurídico - RAE.
<https://dpej.rae.es/lema/contaminaci%C3%B3n-ac%C3%A1stica>

- Rasmussen, B. (2010). Sound insulation between dwellings – Requirements in building regulations in Europe. *Applied Acoustics*, 71(4), 373–385.
<https://doi.org/10.1016/J.APACOUST.2009.08.011>
- Sánchez Mendieta, C. (2020, enero 4). 919 vehículos más se matricularon en Cuenca - Diario El Mercurio. 1–1. <https://elmercurio.com.ec/2020/01/04/919-vehiculos-mas-se-matricularon-en-cuenca/>
- Taghipour, A., Sievers, T., & Eggenschwiler, K. (2019). Acoustic Comfort in Virtual Inner Yards with Various Building Facades. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019, Vol. 16, Page 249, 16(2), 249.
<https://doi.org/10.3390/IJERPH16020249>
- Universidad Católica de Cuenca. (2001). Campus General Torres.
<https://www.ucacue.edu.ec/la-universidad/campus-universitario/sede-matriz/campus-general-torres/>
- Vardaxis, N. G., Bard, D., & Persson Waye, K. (2018). Review of acoustic comfort evaluation in dwellings—part I: Associations of acoustic field data to subjective responses from building surveys: 25(2), 151–170.
<https://doi.org/10.1177/1351010X18762687>

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



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





Indexaciones



Evaluación analgésica de xilacina y dexmedetomidina por infusión continua en cirugías de OVH en caninos

Analgesic evaluation of xylazine and dexmedetomidine by continuous infusion in OVH surgeries in canines

- ¹ Edisson Humberto Llambo Villacrés  <https://orcid.org/0000-0002-6379-4974>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
edisson.llambo.89@est.ucacue.edu.ec
- ² Edy Paúl Castillo  <https://orcid.org/0000-0001-5311-5002>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
ecastilloh@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 07/01/2023

Revisado: 15/02/2023

Aceptado: 02/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2536>

Cítese:

Llambo Villacrés, E. H., & Castillo, E. P. (2023). Evaluación analgésica de xilacina y dexmedetomidina por infusión continua en cirugías de OVH en caninos. *ConcienciaDigital*, 6(2), 89-102. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2536>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

alfa dos
adrenérgicos,
dolor,
esterilización,
control
poblacional,
escala

Resumen

Objetivo: Evaluar la analgesia intraoperatoria y postoperatoria inmediata por infusión continua de xilacina y dexmedetomidina en cirugías de ovariectomía (ovh) en caninas de raza indiferenciada, en la clínica veterinaria Snap de la ciudad de Ambato, diciembre-enero 2022-2023. **Metodología:** Se ingresan 50 caninos hembras en un estudio ciego, prospectivo y aleatorizado con previo consentimiento informado de los propietarios. Son divididas en dos grupos: 25 caninos para el grupo xilacina (X) y 25 caninos para el grupo dexmedetomidina (D). Se toman los signos vitales: frecuencia cardiaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), presión arterial media (PAM), tiempo de llenado capilar (TLLC) y temperatura (T) antes de comenzar la neuroleptoanalgesia y durante todo el procedimiento quirúrgico más capnografía (eTCO₂) a los 5 10 y 15 minutos, para el grupo (X) la premedicación es xilacina 0,3mg/kg y tramadol 3mg/kg, para el grupo (D) la premedicación es dexmedetomidina 3ug/kg y tramadol 3mg/kg. La inducción para los dos grupos es la misma ketamina 3mg/kg y propofol 3mg/kg aplicados intravenosa lenta en 2 minutos, inmediatamente se realiza el mantenimiento con propofol a infusión continuo al igual que los alfa 2 adrenérgicos propuestos mediante bombas de jeringa. Además, se valora el consumo de propofol y el tiempo de recuperación anestésica. En el post operatorio con el animal recuperado de anestesia se valora el dolor mediante escala de Glasgow modificada. Esta investigación fue de tipo experimental descriptiva, y enfoque cuantitativo. **Resultados:** en los 2 grupos de estudio, las variables medidas no presentan cambios significativos estadísticamente, pero para el grupo(X) se observó un consumo mayor de propofol cercano al 20% para obtener un buen plano anestésico, en el post operatorio el despertar analgésico se sucede durante los 10 minutos posteriores y la escala de Glasgow no es estadísticamente significativa. **Conclusión:** incluir fármacos alfa dos adrenérgicos aporta una herramienta más para mejorar el alivio al dolor durante y después de un procedimiento quirúrgico.

Keywords:

alpha two
adrenergic
receptors, pain,
sterilization,

Abstract

Objective: To evaluate intraoperative and immediate postoperative analgesia by continuous infusion of xylazine and dexmedetomidine in ovariectomy (OVH) surgeries in undifferentiated breed dogs, at the Snap veterinary clinic in the city of Ambato, December-

population
control, scale

January 2022-2023. **Methodology:** fifty female canines are entered into a blind, prospective, and randomized study with prior informed consent from the owners. They are divided into two groups: twenty-five canines for the xylazine (X) group and twenty-five canines for the dexmedetomidine (D) group. Vital signs are taken heart rate (HR), respiratory rate (RR), mean arterial pressure (MAP), capillary refill time (TLLC), and temperature (T) before beginning neuroleptanalgesia and throughout the surgical procedure plus capnography. (eTCO₂) at 5, 10 and 15 minutes, for group (X) the premedication is xylazine 0.3mg/kg and tramadol 3mg/kg, for group (D) the premedication is dexmedetomidine 3ug/kg and tramadol 3mg/kg. The induction for the two groups is the same 3mg/kg ketamine and 3mg/kg propofol applied slowly intravenously in 2 minutes, maintenance is immediately performed with continuous infusion propofol as well as the alpha two adrenergic drugs proposed by syringe pumps. In addition, propofol consumption and anesthetic recovery time are assessed. In the postoperative period with the animal recovered from anesthesia, pain was assessed using the modified Glasgow scale. This research was of a descriptive experimental type, and a quantitative approach. **Results:** in the 2 study groups, the measured variables did not present statistically significant changes, but for group (X) a greater consumption of propofol close to 20% was observed to obtain a good anesthetic plane, in the postoperative period the analgesic awakening it happens during the 10 minutes after and the Glasgow scale is not statistically significant. **Conclusion:** including alpha two adrenergic drugs provide one more tool to improve pain relief during and after a surgical procedure.

Introducción

El dolor es una experiencia sensorial o emocional desagradable más comúnmente asociada con daño tisular real o potencial. La sensación de dolor es consecuencia de la activación de receptores especializados y vías neurológicas tras dicho estímulo nocivo. Los estudios de dolor clínico agudo han evaluado con mayor frecuencia los efectos del trauma quirúrgico en animales, mientras que la prevención y el manejo del dolor son los temas clave en la anestesia (Grimm et al., 2015).

Siendo el dolor un fenómeno complejo, su manifestación dependerá no sólo de aspectos biológicos y respuestas fisiológicas, sino de variables tales como la especie animal afectada, la raza, el tamaño, la edad, el entorno y las experiencias previas de dolor. Todo esto, sumado a la imposibilidad de nuestros pacientes de comunicarse, hace sumamente complejo un diagnóstico precoz y acertado del dolor. Se sabe que cuanto antes se llegue al tratamiento del signo “dolor” y más selectiva sea la terapia impartida, mayor será la efectividad y menores los efectos adversos que se instalen como consecuencia del mismo (Muir, 2008).

Los receptores adrenérgicos se encuentran en diferentes localizaciones: sistema nervioso central, sistema gastrointestinal, útero, riñones y glóbulos rojos. Los agonistas de los receptores adrenérgicos $\alpha 1$ y $\alpha 2$ se utilizan en intervenciones cortas o como agentes prequirúrgicos; sin embargo, en dosis bajas y como adyuvantes de opioides, anestésicos locales o amitriptilina, son útiles como antinociceptivos sin provocar efectos sedantes. La capacidad analgésica de estos fármacos se produce por la gran cantidad de adrenerreceptores localizados en la lámina II (sustancia gelatinosa de Rolando) y por la capacidad de inhibir la liberación de sustancia P. Otra de las características que relacionan a estos agentes con el sistema de analgesia, es que los adrenerreceptores $\alpha 2$ y los receptores opiáceos se encuentran en las mismas localizaciones, incluso en las mismas neuronas, y que, además, utilizan el mismo sistema de transducción en la membrana, por medio de las proteínas G (Ruano, 2017).

Los alfa 2 agonistas como la xilacina, y dexmedetomidina se caracterizan por producir efectos sedantes, analgésicos, anticonvulsivantes y relajantes musculares (Mahmoud et al., 2015). Si se estimula a dosis bajas tiene un efecto ansiolítico similares a las benzodiazepinas mientras que una dosis elevada produce una sedación y analgesia aún más profunda (Plumb, 2008), además tiene un impacto significativo en los requisitos anestésicos, como un efecto moderador en la concentración alveolar mínima (CAM) del anestésico inhalado (Grimm et al., 2015). La dexmedetomidina, por sus potentes propiedades sedantes y analgésicas, se usa comúnmente en la anestesia balanceada de pequeñas especies; teniendo en cuenta las preocupaciones sobre sus efectos cardiovasculares impiden su plena adopción en la práctica clínica veterinaria. En los últimos años, hay cada vez más evidencia que respalda sus efectos sinérgicos, vías alternativas de administración y efectos protectores de órganos contra lesiones isquémicas e hipóxicas (Pan et al., 2021).

Las medicinas agonistas adrenérgicos α -2 se usan comúnmente en la clínica de animales pequeños para la sedación y la analgesia en procedimientos ambulatorios y quirúrgicos. Dichos efectos de sedación y analgesia se producen al excitar los receptores α -2 en el locus coeruleus y la médula espinal, esto minimiza la liberación de norepinefrina y suprime la descarga neuronal. Mas, la activación de los receptores α -2 periféricos da

como resultado una vasoconstricción, seguida de un aumento de la presión arterial a través del reflejo barorreceptor carotídeo y una disminución del tono simpático, lo que conlleva a una reducción de la frecuencia cardíaca (Boff et al., 2022).

La dexmedetomidina, un agonista de los receptores α -2 altamente selectivo con potentes propiedades sedantes y analgésicas, se usa comúnmente como premedicación en la anestesia balanceada en pacientes de clínica de pequeños animales (Dent et al., 2019).

La dexmedetomidina es un derivado del imidazol con alta selectividad por el receptor adrenérgico alfa-2, que representa el dextroenantiómero del racemato medetomidina (mezcla 50:50). Se utiliza en perros para proporcionar sedación y analgesia, propiedades que lo hacen muy útil como agente de premedicación antes de la inducción de la anestesia; también tiene un efecto sobre la reducción de la dosis de agentes de inducción y mantenimiento anestésico (Kuusela et al., 2001).

La vía intravenosa es una de las cuatro vías parenterales que existen para la administración de medicamentos lo cual, en atención primaria, se suele llevar a cabo de dos maneras: Directa. Es la administración del medicamento en forma de bolo, se usa pocas veces por las complicaciones a que puede dar lugar, ya que en general los medicamentos necesitan un tiempo de infusión más amplio que el que se obtiene con este procedimiento. Por goteo intravenoso, canalizando una vía venosa. Es la forma de tratamiento empleada ante determinadas situaciones clínicas o bien para permitir la derivación hospitalaria en unas condiciones adecuadas (Botella, 2004).

Ningún equipo o unidad de monitorización puede tomar el lugar de una observación humana constante. Debemos realizar una monitorización continua de nuestro paciente durante todas las etapas de la anestesia y debemos conocer las posibles complicaciones que se pueden presentar durante la misma para poder identificarlas y corregirlas en forma inmediata (Burkitt & Davis, 2012).

Todos los procedimientos anestésicos incluyen el empleo de fármacos hipnóticos y analgésicos, los cuales tienen efectos sobre el sistema nervioso, el sistema respiratorio o sobre el sistema cardiovascular. Dado que no es posible realizar una anestesia de manera inocua para el animal, es de vital importancia valorar la acción de estos fármacos sobre los sistemas orgánicos para reducir los efectos adversos durante todo el procedimiento (Sández, 2019).

Se ha desarrollado una escala compuesta para evaluar el dolor en perros en un entorno hospitalario sobre la base de observaciones de su comportamiento, se asignaron en siete categorías de comportamiento: comportamiento y respuesta a las personas, postura, movilidad, actividad, respuesta al tacto, atención al área dolorosa y vocalización. Se diseñó un cuestionario acompañado de una lista de definiciones alrededor de las

expresiones. La nueva escala compuesta es más detallada que las escalas previamente reportadas para evaluar el dolor en perros sobre la base de su comportamiento, y los métodos utilizados en su desarrollo se basan sobre sólidos principios científicos (Holton et al., 2001).

La escala de dolor de medida compuesta de Glasgow es una escala compuesta basada en el comportamiento para evaluar el dolor agudo en perros, cuyo prototipo toma la forma de un cuestionario estructurado completado por un observador mientras siguiendo un protocolo estándar que incluye la evaluación de comportamientos espontáneos y evocados, interacciones con el animal y observaciones clínicas. Es la primera escala diseñada para su uso en perros en la que se evaluó estadísticamente la validez de la categorización y asignación de expresión dentro de cada categoría mediante técnicas de agrupación y el coeficiente alfa de Cronbach (Murrell et al., 2008).

Metodología

Cincuenta perras sanas sin distinción de raza, entre 8 meses a dos años, de 6 a 12 kilogramos de peso se incluyeron en un ensayo clínico ciego, prospectivo, aleatorizado y controlado. Los propietarios de las pacientes programadas para OVH electiva proporcionaron su consentimiento informado por escrito. Las perras fueron admitidas en la Clínica Veterinaria SNAP de la ciudad de Ambato, según su turno agendado 2 horas antes del procedimiento, se alojaron a cada una en jaulas contiguas en el área de preoperatorio. Las perras se incluyeron si se consideraban ASA 1 (*American Society of Anesthesiologists*), en función de la historia clínica, el examen físico completo y monitorización preoperatoria. Los criterios de exclusión incluyeron: gestación, agresión, arritmias cardíacas, lactancia, condición corporal debajo de 2 y sobre 3 en la escala de 1 a 5, anemia y signos clínicos de enfermedad. La investigación se basó en la obtención de parámetros como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, saturación de oxígeno SpO₂, PAM, capnometría. Estas mediciones se las realizó en varios tiempos siendo la primera antes de administrar los fármacos y luego al minuto 5, 10, 15 minutos. Y después en el postoperatorio se evaluó el grado de analgesia mediante la utilización de la escala de Glasgow modificada.

Protocolo anestésico y cirugía

Se sugirió ayuno de 4 horas de alimento sólido, pero no de agua previo a ser llevadas a la clínica. Las perras de grupo xilacina (X) fueron premedicadas con xilacina (0,3 mg/kg Dormi-Xyl® 2 de Agrovvetmaket) y tramadol (3 mg/kg Tramadol Vitalis) inyectados por vía intramuscular, las perras de grupo dexmedetomidina (D) fueron premedicadas con dexmedetomidina (4 ug/kg Sedavet® de Lavetec) y tramadol (3 mg/kg Tramadol Vitalis) inyectados por vía intramuscular. Aproximadamente 15 minutos después y en condiciones asépticas, se insertó un catéter intravenoso (IV) de 22 G en una vena cefálica.

La inducción anestésica se hizo con propofol intravenoso (3 mg/kg Fiprolif®) combinado con ketamina (3 mg/kg Ket-A-100®) para lograr el efecto, y se intubó a las pacientes con un tubo endotraqueal del tamaño ideal. El mantenimiento se realizó con propofol con bomba de jeringa. Se administró oxígeno al 100 % mediante un circuito de no reinhalación con un caudal de oxígeno de 100 ml/kg/min. Las perras se recostaron en decúbito dorsal sobre la mesa de cirugía con termorregulación. Inmediatamente inició la monitorización, se realizó mediante un monitor multiparametros, que incluía electrocardiografía, capnografía, oximetría de pulso y temperatura esofágica. La presión arterial se midió con un SunTech Vet20 Monitor de presión arterial veterinario. Se administró solución de lactato de Ringer a razón de 10 ml/kg/h IV durante toda la cirugía.

Todas las OVH's fueron realizadas por un mismo cirujano y la anestesia fue administrada por un médico veterinario capacitado para dicho procedimiento. Se realizó una incisión en la línea media ventral de 1 a 3 cm de diámetro a través de la piel, los tejidos subcutáneos y la aponeurosis del músculo recto abdominal, y se utilizó una técnica modificada de tres pinzas para la OVH, la pared abdominal y los tejidos subcutáneos se cerraron con un patrón continuo simple de material de sutura absorbible. La piel se cerró con un patrón de sutura intradérmica. El tiempo de cirugía el tiempo de anestesia y el tiempo hasta la extubación fueron registrados para cada perra.

Grupos de tratamiento

Las perras se asignaron indistintamente, para recibir uno de los dos tratamientos (n = 25/grupo): Xilacina G XIL: infusión continua de (xilacina 0,3 mg/kg/h Dormi-Xyl®) con bomba de jeringa. Dexmedetomidina G DEX: infusión continua de (Dexmedetomidina 1 mg/kg/h Sedavet®) con bomba de jeringa, la infusión de estos fármacos comienza justo con el mantenimiento de propofol, y terminan al realizar la última sutura en la piel.

Puntuaciones de dolor y sedación

Las evaluaciones fueron realizadas por personas no veterinarias, estudiantes y médicos veterinarios que desconocían los tratamientos analgésicos solo marcaban según su percepción las preguntas dispuestas en la escala de Glasgow modificada. Para la puntuación, las perras fueron inicialmente evaluadas dentro de sus jaulas sin ser molestadas; luego se movieron con ayuda sutilmente y se les palpaban el sitio de la incisión y el área abdominal. Las evaluaciones se realizaron 30 minutos después de la extubación, en algunos casos se enviaron videos a algunos colegas para que realizaran la puntuación acompañada de la hoja con las preguntas de la escala. En ningún caso las puntuaciones recibieron puntajes que sugieran hacer rescate analgésico.

Análisis Estadístico

Los datos demográficos de cada grupo de tratamiento se analizaron mediante ANOVA Y CHI CUADRADO con el programa estadístico SPSS.

Resultado

En la comparación de los dos grupos durante la intervención quirúrgica no se observaron diferencias significativas entre las variables medidas, el comportamiento del GXIL fue según las variables, muy semejante en el efecto analgésico al del GDEX como muestran las tablas de Chi cuadrado presentadas a continuación, luego de la evaluación de la escala de Glasgow modificada en el post operatorio según los puntajes ningún paciente necesito rescate analgésico,

Tabla 1

Pruebas de chi-cuadrado FR

	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	84.685a	90	.638
Razón de verosimilitud	84.635	90	.640
Asociación lineal por lineal	.877	1	.349
N de casos válidos	133		

Los resultados se basan en las filas y columnas no vacías de cada subtabla más al inferior.

El estadístico de chi cuadrado es significativo a nivel 0.638 para FR.

Tabla 2

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	GL	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	208.977 ^a	195	.234
Razón de verosimilitud	209.938	195	.220
Asociación lineal por lineal	1.363	1	.243
N de casos válidos	133		

Los resultados se basan en las filas y columnas no vacías de cada subtabla más al inferior

El estadístico de chi cuadrado es significativo a nivel 0.234 para FC.

Tabla 3
Pruebas de chi-cuadrado PO2

	Valor	GL	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	69.338 ^a	55	.092
Razón de verosimilitud	77.687	55	.024
Asociación lineal por lineal	1.370	1	.242
N de casos válidos	132		

Los resultados se basan en las filas y columnas no vacías de cada subtabla más al inferior

El estadístico de chi cuadrado es significativo a nivel 0.092 para PO2.

Tabla 4
Pruebas de chi-cuadrado PAM

	Valor	GL	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	137.913 ^a	140	.534
Razón de verosimilitud	147.176	140	.322
Asociación lineal por lineal	.075	1	.784
N de casos válidos	133		

Los resultados se basan en las filas y columnas no vacías de cada subtabla más al inferior

El estadístico de chi cuadrado es significativo a nivel 0.534 para PAM.

Tabla 5
Pruebas de chi-cuadrado T°

	Valor	GL	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	86.360 ^a	76	.195
Razón de verosimilitud	93.193	76	.088
Asociación lineal por lineal	5.342	1	.021
N de casos válidos	133		

Los resultados se basan en las filas y columnas no vacías de cada subtabla más al inferior

El estadístico de chi cuadrado es significativo a nivel 0.195 para T°.

Tabla 6*Pruebas de chi-cuadrado CAP*

	Valor	GL	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	78.368 ^a	65	.123
Razón de verosimilitud	82.498	65	.070
Asociación lineal por lineal	5.309	1	.021
N de casos válidos	135		

Los resultados se basan en las filas y columnas no vacías de cada subtabla más al inferior

El estadístico de chi cuadrado es significativo a nivel 0.123 para CAP.

Conclusiones

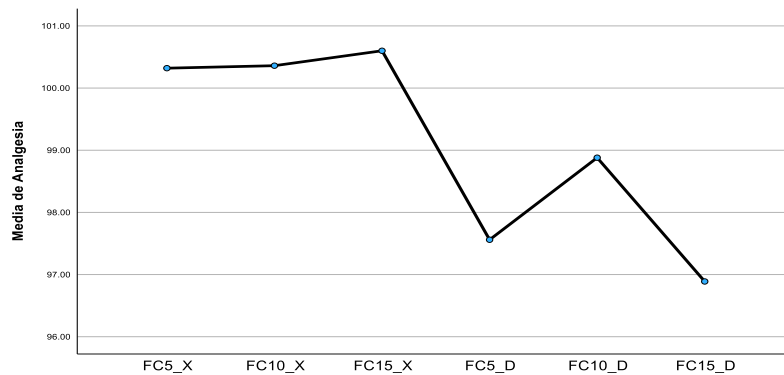
Este estudio demostró que la administración de xilacina en infusión continua mediante bomba de jeringuilla proporciona una analgesia posoperatoria temprana efectiva en perras sometidos a OVH; muy similar a la analgesia proporcionada por dexmedetomidina ya que en la escala de Glasgow modificada no presentan una diferencia significativa.

La xilacina demostró ser un método analgésico adyuvante simple para reducir el dolor después de la OVH en perras durante el período postoperatorio temprano. Teniendo en cuenta que (1) los alfa dos adrenérgicos son fármacos no controlados y de precio moderado que están disponibles en todo el país y (2) hay un gran número de perras que se someten a OVH cada año, sin embargo, es importante destacar que la xilacina no se considera una técnica analgésica 'autónoma' y el protocolo del estudio incluía la administración de tramadol por vía intramuscular en todos los grupos. Este estudio también sugiere que la administración de aines y anestésicos locales mejora las puntuaciones de analgesia en el postoperatorio temprano, siempre es mejor considerar una analgesia multimodal con una asociación de fármacos que ayudan a prevenir la respuesta álgida por varias vías.

En Control, la FC se mantuvo estable durante toda la anestesia. Entre los grupos, la FC fue menor en el GDEX, en los momentos desde la inducción anestésica hasta la manipulación del segundo ovario (M4).

Figura 1

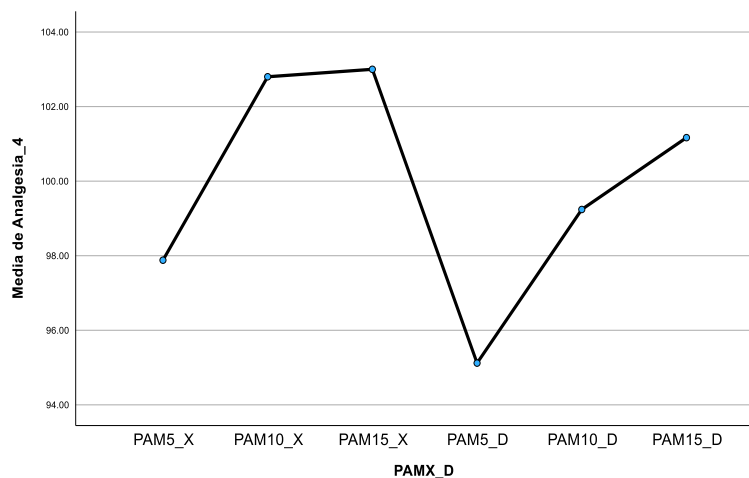
Muestra que el grupo GDEX tiene los parámetros más estables en FC. Vs el grupo GXIL



Además, no hubo diferencia en la PAS a lo largo del tiempo en los grupos GDEX (Boff et al., 2022), en relación con el presente estudio se correlaciona que las constantes fisiológicas al usar dexmedetomidina a infusión continua mantiene estables la frecuencia cardiaca la presión arterial, sin presentar riesgos o complicaciones para la salud y bienestar del paciente lo que hace sugerir su uso en las dosis recomendadas.

Figura 2

Muestra que el grupo GDEX tiene los parámetros más estables en PAM. Vs el grupo GXIL



Las puntuaciones de dolor de Glasgow modificado no fueron significativamente relevantes entre los tratamientos, lo que no determino que se use analgesia de rescate en el postoperatorio inmediato, esta escala puede sobrestimar el efecto analgésico de un tratamiento porque se basa en la estimación del observador por lo que se tomó el criterio

de varias personas para disminuir este sesgo que posiblemente se omiten puntuaciones de dolor. Sin embargo, se cree que DIVAS tiene más sensibilidad que la escala de calificación numérica o la escala descriptiva simple (Firth & Haldane, 1999).

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

- Boff, G. A., Napolini, B. M., Kalb, A. C., Pires, B., Lima, C. M. de, Guim, T. N., Nobre, M. O., & Gehrcke, M. I. (2022). Anestesia total intravenosa com propofol e dexmedetomidina em cadelas submetidas à ovário-histerectomia. *Research, Society and Development*, 11(5), e25411528004. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28004>
- Botella, C. (2004). *Administración parenteral de medicamentos: la vía intravenosa (el goteo intravenoso)*. 1–5.
<https://www.fisterra.com/material/tecnicas/parenteral/viaIV.pdf>
- Burkitt, J., & Davis, H. (2012). *Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care*. WILEY-BLACKWELL.
- Dent, B., Aarnes, T., Wavreille, V., Lakritz, J., Lerche, P., KuKanich, B., Riccó Pereira, C., & Bednarski, R. (2019). *Pharmacokinetics and pharmacodynamic effects of oral transmucosal and intravenous administration of dexmedetomidine in dogs*. 80(10), 969–975. <https://doi.org/10.2460/ajvr.80.10.969>
- Firth, A. M., & Haldane, S. L. (1999). Development of a scale to evaluate postoperative pain in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 214(5), 651–659. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10088012/>
- Grimm, K. A., Leigh A, L., William J, T., Stephen A, G., & Robertson, S. A. (2015). *Veterinary anesthesia and analgesia, 5th Edition of Lumb and Jones*. WILEY-BLACKWELL.
- Holton, L., Reid, J., Scott, E. M., Pawson, P., & Nolan, A. (2001). *Articles- Development of a behavior-based scale to measure acute pain in dogs*.
- Kuusela, E., Raekallio, M., Väisänen, M., Mykkänen, K., Ropponen, H., & Vainio, O. (2001). *Comparison of medetomidine and dexmedetomidine as premedicates in dogs undergoing propofol-isoflurane anesthesia*. 62(7).
<https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.1073>
- Mahmoud, M., Mason, K., & Barbi, E. (2015). Dexmedetomidine: review, update, and

future considerations of pediatric perioperative and periprocedural applications and limitations. *British Journal of Anaesthesia*, 115(2), 171–182.

<https://doi.org/10.1093/bja/aev226>

Muir, W. (2008). *Manual de Anestesia Veterinaria* (Cuarta). Elsevier.

Murrell, J. C., Psatha, E. P., Scott, E. M., Reid, J., & Hellebrekers, L. J. (2008).

Application of a modified form of the Glasgow pain scale in a veterinary teaching center in the Netherlands. *Veterinary Record*, 162(13), 403–408.

<https://doi.org/10.1136/vr.162.13.403>

Pan, S. Y., Liu, G., Lin, J. H., & Jin, Y. P. (2021). Efficacy and safety of dexmedetomidine premedication in balanced anesthesia: A systematic review and meta-analysis in dogs. *Animals*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/ani11113254>

Plumb, D. C. (2008). *Veterinary Drug Handbook* (Sexta). Blackwell.

Ruano Puente, B. (2017). *Dolor crónico en el perro* (primera). Servet.

Sández Cordero, I. (2019). *Manual clínico de monitorización anestésica en pequeños animales* (primera). Servet.

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



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





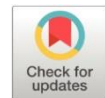
Indexaciones



Indicadores hematológicos de leucemia viral felina en gatos asintomáticos

Hematological indicators of feline viral leukemia in apparently healthy cats

- ¹ Jessica Paola Moyano Morocho  <https://orcid.org/0000-0002-9640-4354>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
jessica.moyano.55@est.ucacue.edu.ec
- ² Pablo Giovanni Rubio Arias  <https://orcid.org/0000-0002-9185-4823>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
prubio@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 08/01/2023

Revisado: 16/02/2023

Aceptado: 13/03/2023

Publicado: 20/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2544>

Cítese:

Moyano Morocho, J. P., & Rubio Arias, P. G. (2023). Indicadores hematológicos de leucemia viral felina en gatos asintomáticos. *ConcienciaDigital*, 6(2), 103-114. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2544>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

leucemia, asintomático,
hemograma,
inmuncromatográfica,
signos.

Keywords:

Leukemia,
Asymptomatic,
Hemogram,
Immunochromatography,
Signs.

Resumen

Introducción. Hoy en día los perfiles hematológicos veterinarios en todas las especies, principalmente en felinos, han tomado una gran importancia en clínica como ayuda diagnóstica en la valoración del paciente, siendo esto un objeto de investigación. **Objetivo.** Identificar parámetros hematológicos en gatos aparentemente sanos que acudieron a consulta veterinaria con sospecha de signos clínicos a leucemia felina. **Metodología.** Se analizó los resultados hematológicos obtenidos por el método mecánico de extracción de sangre a 27 gatos aparentemente sanos que acudieron a consulta, a cada paciente se realizó hemograma y test de inmuncromatografía a leucemia viral felina. **Resultados.** De acuerdo con el análisis estadístico se determina que, si un paciente que se encuentra por debajo de los valores normales en Hematocrito, Plaquetas y Leucocitos o a lo mucho el máximo de lo normal y el valor de Linfocitos es mayor a su rango normal, el paciente va a tener la enfermedad. **Conclusión.** De acuerdo con el presente estudio se concluye que, si un paciente felino presenta valores por debajo de los valores normales en hematocrito, plaquetas y leucocitos y un valor superior al valor normal de linfocitos juntos con signos referentes a leucemia viral felina durante la consulta veterinaria, se puede determinar que es un gato con leucemia viral felina asintomático comprobando con el test de inmuncromatografía.

Abstract

Introduction. Nowadays, veterinary hematological profiles in all species, in felines, have taken a significant importance in clinical practice as a diagnostic aid in the evaluation of the patient, being this the object of research. **Objective.** To identify hematologic parameters in healthy cats that attended veterinary consultation with clinical suspicion of feline leukemia. **Methodology.** The hematologic results obtained by the mechanical method of blood collection from twenty-seven healthy cats attending for consultation were analyzed. Each patient underwent hemogram and immunochromatography test for feline

viral leukemia. **Results.** According to the statistical analysis it is determined that if a patient is below the normal values in hematocrit, platelets, and leukocytes or at most the maximum of normal and the value of lymphocytes is higher than its normal range, the patient has the disease. **Conclusions.** According to the present patient study, it is concluded that, if a feline presents values below the normal values in hematocrit, platelets and leukocytes and a value above the normal value of lymphocytes together with signs referring to feline viral leukemia during the consultation veterinary, it can be determined that it is a cat with asymptomatic feline viral leukemia by checking with the immunochromatographic test.

Introducción

Hoy en día los perfiles hematológicos veterinarios en todas las especies, principalmente en felinos, han tomado una gran importancia en clínica como ayuda diagnóstica en la valoración del paciente, siendo esto un objeto de investigación (Grandía, 2019).

En nuestro país actualmente la atención médica en felinos domésticos ha mostrado una mayor demanda, exigiendo que los médicos veterinarios brinden un servicio de mejor calidad (Herencia, 2018). Por ello es necesario que el diagnóstico del paciente sea de forma integral, en el que además de una buena anamnesis y un examen físico detallado, se realicen exámenes complementarios como un perfil hemático, bioquímica sanguínea, prueba para la detección de virus tales como Leucemia Viral Felina (FeLV) e Inmunodeficiencia Viral Felina (FVI), exámenes coprológicos y diagnóstico por imágenes entre otros.

En el Ecuador y en general en toda Latinoamérica, existen pocos estudios sobre el hemograma en felinos, por lo que resulta necesario establecer parámetros más acordes a la situación y condiciones del país que permitan llegar a un diagnóstico efectivo y rápido, ya que los hemogramas brindan una idea básica del estado de salud del paciente. El hecho de que no se cuente con parámetros, obliga a que se utilice estándares de felinos de diferentes

edades que pueden con llevar a un mal diagnóstico en el paciente (Llumiuinga, 2021; Vet, 2018).

La hematología clínica durante mucho tiempo ha sido uno de los criterios más empleados como medida de diagnóstico de la salud, pues, además que permite evaluar cambios resultantes de demandas fisiológicas (Herencia, 2018; Orbegos, 2016).

Las variaciones de especies animales han jugado un papel fundamental en el estudio de la hematopoyesis, tanto en condiciones normales como en condiciones de estrés fisiológico, la mayoría de pacientes felinos, en muchas ocasiones, requieren de un manejo especial para llevar a cabo cualquier tipo de procedimiento (García, 2022).

El FeLV es un gama retrovirus oncogénico con capacidad de transformar las células que infectan en neoplásicas (Zanna et al., 2018), por complejidad de la afección producida por este virus es necesario analizar detalladamente la patogenia y curso de la misma (Nelson & Couto, 2020); esta enfermedad se transmite por vía horizontal (saliva, orina, heces, leche) y vía vertical (intrauterina) en conclusión cualquier gato positivo que elimine virus en la saliva u otras secreciones es una fuente de contagio para otros gatos en contacto directo y para su propia descendencia (Camacho, 2017).

Las alteraciones hematológicas más comunes que se producen por el virus de FeLV es la anemia, neutropenia y alteraciones plaquetarias, debido a que son causadas por el efecto supresor del virus sobre la médula ósea, afectando tanto a las células madre hematopoyéticas como a las células estromales (Cortés, 2019); también inducen alteraciones en la médula ósea mediante la destrucción celular ocasionada por la expresión de antígenos en la superficie de las células (Arrieta, 2022; Spada, 2018).

Existen diversas pruebas diagnósticas de FeLV que deben interpretarse de forma conjunta y siempre en función de si estamos ante un gato sano o enfermo, se pueden encontrar algunas diferencias hematológicas y bioquímicas entre leucemia e inmunodeficiencia (Thompson, 2018; Zanna et al., 2018).

El uso de pruebas ELISA o inmunocromatográficas es la técnica más utilizada en clínica debido a su fácil accesibilidad y pronta respuesta, un resultado ELISA es suficiente para establecer el diagnóstico ya que el cuadro clínico aumenta el valor predictivo positivo de la prueba debido a que la sensibilidad y especificidad es (> 95%) siendo muy buenas (Dechra, 2019).

Estas pruebas serológicas son utilizadas como método tamiz, debiendo ser confirmados los resultados positivos a través de otras pruebas como *Western Blot* o *PCR* (Westman, 2019).

Metodología

La investigación correspondió a un estudio cuasi experimental, de tipo observacional donde se analizaron los resultados hematológicos obtenidos por el método mecánico de

extracción de sangre a 27 gatos aparentemente sanos, que acudieron a consulta en el periodo comprendido de agosto 2022 hasta enero 2023, a cada paciente se realizó el test de inmunocromatografía a leucemia viral felina Anigen Rapid FIV Ab/FeLV Ag Test Kit (SensPERT) como método de verificación de la enfermedad.

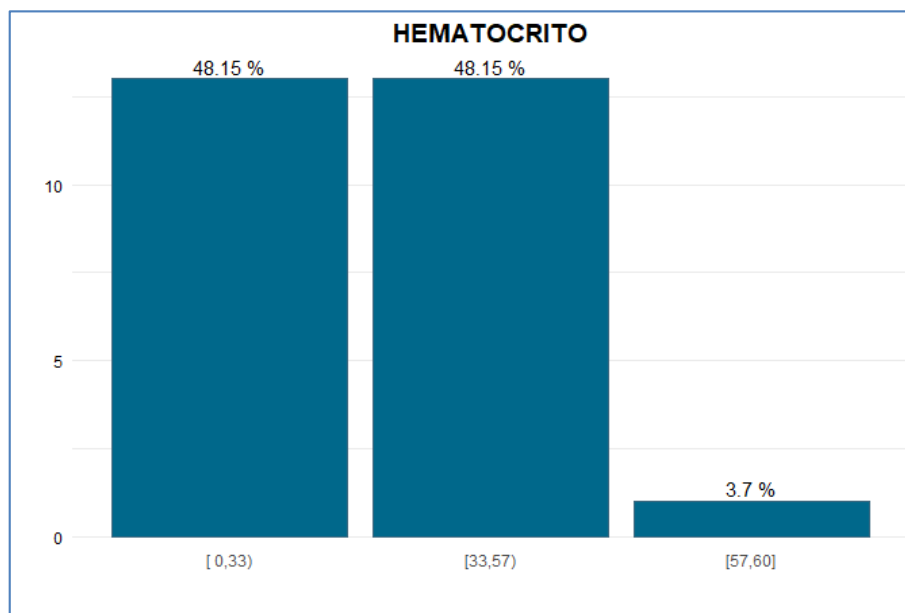
Las muestras obtenidas fueron tomadas en un ambiente controlado con igualdad de condiciones y con un manejo adecuado en la toma de muestra sanguínea en el paciente, para evitar alteraciones en los resultados. Los parámetros sanguíneos fueron evaluados por el método sistémico de análisis de analitos (Hemaray 51Vet Auto Vet Hematology Analyzer). Para el análisis estadístico se aplicó diagramas de frecuencia con el uso del software Estadístico R.

Resultados

Los siguientes resultados se obtienen a partir de un análisis estadístico por frecuencias de rangos, los rangos fueron establecidos según la bibliografía de rangos normales de analitos en felinos domésticos (Herencia, 2018).

Figura 1

Hematocrito

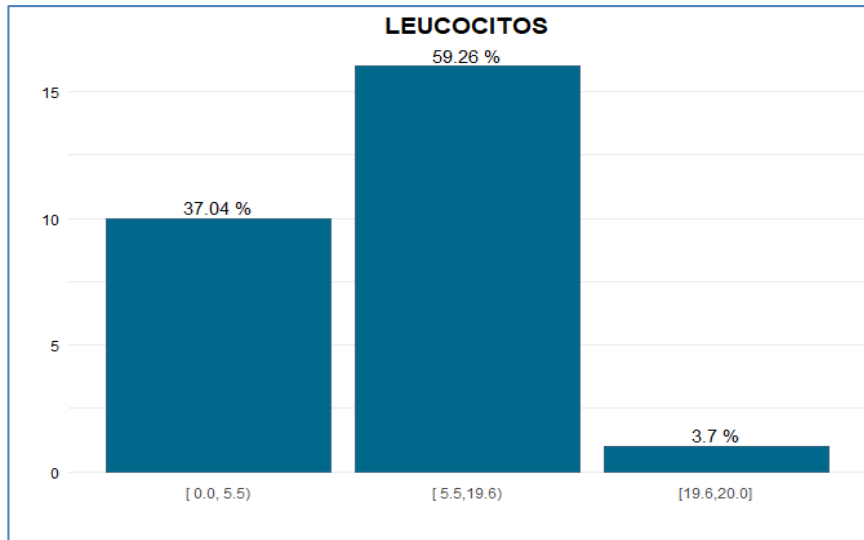


Nota: Porcentajes de Hematocritos de las 27 muestras hematológicas

De la figura 1, se puede concluir que si los Hematocritos están tanto en el rango normal o por debajo de lo normal el paciente puede tener la enfermedad.

Figura 2

Leucocitos

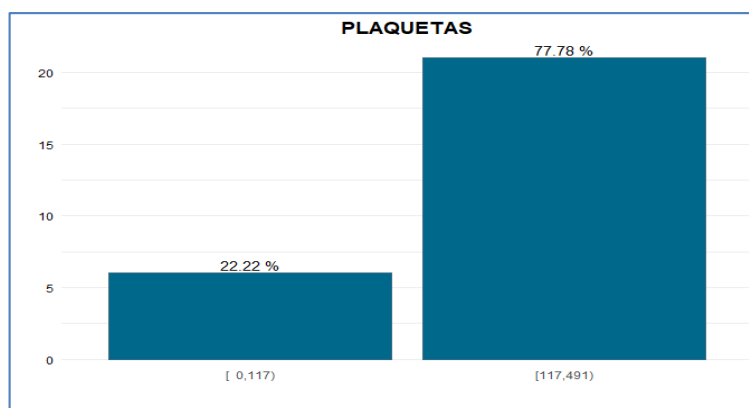


Nota: Porcentajes de Leucocitos de las 27 muestras hematológicas

De la figura 2, se puede observar que si los Leucocitos están por debajo de lo normal o están dentro del rango normal el paciente puede tener la enfermedad. Sin embargo, hay que recalcar que es más probable que se encuentren dentro del rango normal.

Figura 3

Plaquetas

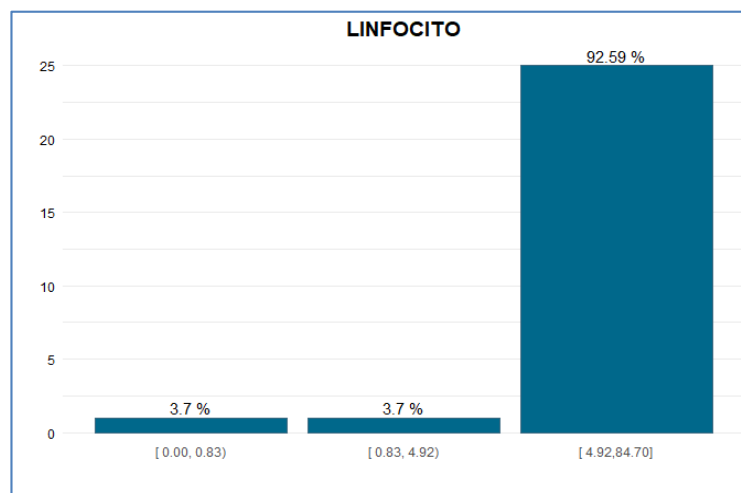


Nota: Porcentajes de Plaquetas de las 27 muestras hematológicas

De la figura 3, podemos observar que un paciente puede tener la enfermedad a pesar de tener sus plaquetas en el rango adecuado, apenas el 22% de los pacientes con la enfermedad están por debajo del rango normal.

Figura 4

Linfocitos



Nota: Porcentajes de Linfocitos de las 27 muestras hematológicas

De la figura 4, se puede concluir que cuando un paciente tiene los Linfocitos elevados (mayor a 6) seguramente va a tener la enfermedad.

Según la bibliografía cuando los siguiente 4 analitos: Hematocrito + Plaquetas + Linfocitos + Leucocitos están fuera de su rango normal, el paciente posee la enfermedad.

Para probar esto se realizaron todas las combinaciones entre los 4 analitos que se encuentren por debajo de lo normal y se obtuvieron los siguientes Test:

Test 1: Hematocrito + Plaquetas + Linfocitos + Leucocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los 4 analitos.

Resultado: 1 paciente tiene los 4 analitos por encima o debajo de los valores normales.

Test 2: Linfocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo del analito Linfocitos.

Resultado: 10 pacientes tienen el analito Linfocitos por encima o debajo de los valores normales, mientras el resto se mantiene en rangos normales.

Test 3: Hematocrito + Linfocitos + Leucocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los analitos Hematocrito, Linfocitos y Leucocitos.

Resultado: 7 pacientes tienen los 3 analitos por encima o debajo de los valores normales, mientras que el analito Plaquetas se mantiene en rangos normales.

Test 4: Hematocrito + Plaquetas + Linfocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los analitos Hematocrito, Plaquetas y Linfocitos.

Resultado: 3 pacientes tienen los 3 analitos por encima o debajo de los valores normales, mientras que el analito Leucocitos se mantiene en rangos normales.

Test 5: Hematocrito + Linfocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los analitos Hematocrito y Linfocitos.

Resultado: 2 pacientes tienen los 2 analitos por encima o debajo de los valores normales, mientras que el resto de analitos se mantienen en rangos normales.

Test 6: Linfocitos + Leucocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los analitos Linfocitos y Leucocitos.

Resultado: 2 pacientes tienen los 2 analitos por encima o debajo de los valores normales, mientras que el resto de analitos se mantienen en rangos normales.

Test 7: Plaquetas + Linfocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los analitos Plaquetas y Linfocitos.

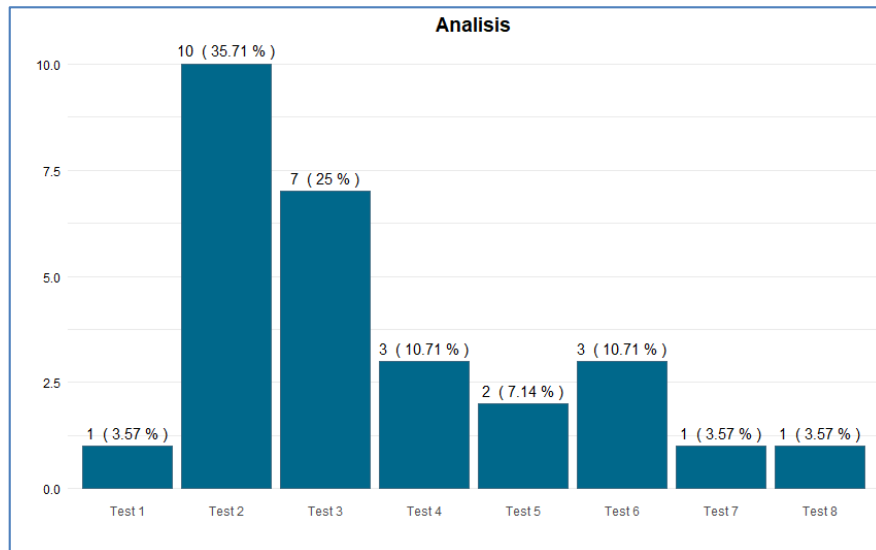
Resultado: 1 paciente tiene los 2 analitos por encima o debajo de los valores normales, mientras que el resto de analitos se mantienen en rangos normales.

Test 8: Hematocrito + Plaquetas + Leucocitos: En este Test se toman en cuenta los exámenes que tienen valores que están por encima o debajo de los analitos hematocrito, Plaquetas, Leucocitos.

Resultado: 1 paciente tiene los 3 analitos por encima o debajo de los valores normales, mientras que el analito Linfocitos se mantiene en rangos normales.

A partir de estos resultados, se tiene la figura 5.

Figura 5



Podemos concluir que siempre que tengan el analito Linfocitos alterado (mayor a 6) es más probable que el paciente tenga la enfermedad.

De todo lo mostrado anteriormente se obtiene el siguiente resultado para un test acertado.

Tabla 1

Parámetros para determinar paciente con FeLV en hemograma

Analito	Rango normal	Test
Hematocrito	33% - 56%	<=59,6
Leucocitos	5,5-19,5	<=20
Plaquetas	117 - 490	<=420
Linfocito	0,83 - 4,91	>6

La lectura nos muestra que, si un paciente está poder debajo de lo normal en Hematocrito, Plaquetas y Leucocitos o a lo mucho el máximo de lo normal y el Linfocitos es mayor a su rango normal, el paciente posea la enfermedad.

Conclusión

- De acuerdo con el presente estudio se concluye que, si un paciente felino presenta valores por debajo de los valores normales en hematocrito, plaquetas y leucocitos y un valor superior al valor normal de linfocitos juntos con signos referentes a leucemia viral felina durante la consulta veterinaria, se puede determinar que es

un gato con leucemia viral felina asintomático comprobando con el test de inmunocromatografía.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

- Arrieta, M. (2022). *Una mirada a las enfermedades retrovirales felinas*. Universidad Nacional de Río Negro.
<https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/8667/1/Macarena%20Arrieta%20-Informe%20Final%20de%20Grado%20versi%C3%B3n%20final.pdf>
- Camacho, W. (2017). Leucemia e inmunodeficiencia felina. Reporte de un caso. REDVET. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653470033.pdf>
- Cortés, N. (2019). *Procedimientos en Medicina de Urgencias*. España: Gráfica IN Multimédica.
- Dechra. (2019). SensPERT. <https://www.senspert.com.br/fiv-felv.html>
- García, N. M. (2022). Virus de la leucemia e inmunodeficiencia felina: un estudio retrospectivo en clínicas veterinarias particulares en Bogotá y Chía. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/103264>
- Grandía, R. (2019). Hallazgos hematológicos en perros y gatos en Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 1395-1413.
<https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17154>
- Herencia, Y. (2018). Determinación de parámetros hematológicos en gatos domésticos (*Felis catus*) en el altiplano. Universidad Nacional del Altiplano (Perú).
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3278840>
- Llumiquinga, T. (2021). Evaluación de parámetros hematológicos y bioquímicos en neonatos caninos al destete suplementados con Glutamina y BCCA's. Universidad Central del Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25412>
- Nelson, R., & Couto, G., (2020). *Medicina Interna de pequeños animales*. España: Asis Biomedica.

- Orbegos, B. Z. (2016). Determinación de valores hematológicos referenciales en felis catus adultos. Universidad Privada Antenor Orrego:
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5783/1/REP_MED.VET_E_ZULMI.OLANO_DETERMINACI%C3%93N.VALORES.HEMATOL%C3%93GICOS.REFERENCIALES.FELIS.CATUS.ADULTOS.CIUDAD.TRUJILLO.2016.pdf
- Spada, E. (2018). Survival time and effect of selected predictor variables on survival in owned. ELSEVIER. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.12.001>
- Thompson, M. (2018). Diagnóstico Diferencial Clínico en Pequeños Animales. España: Elsevier.
- Vet, S. (2018). Hematología. <http://www.suizavet.com/manuales/hematologia.pdf>
- Westman, M. (2019). Diagnosing feline immunodeficiency virus (FIV) and feline leukaemia. Australian Veterinary Journal. <https://scihub.ru/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30809813/>
- Zanna, G., Aybar, V., Casamián, D., Cerón, J., Clemente, F., Fatjó, J., & Silva, S. (2018). Manual Clínico de Medicina Felina. España: 5M Publishing.

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



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






Indexaciones



Patrimonio cultural material y demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi

*Cultural heritage material and tourist demand, canton Latacunga,
province of Cotopaxi*

- 1 Marco Vinicio Viracocha Lema  <https://orcid.org/0000-0003-0812-9282>
Carrera Gestión Turística y Hotelera, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH),
Riobamba, Ecuador.
mvviracocha.figt@unach.edu.ec
- 2 Renato Hernán Herrera Chávez  <https://orcid.org/0000-0002-6816-7945>
Carrera de Turismo, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador.
rherrera@unach.edu.ec
- 3 William Marco Samaniego Erazo  <https://orcid.org/0000-0002-7968-8244>
Carrera de Turismo, Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador.
wsamaniego@ueb.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 07/02/2023

Revisado: 15/03/2023

Aceptado: 03/04/2023

Publicado: 05/05/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2545>

Cítese:

Viracocha Lema, M. V., Herrera Chávez, R. H., & Samaniego Erazo, W. M. (2023).
Patrimonio cultural material y demanda turística, cantón Latacunga, provincia de
Cotopaxi. *ConcienciaDigital*, 6(2), 115-136.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2545>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Patrimonio cultural material, Turismo, Patrimonio, Demanda turística, Turismo cultural.

Keywords:

Material cultural heritage, Tourism, heritage, Tourist demand, Cultural tourism.

Resumen

Introducción. Latacunga, es un cantón lleno de historia, tradición y cultura que enamora a propios y extraños por su riqueza patrimonial material e inmaterial, con un gran potencial del turismo cultural-patrimonial. **Objetivos.** El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar el patrimonio cultural material y su influencia con la demanda turística. **Metodología.** El diseño de la investigación empleado es no experimental, transversal; de tipo documental, de campo, descriptiva y de carácter correlacional. La validación del instrumento de investigación a través de alfa de Cronbach, cuestionarios bajo la escala de Likert, la unidad de análisis de investigada fue a 40 prestadores de servicios turísticos y 276 turistas. En el software SPSS, con chi cuadrado, se comprobó las hipótesis. **Resultados.** Se demuestra la influencia significativa entre el patrimonio cultural material y la demanda turística. A su vez se describen y caracterizan las dimensiones relacionadas a los bienes muebles; bienes inmuebles; bienes arqueológicos; producto turístico; motivación; turistas. **Conclusiones.** Existe una influencia significativa entre el patrimonio cultural material y la demanda turística. **Área de la ciencia.** Turismo cultural.

Abstract

Introduction. Latacunga, is a canton full of history, tradition and culture that makes locals and strangers fall in love with its material and immaterial heritage wealth, with immense potential for cultural-heritage tourism. **Objective.** The objective of this research work is to analyze the tangible cultural heritage and its influence on the tourist demand. **Methodology.** The research design used is non-experimental, cross-sectional, of a documentary, field, descriptive and correlational nature. The validation of the research instrument through Cronbach's alpha, questionnaires under the Likert scale, the researched analysis unit was forty tourism service providers and 276 tourists. In the SPSS software, with chi square, the hypotheses were verified. **Results.** The considerable influence between tangible cultural heritage and tourist demand is demonstrated. At the same time, the dimensions related to movable property are described and characterized; property; archaeological goods; tourist product; motivation; tourists. **Conclusions.** There is a major influence between tangible cultural heritage and tourism demand. **Science area.** Cultural tourism.

Introducción

Latacunga, conocida como "Pensil de los Andes", "La tierra de los Maschas", "Latacunga Romántica" y la "Ciudad de León" es un cantón lleno de historia, tradición y cultura que enamora a propios y extraños, custodiada por el anciano de las nieves, el gran coloso Volcán Cotopaxi. El principal problema que existe es la limitada demanda turística dentro del cantón Latacunga, la escasa planificación por parte de las entidades responsables ha permitido que no se aprovecha debidamente el patrimonio cultural material del cantón, permaneciendo inaccesible (iglesias, casas patrimoniales) y en algunos casos en deterioro (museos, bibliotecas y plazas patrimoniales) por deficiencias de gestión, lo que con los pasos de los años ha permitido que el poblador local no conozca parte de su historia y cultural. La afectación en la conservación de estos bienes se ha dado por la emigración de los alfareros, tejeros y artesanos calificados hacia otras provincias, así como la pérdida de calidad de los productos artesanales como la arcilla vidriada para pisos, techos, apliques de paredes, ladrillos, y que han sido reemplazados por productos industriales lo que con el paso de los años ha generado la pérdida de identidad cultural. Por lo que en la presente investigación se planteó como objetivos determinar de qué manera influyen el patrimonio cultural material y la demanda turística. Como la influencia de las dimensiones de bienes muebles, inmuebles, bienes arqueológicos con respecto a la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. A su vez los resultados de los indicadores de cada una de las dimensiones de las dos variables y las conclusiones (Viracocha & Herrera, 2022).

Metodología

El diseño de la investigación fue no experimental, transversal, el tipo de investigación fue documental, de campo, descriptiva y de carácter correlacional con el objeto de analizar la relación que existe entre las dos variables de estudio patrimonio cultural material y demanda turística en el cantón Latacunga en base a la problemática encontrada, tales como la limitada demanda turística que llega al cantón, los escasos procesos de planificación y conservación del patrimonio cultural material, a través de la operacionalización de las variables se define los indicadores referentes al estudio. Previo a su aplicación, se procedió a validar el instrumento de investigación a través de expertos obteniéndose un nivel de confiabilidad de alfa de Cronbach excelente en el primer cuestionario de 0,907 y muy bueno en el segundo 0,881, para posteriormente realizar la investigación en campo. Cuestionarios que estuvieron conformados por 14 y 12 preguntas bajo la escala de Likert. La muestra de la unidad de análisis de la variable independiente la constituyeron 40 prestadores de servicios turísticos del cantón Latacunga y de la variable dependiente fueron 276 turistas nacionales que llegan al cantón. Con la aplicación del Chi cuadrado de Pearson, se extrajeron los resultados referentes a la prueba de hipótesis para su respectivo análisis y toma de decisiones.

Hipótesis General

H1: Existe influencia significativa entre el patrimonio cultural material y la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

H0: No existe influencia significativa entre el patrimonio cultural material y la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Nivel de Significancia. $\alpha = 0,05$

Prueba Estadística Chi Cuadrado

Tabla 1

Prueba de chi-cuadrado Hipótesis General

	Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	24,029 ^a	9	,004
Razón de verosimilitud	12,455	9	,189
Asociación lineal por lineal	,153	1	,695
N de casos válidos	40		

Nota: SPSS Encuestas aplicadas a los prestadores de servicios turísticos 2022

Fuente: Viracocha & Herrera (2022)

Decisión: el resultado del nivel de significación asintótica obtenido es de $0,004 < \alpha = 0,05$, se acepta la hipótesis alternativa (H1) y se rechaza la hipótesis nula (H0), se puede decir que, si existe relación entre el Patrimonio Cultural Material y la demanda turística del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Hipótesis Específica 1

H1: Existe influencia significativa entre los bienes muebles y la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

H0: No existe influencia significativa entre los bienes muebles y la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Nivel de Significancia. $\alpha = 0,05$

Prueba Estadística Chi Cuadrado

Tabla 2
Prueba de chi-cuadrado Hipótesis específica 1

	Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	14,194 ^a	9	,116
Razón de verosimilitud	15,054	9	,089
Asociación lineal por lineal	,094	1	,760
N de casos válidos	40		

Nota: Encuesta SPSS

Fuente: Viracocha & Herrera (2022)

Decisión: el resultado del nivel de significación asintótica obtenido es de $0,116 > \alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0), es decir que no existe relación entre los bienes muebles y la demanda turística del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Hipótesis Específica 2

H1: Existe influencia significativa entre los bienes inmuebles y la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

H0: No existe influencia significativa entre los bienes inmuebles y la demanda turística, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Nivel de Significancia. $\alpha = 0,05$

Prueba Estadística Chi-Cuadrado
Tabla 3
Prueba de chi-cuadrado Hipótesis específica 2

	Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	8,246 ^a	9	,510
Razón de verosimilitud	10,269	9	,329
Asociación lineal por lineal	,082	1	,774
N de casos válidos	40		

Nota: Encuesta SPSS

Fuente: Viracocha & Herrera (2022)

Decisión: el resultado del nivel de significación asintótica obtenido fue de $0,510 > \alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0),

es decir que no existe relación entre los bienes inmuebles y la demanda turística del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Hipótesis Específica 3

H1: Existe influencia significativa entre los bienes arqueológicos y la demanda turística del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

H0: No existe influencia significativa los bienes arqueológicos y la demanda turística del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Nivel de Significancia. $\alpha = 0,05$

Prueba Estadística Chi-Cuadrado

Tabla 4

Prueba de chi-cuadrado Hipótesis específica 3

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	9,698 ^a	12	,642
Razón de verosimilitud	11,239	12	,509
Asociación lineal por lineal	,510	1	,475
N de casos válidos	40		

Nota: Encuesta SPSS

Fuente: Viracocha & Herrera (2022)

Decisión: el resultado del nivel de significación asintótica obtenido fue de $0,642 > \alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0), es decir que no existe relación los bienes arqueológicos y la demanda turística del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Resultados

El patrimonio cultural material que posee el cantón Latacunga tiene un gran valor histórico y cultural muy importante que permite conocer parte de la historia de este pueblo los mismo que cuentan historias, cultura y tradición de este pueblo. Hoy en día el ámbito material no es aprovechado del todo por de las entidades encargadas que nos permitan crear productos enfocados al ámbito cultural. Con base en los resultados obtenidos, hay un gran porcentaje de la población que está de acuerdo que se realicen acciones y las misas que nos permitan crear productos innovadores dentro del ámbito cultural y el mismo que nos permita aprovechar los bienes culturales como un recurso turístico para la llegada de turistas. De la misma manera el estudio estableció la importancia de promover desde la academia la creación de productos de turismo cultural permitan

conservar y promocionar este tipo de bienes culturales, para lo cual se consideraron las siguientes variables, dimensiones e indicadores:

Tabla 5

Operacionalización

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente. Patrimonio Cultural Material	Bienes Muebles	Pintura Escultura Objetos de Metal Arquitectura Civil
	Bienes Inmuebles	Arquitectura Religiosa Parques y Plazoletas Patrimoniales Yacimiento Monumental
	Bienes Arqueológicos	Yacimiento Superficial Colecciones.
	Producto Turístico	Actividades turísticas Facilidades turísticas Destino turístico
Dependiente Demanda Turística.	Motivación	Interés Atención al cliente Atractivos turísticos Satisfacción
	Turistas	Servicios de calidad Estadía

Fuente: Viracocha & Herrera (2022)

Conceptualizaciones de la variable independiente (Patrimonio Cultural Material)

Para nuestra investigación es necesario estudiar los indicadores con las que cuentan la dimensión de la variable independiente, de esta manera poder analizarla y comprender de mejor manera los siguientes conceptos.

Patrimonio Cultural: según Muriel (2016), modelo genérico para aludir a

determinadas prácticas de conservación y promoción de aquello que puede considerarse como lo nuestro o que se utiliza para referirse a lo que culturalmente nos define como pueblo, comunidad o sociedad.

Patrimonio Cultural Material: el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC, 2011), es la herencia tangible de los pueblos ancestrales. Lastimosamente, estos bienes patrimoniales son susceptibles de deterioro por las condiciones inherentes a ellos o por factores externos que afectan su integridad física.

Bienes Muebles: INPC (2011), los define como aquellos objetos producidos por el ser humano como testimonio de un proceso artístico, científico, documental, etc. Se los llama

así porque son objetos susceptibles de ser movilizados y su clasificación varía de acuerdo con las legislaciones propias de cada región o país.

Bienes Inmuebles: Acevedo (2014), indica que los bienes inmuebles son cuentan con valores culturales excepcionales, representativos de determinadas épocas del desarrollo de la ciudad y que es necesario conservar como parte de la memoria cultural de los habitantes.

Bienes Arqueológicos: INPC (2011), define a los bienes arqueológicos a aquellos vestigios u objetos más antiguos, que fueron dejados por las antiguas civilizaciones que ocuparon Ecuador, antes de la llegada de los europeos. Este tipo de bienes pueden encontrarse aislados o agrupados y corresponden a un asentamiento simple o complejo.

Pintura: Del Barrio (2009), argumenta que la pintura es un arte de representación de dos dimensiones donde se aplica una variedad de pigmentos naturales o también denominados colores sobre una superficie plana este puede ser papel, lienzo entre otros materiales de soporte.

Escultura: según el INPC (2011), define a las esculturas a todas las imágenes que fueron talladas en diferentes materiales tales como madera, piedra, yeso, metal, hueso entre otros son de gran valor cultural y simbólico estas esculturas se las pueden encontrar en iglesia y museos relacionadas al contexto religioso.

Objetos de Metal: para el Ministerio Coordinador de Patrimonio (2012), son objetos trabajados en metales, mediante procesos como fundición o forja para moldearlos y darles forma, por ejemplo: cerraduras, puertas, verjas, enrejados, campanas, etc., y a la orfebrería, que es arte de trabajar artesanalmente objetos de oro, plata u otros metales preciosos como copones, custodias, cálices, mariolas, frontales, coronas, joyas, objetos de filigrana, etc.

Arquitectura Civil: Lusa (2004), define que es el conjunto de edificaciones que fueron construidas con materiales propios de la localidad como la piedra, adobe, caliza y el ladrillo forman parte del casco de un centro histórico son de valor histórico, social y cultural.

Arquitectura Religiosa: Shan (2015), argumenta que es el conjunto de edificaciones de carácter religioso de gran valor artístico, histórico y simbólico que se encuentran ubicados en los cascos históricos debido a su importancia dentro de la traza urbana y como referentes de la vida social en estos espacios urbanos.

Parques y Plazas Patrimoniales: Lleras et al. (2018), define que son espacios públicos por excelencia de América Latina, su trazado inicial era un cuadrado o

rectángulo que sirvió de centro para el trazado de la ciudad colonial, a su alrededor se ubica la iglesia, el cabildo y las casas de las familias más notables del pueblo.

Yacimiento Monumental: INPC (2011), lo define como espacio de valor histórico el cual presenta evidencias arquitectónicas construidas por nuestros antepasados diseñadas en la parte superficial o el subsuelo, como muros, montículos, tolas o modificaciones de cimas.

Yacimiento Superficial: Muñoz & Tomay (2020), argumenta que el yacimiento superficial es considerado como un espacio sin una construcción arquitectónica lo cual es formado en suelo o aire libre, hace referencia a todos los restos cerámicos, líticos y óseos en superficie o registrados durante las excavaciones que se realizaron años atrás por expertos.

Colecciones: Marchegiani et al. (2020), define a las colecciones como aquellos objetos que fueron construidos años atrás por nuestros antepasados empleando materiales tales como la cerámica, metal y piedra a esta categoría pertenecen los artefactos líticos, sellos escarbados, fragmentos cerámicos y calcos.

Conceptualizaciones de la variable independiente (Demanda Turística)

Demanda Turística: López et al. (2019), define a la demanda turística como el conjunto de turistas que, de forma individual o colectiva, están motivados por una serie de productos o servicios turísticos con el objetivo de cubrir sus necesidades. La definimos como una cantidad de “producto turístico” que los consumidores están dispuestos a adquirir en un momento y un precio determinado.

Producto Turístico: Martínez (2017), menciona que el producto turístico comprende un conjunto de elementos como el paisaje, las empresas, las infraestructuras, los equipamientos, el entorno social, el patrimonio, etc.

Motivación: Berardi (2015), define a la motivación como una serie de deseos, necesidades, impulsos y esfuerzos por satisfacer un deseo o meta que tenga una persona.

Turistas: Francesch (2004), define a los turistas como aquellas personas que viajan a un destino fuera de su lugar de residencia habitual por motivos de ocio o negocios, y que tienen una estancia mínima de una noche en dicho lugar realizando actividades turísticas.

Actividades Turísticas: Damian & Suárez-Barraza (2015), lo define como un factor primordial para atraer turistas durante el periodo que dura su viaje en un lugar fuera de su espacio residencial, se encuentran relacionadas con fines de ocio, diversión, descanso y otros motivos.

Facilidades Turísticas: Sammarchi (2001), define a las facilidades turísticas a aquellas que colaboran en la generación de nuevos productos turísticos, los mismos que posibilitan la permanencia del turista en determinado lugar determinado y cuyo objetivo es que el cliente consuma los productos y servicios de dicho lugar.

Destino Turístico: De San Eugenio (2012), define que un destino turístico inteligente debe ser un territorio inteligente para constituir un conjunto de conocimientos pluridisciplinarios que aseguren un uso sostenible del territorio en la vertiente ambiental, económica y social.

Interés: Padrón-Ávila & Hernández-Martín (2017), define que son los puntos de interés turístico contienen los lugares de un destino al que se dirigen los turistas para poder disfrutar de actividades turísticas, lo cual genera una serie de desplazamientos por parte de los visitantes dentro de dicho destino.

Atención al cliente: Arenal (2019), define a la atención al cliente como un servicio que es brindado por una empresa con el fin de relacionarse con los clientes y anticiparse a la satisfacción de sus clientes.

Atractivos Turísticos: Sandoval-Guerrero (2021), define a los atractivos turísticos como un conjunto de lugares, bienes tanto naturales y manifestaciones culturales, por sus características únicas y esenciales permiten el desplazamiento de turistas nacionales y extranjeros a estos sitios de interés.

Satisfacción: Moral-Moral (2021), menciona que la satisfacción es una acción primordial al generar productos y servicios que cubran las necesidades que tengan los turistas durante su visita.

Servicios de Calidad: Espinoza & Vallejos (2021), define a los servicios de calidad como una construcción en la mente de los usuarios o de los consumidores, de un servicio y se basa en el conocimiento de las necesidades de los clientes y en exceder las expectativas o esperanzas que tienen los usuarios de un determinado servicio. La calidad de servicio tiene una relación directa con la satisfacción del cliente.

En la tabla 6, se detalla la variable independiente patrimonio cultural material en donde se describen y caracterizan las dimensiones relacionadas a los bienes muebles; bienes inmuebles; bienes arqueológicos; producto turístico; motivación; turistas.

Tabla 6

Interpretación de los resultados de la variable independiente: Patrimonio Cultural Material

N°	Ítems	Interpretación
DATOS GENERALES		
a)	¿Cuál es su sexo?	Se puede observar que el 57,50% son de género femenino y el 42,50% es de género masculino. A partir de nuestros resultados se puede concluir que el mayor porcentaje de los encuestados son de género femenino.
b)	¿Cuál es su edad?	Según las encuestas aplicadas a los prestadores de servicios turísticos del cantón Latacunga, se puede observar que el mayor porcentaje es de 42,50% están en el rango de edad entre 26 a 35 años, el 37,50% tiene el rango de edad entre 36 a 45 años, el 17,50% tiene 46 años en adelante y el 2,50% con el rango edad de 18 a 25 años. A partir de nuestros resultados se puede llegar a la conclusión que el mayor porcentaje de encuestados esta entre la edad de 26 a 35 años.
c)	¿Cuál es su nivel de instrucción?	Según los resultados obtenidos en nuestras encuestas, se puede observar que el mayor porcentaje es de 67,50% con un nivel de instrucción de tercer grado, el 17,50% tiene el rango de instrucción de postgrado y el 15,00% con de instrucción de secundaria. A partir de nuestros resultados se puede concluir que el mayor porcentaje de encuestados son de instrucción de Tercer Grado especializados en ramas turísticas o afines.
BIENES MUEBLES		
1	<i>¿Considera importante aprovechar los bienes muebles (pintura, escultura y objetos de metal) para fortalecer el Patrimonio Cultural Material del Cantón?</i>	Según los resultados obtenidos en nuestras encuestas se pudo observar que el mayor porcentaje con 55.00% califican como muy importante el aprovechamiento de los bienes muebles para el fortalecimiento del patrimonio cultural material, 35.00% lo califican importante, 7.50% lo califica como medianamente importante y un 2.50% lo califica como sin importancia. A partir de nuestros resultados se concluye que el mayor porcentaje 55.00% de los encuestados mencionan que es muy importante el aprovechamiento de los bienes muebles que posee el cantón Latacunga para su fortalecimiento y que se pueda dar a conocer todo el valor cultural e histórico que posee el Cantón.
2	<i>¿Considera importante el apoyo del GAD con relación a la preservación de pinturas y esculturas del Cantón?</i>	Según los resultados obtenidos en nuestra encuesta se pudo observar que el mayor porcentaje con 57.50% califican como muy importante el apoyo que ha brindado el GAD en la relación a la preservación de pinturas y esculturas, 22.50% lo califica como importante el apoyo a la preservación, 12.50% lo califica como medianamente importante, 5.00% lo califican como poco importante y un 2.50% lo califican como sin importancia. A partir de nuestros resultados podemos concluir que los bienes muebles (pintura y escultura) se encuentran muy bien preservados y óptimos para su promoción en el cantón Latacunga.
3	<i>¿Considera importante usted que los bienes muebles puedan ser parte de un producto turístico?</i>	Se establece que el 52.50% califican como muy importante que los bienes muebles del cantón pueden ser un producto turístico, 27.50% lo califican como importante, 12,50% lo califican como medianamente importante que se pueda generar un producto turístico, 5.00% lo califican como poco importante y 2.50% sin importancia. Se puede concluir que el 52,50% consideran muy importante diseñar un producto turístico donde se dé a conocer los bienes muebles existe en el cantón Latacunga.

Tabla 6

Interpretación de los resultados de la variable independiente: Patrimonio Cultural Material (continuación)

N°	Ítems	Interpretación
4	<i>¿Considera importante utilizar la información histórica de los bienes muebles del Cantón para la promoción turística?</i>	Se observa que el 50.00% de los encuestados califican como muy importante el aprovechamiento de la información histórica existente para la promoción turística de los bienes muebles del cantón, el 30.00% lo califican como importante, el 10.00% califican medianamente importante el aprovechamiento de esta información histórica, el 5.00% poco importante y el 5.00% sin importancia. A partir de nuestros resultados podemos concluir que el 50.00% de los encuestados consideran muy importante aprovechar toda la información existente para la promoción de bienes patrimoniales que oferta el cantón Latacunga.
5	<i>¿Considera importante la gestión patrimonial del cuidado de los bienes muebles del Cantón Latacunga que se ha venido realizando?</i>	Se establece que el 35.00% de los encuestados califican como muy importante la gestión patrimonial en relación con el cuidado de los bienes muebles del cantón, el 30.00% lo califican como medianamente importante, el 17.50% califican como importante la gestión patrimonial, el 12.50% califican como sin importancia y el 5.00% poco importante la gestión patrimonial realizada. A partir de nuestros resultados podemos concluir que el mayor porcentaje 35.00% califican como muy importante la gestión patrimonial realizada al cuidado de los bienes muebles del cantón lo que permite protegerlos ya que son vulnerables en la actualidad que se encuentran.
BIENES INMUEBLES		
6	<i>¿Considera importante la promoción turística de los bienes inmuebles del Cantón Latacunga?</i>	Según los datos se puede observar que el 40.00% de los encuestados consideran muy importante la promoción turística de los bienes inmuebles del cantón, el 25.00% consideran importante, el 20.00% consideran medianamente importante la promoción turística, el 10.00% lo considera poco importante y el 5.00% lo consideran sin importancia. Se concluye que el mayor porcentaje 40.00% consideran muy importante la promoción turística del cantón Latacunga ya sea a través de sus bienes patrimoniales los mismos que guardan historia y cultura de los Latacungueños.
7	<i>¿Considera importante la conservación del centro histórico del Cantón Latacunga?</i>	Se observa que el 67.50% de los encuestados consideran muy importante la conservación del centro histórico de cantón, el 20.00% lo consideran importante, el 7.50% consideran medianamente su conservación, el 2.50% consideran poco importante y el 2.50% lo consideran sin importante. A partir de nuestros resultados se puede concluir que el mayor porcentaje 67.50% consideran muy importante la conservación del centro histórico del cantón Latacunga ya que es un icono de gran valor histórico y cultural para la ciudadanía.
8	<i>¿Considera importante la conservación de edificios patrimoniales del Cantón?</i>	Según los resultados obtenidos se puede observar que el 60.00% de los encuestados consideran muy importante la conservación de edificios patrimoniales registrados en el cantón, el 17.50% lo consideran importante, el 12.50% consideran medianamente importante la conservación, el 5.00% consideran poco importante y el 5% de encuestados lo consideran sin importancia. A partir de nuestros resultados obtenidos podemos concluir que el mayor porcentaje 60.00% consideran muy importante la conservación de edificios patrimoniales ya que nos permite protegerlos para la posteridad.

Tabla 6

*Interpretación de los resultados de la variable independiente: Patrimonio Cultural
Material (continuación)*

N°	Ítems	Interpretación
9	<i>¿Considera importante conocer todos los bienes inmuebles que oferta el cantón Latacunga para su aprovechamiento turístico?</i>	Se puede observar que el 65.00% de los encuestados consideran muy importante que se dé a conocer los bienes inmuebles que posee el cantón para su aprovechamiento turístico, el 25.00% lo considera como importante, el 5.00% consideran medianamente importante que se dé a conocer dichos bienes y el 5.00% lo consideran sin importancia.
10	<i>¿Considera importante la conservación de parques y plazoletas patrimoniales que cuenta el Cantón Latacunga?</i>	Según los resultados de nuestros encuestados se observa que el 77.50% califican muy importante la conservación de parques, plazas y plazoletas del cantón Latacunga, el 12.50% lo consideran importante, el 7.50% considera medianamente importante la conservación de estos bienes y el 2.50% lo consideran sin importancia. A partir de ellos podemos concluir que el mayor porcentaje 77.50% consideran muy importante la conservación de parque, plazas y plazoletas patrimoniales del cantón ya que son espacios de expresión cultural y valoración de la ciudad.
BIENES ARQUEOLÓGICOS		
11	<i>¿Considera importante la gestión patrimonial de los bienes arqueológicos (yacimientos monumentales, yacimientos superficiales y colecciones arqueológicas) del Cantón?</i>	Según los encuestados se obtuvo los siguientes resultados el mayor porcentaje 42.50% consideran muy importante la gestión patrimonial brindada a los bienes arqueológicos, el 27.50% consideran importante, el 25.00% consideran medianamente importante la gestión patrimonial brindada, el 2.50% lo consideran poco importante y el 2.50% los consideran sin importancia. A partir de ello podemos concluir que el mayor porcentaje 42.50% consideran muy importante la gestión patrimonial brindada a los bienes arqueológicos ya que ello permite que perduren en el tiempo y que las futuras generaciones puedan conocer su historia.
12	<i>¿Considera importante que se dé a conocer los yacimientos monumentales del Cantón?</i>	Se establece que el 52.50% califican como muy importante que se dé a conocer los yacimientos monumentales del Cantón Latacunga, 30.00% lo califican como importante, 10.00% califican como medianamente importante que se dé a conocer los yacimientos monumentales, el 5.00% lo califican como poco importante y 2.50% sin importancia. Se puede concluir que el 52,50% consideran muy importante que se dé a conocer este tipo de bienes ya que ellos se puede recuperar información de nuestros antepasados y poderlos promocionar como productos turísticos dentro del cantón Latacunga.
13	<i>¿Considera importante la conservación de las colecciones arqueológicas que cuenta nuestro Cantón?</i>	Se observa que el 60.00% de los encuestados consideran como muy importante la conservación de colecciones arqueológicas del cantón, el 32.50% lo califican como importante, el 10.00% califican medianamente importante la conservación de colecciones arqueológicas y el 2.50% lo califican sin importancia. A partir de ello podemos concluir que el mayor porcentaje 60.00% consideran muy importante la conservación de colecciones arqueológicas ya que son símbolos de nuestra identidad y en ellas reflejan los testimonios del pasado y el presente del nuestro cantón.

Tabla 6

Interpretación de los resultados de la variable independiente: Patrimonio Cultural Material (continuación)

N°	Ítems	Interpretación
14	<i>¿Considera importante que se posea la suficiente información histórica de los bienes arqueológicos del Cantón?</i>	Según los resultados obtenidos en nuestra encuesta se pudo observar que el mayor porcentaje con 45.00% califican como muy importante poseer toda la información histórica de los bienes arqueológicos del cantón Latacunga, 30.00% lo califica como importante, 10.00% lo califica como medianamente importante poseer este tipo de información, 10.00% lo califica como poco importante y un 5.00% lo califica como sin importancia. A partir de ello podemos concluir que el mayor porcentaje 45.00% consideran muy importante poseer la información histórica de los bienes arqueológicos lo que nos puede ayudar a entender la vida de nuestros antepasados y poderlos promocionar como un producto de calidad en el cantón Latacunga.

Fuente: Viracocha y Herrera (2022)

En la tabla 7, se detalla la variable dependiente demanda turística en donde se describen y caracterizan las dimensiones relacionadas al producto turístico; motivación; turistas.

Tabla 7

Interpretación de los resultados de la variable dependiente: Demanda Turística

N°	Ítems	Interpretación
DATOS GENERALES		
a)	<i>¿Cuál es su sexo?</i>	Según las encuestas aplicadas a los turistas nacionales que visitan el Cantón Latacunga, se puede observar que el 63,41% es de género masculino y el 36,59% es de género femenino. A partir de nuestros datos obtenidos podemos concluir que el mayor porcentaje es de género masculino que visita el cantón Latacunga.
b)	<i>¿Cuál es su edad?</i>	Según las encuestas aplicadas a los turistas nacionales que visitan el Cantón Latacunga, se puede observar que el mayor porcentaje es de 36,18% con el rango de edad entre 26 a 35 años, el 26,83% están en el rango de edad de 36 a 45 años, el 19,51% están en el rango de 18 a 25 años y el 17,48% con el rango edad de 46 en adelante. A partir de ello se puede concluir que el mayor porcentaje de encuestados está en la edad de 26 a 35 años lo cual son personas jóvenes.
c)	<i>¿Cuál es su nivel de instrucción?</i>	Según los resultados obtenidos en nuestras encuestas se puede observar que el mayor porcentaje es de 59,91% tiene un nivel de instrucción de tercer grado, el 30,49% tiene el rango de instrucción de secundaria y el 12,60% con de instrucción de postgrado. Se puede concluir que los turistas que nos visitan tienen un nivel de instrucción de tercer grado el cual pueden generar ingresos económicos al cantón.

Tabla 7

Interpretación de los resultados de la variable dependiente: Demanda Turística (continuación)

N°	Ítems	Interpretación
d)	<i>¿Cuál es su lugar de procedencia?</i>	Según los resultados se pudo observar que el mayor porcentaje con 67.07% son turistas de la región sierra, el 24.39% son turistas que llegan de la región litoral y el 8.54% son turistas que vienen de la región amazónica. A partir de ellos se puede concluir que el mayor porcentaje 67.07% son turistas de la región sierra y se realiza un turismo interno el cual permite recuperarse de las repercusiones económicas que generó la pandemia.
PRODUCTO TURÍSTICO		
1	<i>¿Considera importantes las actividades turísticas realizadas en el Cantón?</i>	A través de nuestros resultados se puede observar que el 36.99% de los encuestados consideran importante las actividades turísticas que se realizan en el cantón, el 32.11% lo consideran como muy importante, el 22.76% consideran medianamente importante las actividades turísticas, el 5.69% poco importante y el 2,44% sin importancia. A partir de ellos podemos concluir que el mayor porcentaje de turistas consideran importante las actividades turísticas que se realizan dentro del cantón ya que les permite conocer el cantón Latacunga durante su periodo de viaje siempre con fines de ocio, descanso y diversión.
2	<i>¿Considera importantes las facilidades turísticas ofrecidas en el Cantón?</i>	Según los resultados de nuestros encuestados se puede observar que el 49.19% de los encuestados consideran muy importante las facilidades turísticas ofrecidas dentro del cantón, el 25.20% lo consideran como importante, el 19.59% consideran medianamente importante las facilidades turísticas, el 5.28% lo consideran poco importante y el 0,81% sin importancia. A través de nuestros resultados se puede concluir que el mayor porcentaje de encuestados consideran muy importante las facilidades turísticas que ofrece el cantón Latacunga ya que mejorar puede permitir que pueda crear un producto turístico de calidad y que permita la permanencia de turistas dentro del Cantón Latacunga.
3	<i>¿Considera importante que el Cantón Latacunga se pueda proyectar como un destino turístico de calidad?</i>	Se establece que el 38.62% consideran muy importante posicionar al cantón como un destino turístico de calidad, el 36.99% lo consideran importante, el 15,45% lo consideran medianamente importante posicionarlo como un destino turístico de calidad, el 5.69% lo consideran poco importante y 3.25% sin importancia. A partir de ellos podemos concluir que el mayor porcentaje de encuestados consideran importante posicionar al cantón Latacunga como un destino turístico de calidad que ofrezca una amplia variedad de recursos y posibilidades a los turistas el cual les permita permanecer más tiempo en el cantón realizando actividades turísticas.
4	<i>¿Considera importantes los atractivos turísticos que oferta el cantón Latacunga?</i>	Según los datos se puede observar que el 37.40% de los encuestados consideran importante los atractivos turísticos que oferta el cantón, el 30.49% lo consideran muy importante, el 24.39% consideran medianamente importante la oferta de los atractivos turísticos que se realiza dentro del cantón, el 4.88% lo considera poco importante y el 2.85% sin importancia. Podemos concluir que el mayor número de encuestados consideran importante los atractivos turísticos que oferta que el cantón Latacunga ya que son lugares de interés donde se guarda un gran valor histórico, social y cultural que le permite conocer al turista la historia de nuestro pueblo.

Tabla 7

*Interpretación de los resultados de la variable dependiente: Demanda Turística
(continuación)*

N°	Ítems	Interpretación
MOTIVACIÓN		
5	<i>¿Considera importante incrementar su motivación de visita al Cantón Latacunga?</i>	Según los resultados obtenidos en nuestras encuestas se pudo observar que el mayor porcentaje con 43.50% califican muy importante incrementar la motivación de los turistas que visitan el cantón Latacunga, el 31.30% califica como importante, el 17.07% califica como medianamente importante incrementar la motivación de los turistas, el 6.10% lo califica como poco importante y el 2.03% califican sin importancia. A partir de ellos se puede concluir que el mayor porcentaje de encuestados consideran muy importante incrementar la motivación de los turistas ya sea creando productos de calidad que les permita conocer que más oferta el cantón Latacunga y que puedan salirse de lo cotidiano.
6	<i>¿Considera importante mejorar la atención al cliente que ofertan los servidores turísticos del cantón Latacunga?</i>	Se establece que el 37.55% de los encuestados consideran muy importante mejorar la atención al cliente que es recibida por parte de los prestadores de servicios turísticos del cantón, el 34.29% consideran como importante, el 16.33% consideran medianamente importante mejorar la atención al cliente, el 9.39% considera poco importante y el 2.45% sin importancia. A partir de ello se puede concluir que el mayor porcentaje considera importante mejorar la atención al cliente ya sea en los productos y servicios que ellos consumen y superarlas expectativas de este.
7	<i>¿Considera importante gestionar eficientemente los atractivos turísticos que oferta el Cantón?</i>	Según nuestros resultados se puede observar que el 47.56% de los encuestados consideran muy importante gestionar los atractivos turísticos del cantón Latacunga de una manera eficiente, el 25.20% consideran importante, el 13.41% consideran medianamente importante gestionar eficientemente los atractivos turísticos, el 10.57% lo consideran poco importante y el 3.25% sin importancia. Podemos concluir que el mayor porcentaje considera muy importante gestionar los atractivos turísticos del Cantón Latacunga de una manera eficiente ya que es un punto decisivo para el posicionamiento de un nuevo producto turístico y que el mismo dinamice el desarrollo turístico de la localidad permitiendo conocer al turista productos nuevos y de calidad.
TURISTA		
8	<i>¿Considera importante la satisfacción del turista en los atractivos turísticos que oferta el Cantón?</i>	Según nuestras encuestas aplicadas se observa que el 46.75% de los encuestados consideran muy importante la satisfacción del turista en los atractivos turísticos que oferta el cantón Latacunga, el 29.67% lo consideran importante, el 15.85% consideran medianamente importante la satisfacción del turista, el 6.91% consideran poco importante y el 0.81% sin importancia. Se puede concluir que el mayor número de los encuestados consideran muy importante la satisfacción del turista de ello depende del destino y los prestadores de servicios turísticos que laboran allí, dado que de ellos dependa de que el turista repita su visita y que se pueda realizar una comunicación positiva a otros turistas.

Tabla 7

Interpretación de los resultados de la variable dependiente: Demanda Turística (continuación)

N°	Ítems	Interpretación
9	<i>¿Considera importante la calidad de los servicios turísticos ofrecidos en el Cantón Latacunga?</i>	Se establece que el 43.50% de los encuestados consideran muy importante la calidad de los servicios turísticos que ofrece el cantón Latacunga, el 35.37% lo califican como importante, el 10.98% califican como poco importante la calidad de los servicios turístico-ofertados, el 8.13% como medianamente importante y el 2.03% sin importancia. Se puede concluir que el mayor número de encuestados considera muy importante la calidad de los servicios turísticos ya que se encuentran ligadas a satisfacer las necesidades de los turistas y lo que busca el turista es servicios que sean de calidad y que supere sus expectativas.
10	<i>¿Considera importante incrementar el tiempo de estadía dentro del Cantón Latacunga, mediante actividades turísticas innovadoras?</i>	Según los resultados obtenidos en nuestras encuestas el 43.09% de los encuestados consideran muy importante incrementar el tiempo de estadía, mediante actividades turísticas innovadoras, el 37,40% lo considera importante, el 9.35% consideran poco importante incrementar el tiempo de estadía, el 8.13% lo consideran medianamente importante y el 2.03% sin importancia. Podemos concluir que el mayor número de encuestados consideran muy importante implementar actividades turísticas dentro del cantón Latacunga el cual permita conocer al turista la historia, cultura y tradición del cantón a través de actividades innovadoras y de calidad.
11	<i>¿Considera importante ofertar servicios turísticos del Cantón Latacunga acordes a su precio?</i>	Según los datos obtenidos el 59.76% de los encuestados consideran muy importante ofertar servicios turísticos del cantón acordes a un precio accesible, el 26.38% consideran importante, el 6.50% consideran medianamente importante ofertar servicios turísticos, el 4.88% lo considera poco importante y el 2.03% sin importancia. Se puede concluir que el mayor número de encuestados consideran muy importante ofertar servicios turísticos que sean de calidad a precios accesibles, pero sin perder la calidad de estos.
12	<i>¿Considera importante ofertar productos de turismo cultural del Cantón Latacunga?</i>	De nuestros encuestados el 52.44% consideran muy importante ofertar productos de turismo cultural en el cantón Latacunga, el 38.62% lo consideran importante, el 6.10% medianamente importante ofertar productos de turismo cultural, el 1.63% lo considera poco importante y el 1.22% sin importancia. Se puede concluir que el mayor número de encuestados consideran muy importante ofertar productos de turismo cultural el cual permita conocer al turista nacional la historia y cultura del cantón Latacunga a través del patrimonio cultural que tiene.

Fuente: Viracocha & Herrera (2022)

Conclusiones

- En la comprobación de hipótesis se puede observar que existe una influencia significativa entre el patrimonio cultural material y la demanda turística del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, tomando en cuenta que el turista en la actualidad es uno de los factores claves para que se genere un turismo histórico-patrimonial dentro del cantón promocionando todos los bienes patrimoniales que tiene este cantón.

- Mediante nuestros resultados se pudo observar que no existe una influencia significativa entre los bienes muebles y la demanda turística del cantón Latacunga, para ello se debe tomar medidas que nos permita promocionar estos bienes de valor significativo, permitiendo conocer al turista el valor histórico, cultural y simbólico que tiene el cantón.
- Los resultados obtenidos en la comprobación de hipótesis, se puede observar que no existe influencia significativa entre los bienes inmuebles y la demanda turística del cantón Latacunga, sin embargo, las entidades pertinentes tratan de promocionar la riqueza cultural del cantón, pero primero se debe crear planes de conservación que nos permita mantener en perfecto cuidado estos bienes para poderlos difundir y promocionarlos de mejor manera al turista.
- En la investigación realizada se pudo comprobar que no existe influencia significativa entre los bienes arqueológicos y la demanda turística del cantón Latacunga, para ello se debe implementar estrategias que permita dar a conocer los vestigios arqueológicos que tiene el cantón Latacunga con la finalidad de difundirlo a turistas y habitantes locales, cuyo objetivo es dar a conocer el modo de vida de nuestros antepasados y los rituales que se practicaban en la época.

Conflicto de intereses

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

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, J. A., (2014). Conservación arquitectónica y Bogotá: una mirada crítica a los criterios de selección de bienes de interés cultural. *Revista de Derecho Privado*, (51), 1-33. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360033222016>
- Arenal Laza, Carmen. (2019). *Proceso de atención al cliente/consumidor/usuario*. Editorial Tutor Formación, ISBN 9788417943387. <https://www.lavanguardia.com/libros/libro/uf0036-gestion-de-la-atencion-al-cliente-consumidor-ed-2019-9788417943387>
- Berardi, A. (2015). *Motivación Laboral y Engagement*. Facultad de Ciencias Económicas. [Tesis de Grado], Universidad Fasta. Argentina. http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/882/2015_CP_006.pdf?sequence=1

- Damian, I. E., & Suárez-Barraza, M. F. (2015). Innovación de procesos en la gestión turística: Una revisión de la literatura. *Intangible Capital*, 11(1), 147-165.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80135/530-3166-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De San Eugenio Vela, J. (2012). Aproximaciones teóricas y conceptuales para una definición del estado del arte de la comunicación de los destinos turísticos. *Andamios*, 9(20), 211-236.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/anda/v9n20/v9n20a11.pdf>
- Del Barrio, J. C. (2009). Una revisión a la interpretación de la Pintura Moderna de Greenberg a través de los textos de la Vanguardia. *Espacio Tiempo y Forma. Serie VII, Historia del Arte*, (22-23).
<https://revistas.uned.es/index.php/ETFVII/article/view/1433/1328>
- Espinoza, J. R. I., & Vallejos, C. A. A. (2021). Calidad de servicio en instituciones privadas y públicas: Revisión sistemática. *Tzhoecoen*, 13(2), 84-93.
<https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/2002/2548>
- Francesch, A. (2004). Los conceptos del turismo. Una revisión y una respuesta. *Gaceta de Antropología*, 20, artículo 29. ISSN: 0214-7564
<http://dx.doi.org/10.30827/Digibug.7280>
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural [INPC]. (2011). *Guía de bienes culturales de Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
<https://downloads.arqueoecuatoriana.ec/ayhpwxgv/noticias/publicaciones/INPC-X-GuiaCotopaxi.pdf>
- Lleras, R., Quintero, M. D., Osorno, M., & Herrera, D. (2018). Parques, plazas y plazoletas: la construcción social de los espacios públicos en Bogotá. *Boletín de historia y antigüedades*, CV (867), 25-67. <https://academiahistoria.org.co/wp-content/uploads/2021/10/BHA-867.pdf>
- López, R. F., Alonso, J. A. V., & Silverio, A. Q. (2019). Una revisión crítica sobre modelos de predicción para la demanda turística. *TURYDES: Revista sobre Turismo y Desarrollo local sostenible*, 12(27), 3.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746111.pdf>
- Lusa, G. (2004). Técnica e ingeniería en España. I. El Renacimiento. *Quaderns d'història de l'enginyeria*. 2004, vol. 6.
https://www.raing.es/pdf/coleccion_tecnica_e_ingenieria/general_resenas_en_revistas/21.%20Quaderns%20SDL%20%20Lusa_0.pdf

- Shan, L. (2015). Influencia occidental en la arquitectura religiosa cristiana en China (siglos XVII-XIX): Una revisión de la teoría de la "traducibilidad de la arquitectura" de Liang-Sicheng (Doctoral dissertation, Universitat d'Alacant-Universidad de Alicante). <http://hdl.handle.net/10045/85192>
- Marchegiani, M., Reynoso, A., Ammirat, G., & Estévez, J. (2020). Las colecciones arqueológicas egipcias del Museo Etnográfico "Juan B. Ambrosetti": avances en su investigación. *Arqueología*, 85-110. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/8747/7602>
- Martínez Quintana, V. (2017). El turismo de naturaleza: un producto turístico sostenible. *Arbor*, 193 (785): a396. <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2017.785n3002>
- Ministerio Coordinador de Patrimonio. (2012). *Introducción al patrimonio cultural*. (A. Ortiz, Ed.) Quito: Noción. <https://amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/libro-introduccion-al-patrimonio-cultural.compressed-ilovepdf-compressed.pdf>
- Moral-Moral, M. (2021). La aplicación del neuromarketing al ámbito del turismo: Una revisión bibliográfica. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 429-442. <http://doi.org/10.15178/va.2021.154.e1359>
- Muñoz, C. W., & Tomay, J. M. (2020). *Influencia del tipo de yacimiento en la elección del método de explotación de la concesión Collapampa, Cajamarca, 2020*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/28864>
- Muriel, D. (2016). El modelo patrimonial: el patrimonio cultural como emergencia tardomoderna. *PASOS Revista de turismo y patrimonio cultural*, 14(1), 181-192. http://www.pasosonline.org/Publicados/14116/PS116_12.pdf
- Padrón-Ávila, H., & Hernández-Martín, R. (2017). Los puntos de interés turístico: Relevancia analítica, propuesta metodológica y caso de estudio. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 15(4), 979-1000. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88153351015>
- Sandoval-Guerrero, L. K. (2021). Patrimonio Cultural una alternativa para la dinamización de la economía: estudio de caso Ecuador. *Revista de Investigación Sigma*, 9(01), 73–84. <https://doi.org/10.24133/sigma.v9i01.2627>

Sammarchi, M., (2001). Situación actual del turismo en la Argentina. *Cuadernos de Turismo*, (8), 129-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39800808>

Viracocha, M., & Herrera, R. (2022). *Patrimonio Cultural Material y Demanda Turística, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Chimborazo
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9741>

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



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





Indexaciones



Cultura Puruhá: análisis del imaginario social de la población adulta joven del cantón Colta, Ecuador

Puruhá culture: analysis of the social imaginary of the young adult population of the Colta, Ecuador

- ¹ Edison Raúl Lomas Badillo  <https://orcid.org/0000-0001-7015-8952>
Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas,
Carrera de Comunicación, Riobamba, Ecuador.
rlomas@unach.edu.ec
- ² José Luis Guaranga Chafla  <https://orcid.org/0000-0001-8576-4293>
Universidad de Sevilla, Facultad de Comunicación, Sevilla, España.
joseluisguaranga7@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/02/2023

Revisado: 12/03/2023

Aceptado: 03/04/2023

Publicado: 10/05/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2556>

Cítese:

Lomas Badillo, E. R., & Guaranga Chafla, J. L. (2023). Cultura Puruhá: análisis del imaginario social de la población adulta joven del cantón Colta, Ecuador. *ConcienciaDigital*, 6(2), 137-154. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2556>



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

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

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:**

Comunicación,
cultura,
imaginario
social, Puruhá,
Ecuador.

Keywords:

communication,
culture, social
imaginary,
Puruhá,
Ecuador.

Resumen

Introducción: la Cultura Puruhá (CP) es una etnia indígena que actualmente habita en la provincia de Chimborazo con amplia cultura y tradición. El imaginario social de la población del cantón Colta (lugar con amplio asentamiento de la Cultura Puruhá), puede incidir fuertemente en la preservación de las costumbres y tradiciones de este pueblo. **Objetivos:** el objetivo de esta investigación es: a) describir brevemente los principales rasgos de la CP y b) realizar un análisis del imaginario social y sus implicaciones en los cambios de la CP. **Metodología:** Estudio no experimental realizado en grupos focales y 384 adultos de entre 17 a 30 años del cantón Colta provincia de Chimborazo. Se encontró que el 72% considera que existe discriminación hacia su vestimenta. 50,59% se comunica en castellano en el ámbito del cantón Colta. 95% considera que las personas Kechwa hablantes son discriminadas por el hecho de hablar esta lengua. **Resultados:** Finalmente, el 57,81% practica la religión evangélica, 97% no rinde cultos hacia elementos de la naturaleza. **Conclusiones:** Se concluye que existen profundos cambios en la CP, los cuales podrían afectar a la identidad de este pueblo y aumentar en magnitud con el paso del tiempo. **Área de estudio general:** Comunicación. **Área de estudio específica:** Etnográfico.

Abstract

Introduction: The Puruhá Culture (CP) is an Indigenous ethnic group that currently lives in the province of Chimborazo with a wide culture and tradition. The social imaginary of the population of the Colta canton (a place with a large settlement of the CP) can strongly influence the preservation of the customs and traditions of this town. **Objective:** The objective of this research is: a) to briefly describe the major features of PC and b) to conduct an analysis of the social imaginary and its implications for changes in PC. **Methodology:** Non-experimental study conducted in focus groups and 384 adults between 17 and 30 years of the Colta city, Chimborazo province. It was found that 72% consider that there is discrimination towards their clothing. 50.59% communicate in Spanish within the Colta city. 95% consider that Kechwa speaking people are discriminated against for speaking this language. **Results:** Finally, 57.81% practice the evangelical religion, 97% do not worship elements of nature. **Conclusions:** It is concluded that

there are profound changes in the CP, which could affect the identity of this people and increase in magnitude with the passage of time. **General study area:** Communication. **Specific area of study:** Ethnographic.

Introducción

El Ecuador es un país multicultural y pluriétnico, donde cada pueblo responde a características propias de una cultura que los diferencia e identifica (Harris, 2001).

Una de sus principales etnias es la Cultura Puruha (CP), cuyos orígenes se atribuye a desplazamientos migratorios provenientes de la Amazonía debido a cataclismos que los obligaron a atravesar la Cordillera Central para llegar al callejón interandino, en donde se agruparon en pequeños grupos familiares denominados ayllus para luego constituirse en parcialidades y comunidades reconocida como Puruhuayas (Costales, 1972).

Jijón & Camaño (2004, citado por Ortiz, 2005), destaca que la nación Puruhá, fueron etnias numerosas de indígenas que ocuparon lo que en la actualidad son las provincias de Chimborazo, Bolívar, Tungurahua y parte de Cotopaxi, pueblo milenario asentado hoy en día en el cantón “Colta”, provincia de “Chimborazo”.

Los Puruháes tienen peculiares características que los identifican como una cultura simbólicamente representativa, con costumbres y creencias religiosas vinculadas a la “Pachamama” o “Madre Tierra”, vestimenta peculiar, en especial la de sus mujeres y el kechwa como lengua materna (Freire, 2005).

La cultura Puruhá se desarrolló en el Periodo de Integración entre los años 500 d. C a 1500 d. C. En la actualidad, existen estudios recientes realizados en el cerro Collay, Riobamba, que citan que la cronología de esta cultura data, entre finales del periodo Formativo Tardío 700 a. C. e inicios del periodo de Desarrollo Regional, 500 d. C. (Carretero & Samaniego, 2017 citado en Vallejo et al., 2018, p. 6)

Dentro de la lingüística, existen estudios que consideran a la lengua Puruhá la combinación de expresiones de diferentes culturas, en su mayoría procedentes de la Amazonía ecuatoriana, postura defendida por Pérez (1969), “en la traducción de topónimos y antropónimos Puruháes aparecen, como dominantes, la Jíbara y la de los Colorados” (p. 116).

En cuanto a la vestimenta Freire (1998), afirma “los curas doctrineros de la Colonia refieren que los vestidos de los indios eran sencillos, consistían en largas camisetas hechas de hilo de cabuya, algodón o lana. Las piernas iban desnudas y los pies descalzos” (p. 74).

Rizo (2011), indica que la cultura es un término difuso y familiar, que define varias instancias, desde lo intangible, hasta grupos y convenciones sociales. Kottak (2011, citado en Vallejo et al., 2018), indica que la cultura tiene sus orígenes en los ancestros, cuando adquieren la habilidad de dar utilidad y significado a objetos o eventos. Taylor (2006), señala que las costumbres, prácticas, rituales, vestimenta, idioma, normas de comportamiento entre otros, forman parte del concepto de cultura, mismo que se encuentra en un ciclo poderosamente cambiante a consecuencia de la adopción de nuevos componentes e influencia a su vez de otras culturas entendiendo este término como cultura o civilización, en sentido etnográfico amplio, es ese todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, el derecho, las costumbres y cualquier otro hábito y capacidad adquirido por el hombre en cuanto miembro de una sociedad.

Por otro lado, el imaginario social es el entendimiento de múltiples dimensiones (formativas, educativas, conflictivas o artísticas) de una población, además abre los espacios en los cuales se inscriben las acciones y concepciones de los sujetos (Agudelo, 2011). En este trabajo, se analiza el imaginario social contemporáneo de adultos jóvenes de la Cultura Puruhá (CP) como factor contribuyente de la transculturización o adopción de nuevas características culturales de la población de Colta, provincia de Chimborazo.

El imaginario cultural alude al pasado de la humanidad, desde las manifestaciones sociales representadas en arquetipos expresados en las mitologías de todos los pueblos y épocas (Barrera, 2013).

Sánchez (2009) lo define como:

Aquel reducto trascendental y transhistórico en el que se va depositando el conjunto de vivencias y experiencias del quehacer humano a lo largo de su historia, el saber cultural de la especie, en definitiva, los arquetipos que dotaron de direccionalidad al sentido profundo de formas sociales ya extinguidas y desaparecidas y que perviven en estado potencial como soporte básico de toda creación psicosocial. (p. 3)

De esta manera, se aprecia que los rasgos de la CP se han transformado debido a factores externos, como las oleadas migratorias, la globalización y el flujo de información en las generaciones más jóvenes, que han generado una transculturación, o fenómeno social donde se adoptan y reciben elementos culturales provenientes de otros grupos. Los medios de comunicación pueden influir poderosamente en la transculturación al ser un

sistema abierto de interacciones, inscritas en un contexto determinado (Rizo, 2011). Juegan un papel muy importante en la diseminación de aspectos culturales, en la influencia de la opinión pública y el cambio en el imaginario social de las colectividades.

Además, las nuevas tecnologías han jugado un rol trascendental generando múltiples identidades, a través, de la difusión masiva de elementos simbólicos en la CP, generando importantes y radicales cambios, por ejemplo, apreciados en la vestimenta y el lenguaje. Sin embargo, no existen documentos científicos con alto rigor que describan las características de la CP en la actualidad y que a su vez analicen las transformaciones a las cuales esta cultura ha sido inmersa, producto del imaginario social de los coltenses. En este sentido, se debe reconocer la importancia de la génesis cultural de los pueblos, valorando su identidad, forjado en un entorno determinado y compuesto por tradiciones, valores, símbolos, modos de vida y creencias.

Por lo mencionado anteriormente, se han planteado dos objetivos en esta investigación: a) Describir brevemente las características de la CP y b) analizar las transformaciones a las cuales este pueblo ha llegado por medio del imaginario social de la población adulta de Colta.

Metodología

Se llevó a cabo un estudio no experimental con apoyo documental retrospectivo basándose en el imaginario social de la población adulta de Colta como variable dependiente y la transformación de la cultura Puruhá como variable independiente.

Se realizó un cálculo muestral con el 95% de confiabilidad, tomando como referencia el tamaño poblacional del cantón Colta (9401 habitantes de entre 17 a 30 años, datos según el censo nacional del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), obteniendo un tamaño muestral de 384 adultos jóvenes. Del total de la muestra calculada se repartió el total en base a las parroquias del cantón Colta y el número de sus habitantes de la siguiente manera: Villa la Unión Real: 139 encuestas, Columbre: 135 encuestas, Santiago de Quito: 45 encuestas, Juan de Velasco: 34 encuestas, Villa la Unión Urbana: 20 encuestas y Cañari: 8 encuestas. Se encuestó a los adultos de ambos sexos que cumplieran con el rango de edad establecido para esta investigación y que brindaban su consentimiento informado para formar parte de esta.

La investigación fue dividida en dos segmentos en base a los objetivos planteados:

a) Descripción de las características de la CP y b) Analizar las transformaciones a las cuales este pueblo ha llegado por medio del imaginario social de la población adulta de Colta.

Para el primer objetivo se utilizó la técnica de la entrevista a través, de una conversación con personajes claves de la investigación (grupo focal) utilizando como instrumento la guía de entrevista elaborada para este fin en particular. Para el segundo objetivo específico se utilizó la técnica de la encuesta la cual permitió cuantificar los resultados obtenidos mediante la aplicación de un cuestionario de preguntas cerradas a la muestra establecida.

Todos los datos fueron tomados por personal calificado, además se hizo uso de las siguientes consideraciones éticas para el desarrollo de esta investigación: Se realizó un acercamiento con los dirigentes de las comunidades, explicando los objetivos y fines de esta investigación, se realizó la firma de consentimiento informado a todas las personas encuestadas con el fin de que brinden su autorización para formar parte de este estudio.

El análisis estadístico fue realizado en el paquete estadístico STATA en su versión 14.0 (13) previo a la elaboración de una base de datos en el programa Microsoft Excel. Los datos estadísticos fueron presentados en números y porcentaje para variables cualitativas y en número, desviación estándar, mínimo y máximo en variables cuantitativas. El análisis estadístico de las variables fue realizado mediante un análisis de concordancia KAPPA entre todas las respuestas cualitativas de los informantes que participaron en esta investigación.

Resultados y Discusión

Descripción de las características de la cultura Puruhá

Como se ha mencionado anteriormente, el cantón Colta es en la actualidad el sitio geográfico de asentamiento de la CP, por lo cual, los investigadores del presente documento se basaron en los datos inherentes a este espacio físico para realizar la descripción de la CP.

Se inicia la presentación de resultados a través de una tabla inicial de las características generales de la CP, se presentan los resultados de esta investigación en la Tabla 1 donde se puede encontrar una síntesis de las características generales de la cultura Puruhá, a saber: datos geográficos como extensión del espacio físico y límites del cantón Colta, seguido de datos sociodemográficos como población total, distribución de la población por etnias, idioma y religión, finalmente se realiza una síntesis de las festividades importantes de la CP, así como de sus principales costumbres.

Tabla 1
Características generales de la cultura Puruhá y del cantón Colta

Nombre del cantón	Superficie total	Límites
Colta, cantón con mayor asentamiento de habitantes de la cultura Puruhá	829 Km ²	Al norte y este con el cantón Riobamba, al sur Pallatanga y Guamote, y al oeste la provincia de Bolívar
	Población total	Distribución por etnias
	44.971 habitantes	87,38% indígenas 12,22% mestizos 0,24 % afroecuatorianos, blancos y otros
	Idioma oficial	Religión predominante
	Kichwa	Protestante evangélico Católico
	Festividades importantes	Principales costumbres
	Carnaval	
	Pawkar Raimy: fiesta del florecimiento	<i>Salud.</i> Basado en la medicina ancestral Los Yachak, parteros y curanderos encargados de cuidar la salud con plantas y animales.
	Mushuk Nina: inicio del año nuevo, 21 de marzo	<i>Matrimonio.</i> Japitucui o inicio, el novio ofrece regalos a familiares de la novia. Hullai, la novia comunica la fecha del matrimonio y los invita. <i>Bautismo.</i> Elección del marcaj yaya (padrino) y marcaj mama (madrina) al momento de tener un hijo, quienes deberán ser ejemplo del recién nacido. <i>Ritual fúnebre.</i> El difunto es vestido con sus mejores prendas acompañado de joyas, lo velan por dos días en hogares o iglesias, sus familiares visten prendas de color oscuro como señal de dolor y lo entierran en el cementerio del cantón.
	Personajes festivos y aborígenes: Kulta	
	Tukushka y la Warmi Tukushka, líderes con sabios.	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010)

Principales cambios identificados en la CP a raíz del imaginario social de su población

Basándose en los datos proporcionados por el grupo focal, se elaboró una síntesis de los principales cambios identificados en la CP, enfocados sobre todo en tres aspectos: Vestimenta, lenguaje, religión y cambios presentados en las costumbres y tradiciones de estos.

Las respuestas encontradas se agruparon en función de conceptos equivalentes o sinónimos, el índice de concordancia realizado por los clasificadores fue alto ($\kappa = 0,85$) (tabla 2). Se puede concluir que los cambios que se han producido en la CP a través del tiempo han sido notorios, pero, sobre todo, los cambios son constantes y continuarán produciéndose, tal y como se señala en la columna de la tabla “tendencias de las características en tiempo actuales-futuros”.

Tabla 2

Comparación cronológica de la vestimenta, lenguaje y religión de la cultura Puruhá

Características de la vestimenta en tiempos pasados	Características de la vestimenta en tiempos actuales	Tendencias de las características de la vestimenta en tiempos actuales – futuros
Hombres: Túnica simple o camisa blanca y pies descalzos	Túnica o camisa blanca, acompañado de poncho color rojo con rayas negras, el rojo significa la sangre derramada por sus indígenas guerreros y el negro el luto por su muerte; pantalón blanco que cubre hasta por debajo de las rodillas, un sombrero del mismo color de lana de oveja y alpargatas.	El 70%, de la población mantiene la vestimenta tradicional. El 30% ha modificado su indumentaria con pantalones tipo jean, camisetas, calzado distinto a la alpargata (zapatillas deportivas, botas de caucho, zapatos de cuero o sintéticos más formales) y gorras deportivas.
Mujeres: Camisón largo y pies descalzos	Blusa blanca con bordados alrededor del cuello y mangas, bayeta roja que se usa sobre los hombros sujeta con un prendedor (tupo), collares rojos, anaco negro sujeta en la cintura por el chumbi (faja) y alpargatas	Vestimenta tradicional se conservada en mayor proporción con respecto a los hombres
Características del lenguaje en tiempos pasados	Características del lenguaje en tiempos actuales	Tendencias de las características del lenguaje en tiempos actuales - futuros

Tabla 2

Comparación cronológica de la vestimenta, lenguaje y religión de la cultura Puruhá (continuación)

Características de la vestimenta en tiempos pasados	Características de la vestimenta en tiempos actuales	Tendencias de las características de la vestimenta en tiempos actuales – futuros
Lengua Puruhay	Lengua Kechwa mayormente estructurada y combinación con español	La población infantil y joven refleja poco uso de la lengua kexhwa, la cual se encuentra cada vez más desplazada por el español
Características de la religión en tiempos pasados	Características de la religión en tiempos actuales	Tendencias de las características del lenguaje en tiempos actuales - futuros
Adoración a montañas, nevados, astros como el sol y la luna	Catolicismo 40% y evangélicos protestantes 60%	Predominio de la religión evangélica

Basándose en los resultados del primer objetivo de esta investigación, es decir de la identificación de las principales características de la CP, se obtuvo los resultados de distintas preguntas realizadas en base al análisis del imaginario social de la población de los tres aspectos focales en los cuales este documento quiere realizar especial énfasis: la vestimenta, el lenguaje y la religión, de esta manera se encontró que el 60,68% de los encuestados considera que la vestimenta Puruhá aún se conserva, mientras que el 42% de los encuestados considera que existe discriminación hacia dicha vestimenta.

En el caso del lenguaje: el 50,59% de la población se comunica en español en el ámbito del cantón Colta, mientras que el 51% de los encuestados se comunica dentro de su núcleo familiar con el kichwa-español. El 95% de los encuestados considera que las personas kechwa hablantes son discriminadas por el hecho de hablar esta lengua.

Finalmente, el 57,81% practica la religión evangélica. El 97% no rinde cultos hacia elementos de la naturaleza como nevados, astros y similares, el mismo porcentaje de evaluados considera que estos cultos no realizan solamente personas anticuadas.

Tabla 3

Percepción de la población sobre ejes característicos de la cultura Puruhá, análisis desde el imaginario social

Vestimenta		
Pregunta	Opciones de respuesta	Resultado (%)
¿Considera que se mantiene la vestimenta indígena Puruhá?	Nunca	8,85%
	Rara vez	60,68
	Siempre	30,47
¿Piensa que existe discriminación hacia la vestimenta indígena Puruhá	Si	72,00
	No	28,00
Lenguaje		
Pregunta	Opciones de respuesta	Resultado (%)
¿Qué idioma utiliza más para comunicarse con los habitantes de Colta?	Kichwa	41,41
	Español	58,59
¿Qué idioma utiliza para comunicarse dentro de su núcleo familiar?	Kichwa	13,80
	Español	35,20
	Kichwa-español	51,00
¿Considera usted que existe discriminación hacia las personas Kichwa?	Si	95,00
	No	5,00
Religión		
Pregunta	Opciones de respuesta	Resultado (%)
¿Cuál es la religión que usted profesa?	Católica	41,15
	Evangélica	57,81
	Otra	1,04
Adora usted a astros, nevados u otros elementos de la naturaleza "Pachamama"	Si	3,00
	No	97,00
¿Considera usted que una persona que rinda culto a elementos de la naturaleza es anticuada?	Si	97,00
	No	3,00

Finalmente, se muestran los resultados de distintas preguntas realizadas a la muestra poblacional sobre identidad y preservación de la CP en un análisis realizado desde el imaginario social (Tabla 4) Se encontró que el 78,13% de la población conoce “poco” sobre el origen de la CP, y el 57% de dicha población se siente medianamente identificado con la CP.

El carnaval fue la festividad de mayor participación con un 46%, mientras que el 57% de la población admite que la identidad Puruhá se ha perdido “poco” en la actualidad enfatizando que la característica cultural que más ha sufrido cambios ha sido la vestimenta con un 45% de acuerdo entre la población encuestada.

La población concuerda en un 62% que el mayor factor influyente para la pérdida de identidad cultural es la migración, sin embargo un importante número (38%) concuerda que la causa serían los medios de comunicación.

Tabla 4

Percepción de la identidad y preservación de la cultura Puruhá, análisis desde el imaginario social de la población adulta joven

Pregunta	Opciones de respuesta	Resultado (%)
¿Conoce el origen de la cultura Puruhá?	Nada	11,98
	Poco	78,13
	Mucho	9,90
¿En qué medida se siente identificado con la cultura Puruhá?	No identificado	17,97
	Medianamente identificado	57,03
	Altamente identificado	25,00
Señale las festividades donde usted más ha participado	Carnaval	46,00
	Pawkar Raymi	22,00
	Mushuk Nina	4,10
	Koya Raymi	5,00
	KapakRaymi	7,00
	Inti Raymi	13,00
	Ninguna	5,00
¿En qué medida considera que en la actualidad se ha perdido la identidad Puruhá?	Nada	3,00
	Poco	57,00
	Mucho	40,00
¿En qué ámbito considera usted que más se ha perdido la identidad Puruha?	Vestimenta	45,00
	Tradiciones	31,00
	Idioma	15,00
	Festividades culturales	4,00
	Música	5,00
Señale el factor que considere más influyente en la pérdida de identidad Puruha	Migración	62,00
	Medios de comunicación	38,00

Tabla 4

Percepción de la identidad y preservación de la cultura Puruhá, análisis desde el imaginario social de la población adulta joven (continuación)

Pregunta	Opciones de respuesta	Resultado (%)
¿En qué medida considera que los medios de comunicación fomentan la cultura Puruha?	Nada	7,00
	Poco	69,00
	Mucho	25,00

La investigación se basó en las teorías de la comunicación, definida por Díaz (2012) como: aquellas que se encargan de esquematizar y dar un modelo que nos indique cuál es la manera en la que se llevan a cabo los actos comunicativos, así como sus efectos en cuanto al tiempo y al espacio dentro de un ámbito social. Cabe recalcar que para el primer objetivo se teorizó con Miller (2011), quien determina las características de la cultura: “no es naturaleza, es aprendida, se asienta en símbolos, es considerado un todo integrado e interactúan y cambian”, viendo así las principales características de la CP, como una totalidad compuesta por los distintos elementos que se organizan en la vida cotidiana. De la misma manera, se comparte el criterio de Kottak (2011, citado en Vallejo et al., 2018), en cuanto al significado que producen los grupos humanos sobre los símbolos.

Se ha visto escaso el mantenimiento de la vestimenta, por ejemplo en tiempos aborígenes los hombres de la CP llevaban su cabello largo, su indumentaria tradicional era confeccionada con fibra de cabuya previamente tratada y lana de llama, llevaban camisones largos negro con rayas rojas o blancas para cubrirse, esta vestimenta típica de la CP se ha visto modificada por la clara incidencia de otras culturas, así vemos cómo la presencia Incaica, la llegada española, el pasar de los años, la migración tanto de campo a ciudad como nacional e internacional ha deteriorado, viendo su presencia en algunas festividades o eventos, por ejemplo de carácter fúnebre. La discusión del sincretismo en distintos ámbitos es fuerte y la población señala que absorbe gran parte de su cultura y es una circunstancia con la que han aprendido a vivir con los años, pero que no deja de molestarlos por la mayor incidencia que provoca, sobre todo en las generaciones jóvenes. La vestimenta de origen occidental cada vez resulta común verla en la población de Colta. El aspecto discriminatorio es importante, pues se puede apreciar que resulta fundamental en ellos. Un 72% se siente juzgado si viste de acuerdo con su herencia Puruhá, y un 60,68% señala que ya no es frecuente ver a gente con aquella vestimenta. Si se extrapolan estos resultados y se intuye lo que pueda ocurrir a futuro, ciertamente el ámbito de la vestimenta Puruhá va a perderse con el paso de los tiempos, para pasar a afianzar la vestimenta occidental.

El Kichwa, idioma oficial de la CP también se ha visto inmerso en una transformación del Kichwa al Castellano, con una caracterización bilingüe (Kichwa-español), misma que

es utilizada por jóvenes y adultos en su mayoría del cantón Colta. Los pocos registros históricos hablan del puruhay como el lenguaje utilizado en la época de los ayllus y de los shirys. Freire (2005), sostiene que “el puruhuay se habló en el territorio de Chimborazo incluso durante la colonia, de acuerdo con los testimonios de los curas doctrineros”. Es importante señalar el hecho de la discriminación por el uso del Kechwa en la cotidianeidad, pues el efecto psicológico que produce es alto, lo cual genera distintas reacciones que afianzan el mayor uso del español, en detrimento de su idioma originario. El hecho de que un 95% se sienta discriminado y que evite hablar en Kechwa, incluso en relaciones familiares o de amigos es importante destacarlo, pues se puede notar la tendencia a dejar de lado su idioma para acoplarse a las circunstancias de culturas que los impregnan.

Además, es necesario indicar las diferentes teorías de la comunicación enmarcadas en el enfoque de los medios, cultura y sociedad con el objetivo de comprender los parámetros culturales, sociales y comunicativos planteados, a partir de la evolución de la cultura Puruhá en el imaginario social de los habitantes de Colta, para analizar el segundo objetivo.

Eco (2000), menciona que la semiótica estudia todos los procesos culturales como procesos de comunicación debido a que los mismos solo pueden existir en base a un sistema de significación. Lo expuesto por Eco, sugiere estudiar y entender a la cultura desde lo semiótico, debido a que no puede existir una sociedad sin un sistema de comunicación que lo estructure y que a su vez esté compuesto por signos y códigos comunes para su población. La semiología podría explicar fenómenos como la vestimenta propia de la CP, que lleva consigo la dolorosa herencia de un pueblo históricamente discriminado.

La CP fue considerada una cultura politeísta por su clara adoración a los astros, montes o nevados como el Chimborazo y el Tungurahua, a las pacarinas o lugares que estaban en peñascos en los que se notaba alguna sombra semejante a una figura humana, así como también a dioses tutelares, representados en piedra, hueso o barro. En este contexto de adoración Haro (1997), afirma “los Puruháes veneraban un ídolo de piedra que representaba un mono, dios de la lluvia invocado a favor de esta región muy seca” (p. 96). Además, como muestra de agradecimiento y para evitar el enfado de sus dioses practicaban el sacrificio de doncellas vírgenes, quienes en su mayoría eran hijas de los caciques, así como también el sacrificio de animales. Los puruháes al estar inmersos en continuas batallas vieron necesaria la edificación de un templo para adorar al dios de la guerra, ilustrado en una cabeza humana hecha de barro, al que alimentaban con la sangre de los esclavos.

Pese a que en la actualidad la religión católica tiene una alta prevalencia en la población ecuatoriana, la influencia del catolicismo disminuyó en la época liberal (1896), lo que

provocó en el país la creación de varias sectas religiosas, entre ellas el protestantismo evangélico, que llega al cantón Colta hace más de 50 años con la visita de misioneros americanos, quienes implantaron una nueva ideología basada en la importancia de Cristo y de su teología.

Los misioneros americanos en Colta además implantaron un nuevo estilo de vida, acabando con las festividades religiosas de larga duración y con el desgaste económico que suponía, lo cual podría suponer un avance. Vemos así como la religión también ha sufrido una transformación, viendo los resultados de las encuestas con un alto porcentaje de población evangelista, seguido por el catolicismo. Cabe señalar que el aspecto religioso es muy importante para la población del Cantón Colta, no existe escepticismo o cuestionamientos a la religión y se transmite de una generación a otra, como parte del ámbito cultural. Un 1,04% de la población indica que se considera de otra religión, pero no se menciona el ateísmo. Además, un 97% indica que le resulta anticuado el hecho de adorar a elementos de la naturaleza, pero no piensan lo mismo de los dioses de la religión católica o evangélica, por lo que se puede intuir que no existen controversias en este sentido, sino que todos sienten un apego profundo por la fe religiosa.

Taylor (2006), conceptualiza al imaginario social como la representación mental que tienen las personas en base a su existencia social que abarca: el tipo de relaciones, cultura, expectativas e ideas normativas implantadas en la sociedad. En este ámbito, los imaginarios sociales mantienen esa capacidad de intervenir en las distintas estructuras sociales conformadas de relaciones individuales y grupales, por tanto, las instituciones mantienen establecidas el sistema gubernamental, religioso y político como leyes que regulan la existencia habitual y que justifican un orden social. La población de Colta señala que, aunque existen circunstancias atenuantes, la identidad Puruhá no se ha perdido del todo, sobre todo creen que se mantiene vigente en las festividades culturales, pues solo un 4% cree que los cambios culturales y el imaginario social han incidido sobre ello. Finalmente, cabe señalar que un 38% de la población de Colta tiene claro que los medios de comunicación pueden ser parte causante de su pérdida de identidad, por distintos factores que van desde campañas publicitarias que muestran imaginarios sociales a los que la población anhela llegar, como cuestiones mucho más inconscientes, como el consumo de programación diaria o la lectura de periódicos, que indirectamente plasman visiones que no concuerdan con su identidad y que pueden generarles afectaciones en su modo de percibirse.

Conclusiones

- Mediante esta investigación se observan cambios significativos en la CP en cuatro ámbitos importantes: vestimenta, lenguaje, religión, costumbres y tradiciones de los pobladores, viendo una evolución con una clara incidencia de otras culturas ajenas a la CP, ya sea por la llegada de personas a invadir territorio o por la

migración de los habitantes así vemos que la vestimenta ha cambiado en jóvenes y adultos. También en el lenguaje las personas hablan castellano, sobre el kichwa siendo este el idioma oficial de la CP además cabe recalcar que un 95% creen que los habitantes de habla kichwa son discriminados por hablar este idioma. La religión también es una característica importante que ha sufrido un cambio, donde el 97% de habitantes quienes niegan y hacen a un lado la tradicional creencia de la adoración a nevados y montañas, donde la mayoría de habitantes practica el protestantismo evangélico y catolicismo.

- En el imaginario social de la población joven y adulta de la CP se ve una evidente evolución e inclusión de culturas ajenas a la suya, por el conocimiento de nuevos territorios y personas. Además de la falta de aceptación y discriminación de otras culturas por no ser parte de esta que pertenecen, por ejemplo frente al idioma, al no hablar un idioma “universal” la discriminación es notoria. Esta discriminación impulsa a las personas a relacionarse con culturas masivas donde se acercan a espacios, ya sean de trabajo o sociales, así como vestimenta, lengua y religión para estar más acorde al nuevo siglo.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias Bibliográficas

Agudelo, P. A. (2011). Deshilvanar el sentido los juegos de Penélope Una revisión del concepto imaginario y sus implicaciones sociales. *Uni-pluri/versidad 11(3)*, 1-18. Universidad de Antioquia. Medellín. Col. Versión Digital.
<https://onx.la/56cef>

Barrera Luna, R. (2013). El concepto de la Cultura: definiciones, debates y usos sociales. *Revista de Claseshistoria, Publicación digital de Historia y Ciencias Sociales, Artículo 343, ISSN 1989-4988*.
<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5173324.pdf>

Costales, A. (1972). *Historia de Riobamba y su Provincia*. Quito: Ediciones Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión Núcleo de Chimborazo”.
https://biblioteca.casadelacultura.gob.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10589&query_desc=su%3A%7BRiobamba%20Chimborazo%2C%20Ecuador%7D

Díaz, L. (2012). “*Teorías de la comunicación*”. Tlalnepantla, México: Editorial Red Tercer Milenio S.C.

https://www.academia.edu/33804300/Teor%C3%ADas_de_la_comunicaci%C3%B3n LORENA EILIANA DIAZ CASTRO

Eco, U. (2000). *Tratado de semiótica general*, Barcelona, España.

http://fba.unlp.edu.ar/lenguajemm/?wpfb_dl=17

Freire, C. (1998). *Origen de los Puruhaes I*. Riobamba-Ecuador. Colección 100 Joyas para Leer. <https://isbn.cloud/9789978352038/origen-de-los-puruhaes/>

Freire, C. (2005). *Origen de los Puruhaes II*. Riobamba-Ecuador. Colección 100 Joyas para Leer. <https://biblioteca.casadelacultura.gob.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15135>

Haro Alvear, S. (1997). *Puruhá Nación Guerrera*. Quito, Ecuador, Editorial Nacional.

<https://repositoriointerculturalidad.ec/xmlui/handle/123456789/37809>

Harris, M. (2001). *Antropología Cultural*. Madrid, España, Alianza Editorial S.A.

<https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/harris-marvin-antropologiacultural.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). *Censo de Población y Viviendas 2010*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Miller, B. (2011) *Antropología cultural*. Madrid, España. Ediciones: Pearson Educación S.A.

https://aulasvirtuales.uniquindio.edu.co/RecDigital/Genero_DiversidadFamiliar/recursos/u1/Antropolog%C3%ADa_Cultural.pdf

Ortiz, C. (2005). *La antigua villa de Riobamba*. Riobamba, Ecuador. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión Núcleo de Chimborazo”

<https://centroseditorial.com/index.php/revista/article/download/285/642>

Pérez, A. (1969). *Los Puruhuayes*, Quito, Ecuador. Ediciones Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión Núcleo de Chimborazo”.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4860/1/UNACH-EC-FCP-COM-SOC-2018-0014.pdf>

Rizo García, M. (2011). Reseña de "Teoría de la comunicación humana" de Paul Watzlawick. *Razón y Palabra* (75), febrero - abril, Universidad de los Hemisferios, Quito, Ecuador.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199518706028>

- Sánchez Capdequí, C. (2009). El imaginario cultural como instrumento de análisis social. *Agenda Cultural Alma Máter*, (151).
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/almamater/article/view/1800>
- Taylor, C. (2006) *Imaginarios sociales modernos*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A. <https://n9.cl/xscvi>
- Vallejo, J., Samaniego, M., & Ibarra, J. (2018). Diseño experimental de sistemas modulares en base a la iconografía de la cerámica puruhá. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (6), 5-26.
<https://chakinan.unach.edu.ec/index.php/chakinan/article/view/214/152>

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



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



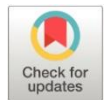
Indexaciones



Determinación de las propiedades mecánicas de la lámina para pista atlética a partir de caucho reciclado utilizando poliuretano

Determination of the mechanical properties of the film for athletic track from recycled rubber using polyurethane

- ¹ Alejandra Marlene Lascano Moreta
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
am.lascano@uta.edu.ec  <https://orcid.org/0000-0001-9981-0473>
- ² Diego Andrés Llerena Pico
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
dllerena5438@uta.edu.ec  <https://orcid.org/0009-0006-5521-6695>
- ³ Segundo Manuel Espín Lagos
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
sespin@uta.edu.ec  <https://orcid.org/0000-0001-8049-452X>
- ⁴ Diego Rafael Freire Romero
Harbert International Establishment S de RL, Ecuador
freired@harbert.com.ec  <https://orcid.org/0009-0004-3439-2572>
- ⁵ Fernanda Patricia Guamanquispe Vaca
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
fguamanquispe8596@uta.edu.ec  <https://orcid.org/0000-0002-8830-138X>



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/02/2023

Revisado: 13/03/2023

Aceptado: 10/04/2023

Publicado: 19/05/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2557>

Cítese:

Lascano Moreta, A. M., Llerena Pico, D. A., Espín Lagos, S. M., Freire Romero, D. R., & Guamanquispe Vaca, F. P. (2023). Determinación de las propiedades mecánicas de la lámina para pista atlética a partir de caucho reciclado utilizando poliuretano. *ConcienciaDigital*, 6(2), 155-173. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2557>



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

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: caucho reciclado, fracción volumétrica, láminas de caucho reciclado, neumáticos, poliuretano.

Resumen

Introducción: la contaminación ambiental causada por las llantas en desuso, la constante fabricación de llantas y la dificultad para desecharlas después de ser usadas, constituye uno de los problemas medioambientales más serios de los últimos años en el mundo, por la cual se hace urgente contrarrestarla mediante el reciclaje, insertando en el mercado como láminas a partir del caucho reciclado para pistas atléticas, que además de aprovechar el material reciclable de las llantas convencionales trae consigo muchos beneficios ambientales. Se trabajó bajo las condiciones establecidas en la normativa ASTM D3039 para las propiedades mecánicas de tracción, ASTM D695-15 para compresión y ASTM D2240-05 para dureza. **Objetivos:** determinar las propiedades mecánicas de la lámina para pista atlética a partir de caucho reciclado utilizando poliuretano. **Metodología:** en el presente trabajo experimental la población a considerar fueron las probetas del material compuesto conformado con poliuretano y partículas de caucho reciclado a distintas variaciones. **Resultados:** se planteó la investigación basando en la utilización de partículas de caucho reciclado y poliuretano a distintas fracciones volumétricas que van desde 70 % de poliuretano y 30 % de partículas de caucho, 60 % poliuretano y 40 % partículas de caucho, 50 % de poliuretano y 50 % de partículas de caucho, con un tamaño granulométrico de 0,05 mm a 1 mm, dando como resultado la fracción volumétrica con mejores propiedades mecánicas la que está constituida por 70 % Poliuretano y 30% de partículas de caucho, esto debido a que las dimensiones de las partículas de caucho tienen el tamaño adecuado y la cantidad necesaria para adherirse de mejor manera al poliuretano, alcanzando un rendimiento óptimo y mejorando los resultados obtenidos en esta fracción. **Conclusiones:** el material obtenido con fracciones volumétricas del 70 % matriz polimérica y 30 % de refuerzo con partículas de caucho reciclado proporcionaron un mejor comportamiento a compresión, tracción y dureza. **Área de estudio general:** materiales. **Área de estudio específica:** polímeros.

Keywords:

recycled rubber, volume fraction,

Abstract

Introduction: the environmental pollution caused by tires in disuse, the constant manufacture of tires and the difficulty to dispose of them after being used, constitutes one of the most serious

recycled rubber
sheets, tires,
polyurethane.

environmental problems of recent years in the world, for which it is urgent to counteract it through recycling, inserting in the market as sheets from recycled rubber for athletic tracks, that in addition to taking advantage of the recyclable material of conventional tires brings with it many environmental benefits. We worked under the conditions established in ASTM D3039 for mechanical tensile properties, ASTM D695-15 for compression and ASTM D2240-05 for hardness. **Objectives:** to determine the mechanical properties of the sheet for athletic track from recycled rubber using polyurethane. **Methodology:** in the present experimental work the population to be considered were the specimens of the composite material formed with polyurethane and particles of recycled rubber to different variations. **Results:** the research was based on the use of recycled rubber and polyurethane particles at different volumetric fractions ranging from 70 % polyurethane and 30 % rubber particles, 60 % polyurethane and 40 % rubber particles, 50 % polyurethane and 50 % rubber particles, with a granulometric size of 0.05 mm to 1 mm, resulting in the volumetric fraction with better mechanical properties which is constituted by 70% Polyurethane and 30% rubber particles, this because the dimensions of the rubber particles have the right size and the necessary amount to adhere better to the polyurethane, reaching optimal performance and improving the results obtained in this fraction. **Conclusions:** the material obtained with volumetric fractions of 70 % polymer matrix and 30 % reinforcement with recycled rubber particles provided better compression, traction, and hardness behavior. **Area of general study:** mathematics. **Specific area of study:** polymers.

Introducción

Las llantas al fabricarse a partir de caucho natural, caucho sintético, negro de humo, agentes químicos (azufre, óxido de zinc, cadmio), y elementos de refuerzo (hilos de acero y textiles), se convierten en un tipo de residuo de manejo especial, que por su composición y tamaño no son recibidos en los rellenos sanitarios lo cual conlleva a que se genere una inadecuada disposición (Cardona & Sánchez, 2011), de allí que, son arrojados a los bordes de las carreteras, solares, ríos, etc. afectando negativamente el medio ambiente (Miranda, 2006).

Estas llantas se convierten en un factor altamente contaminante que atenta contra el medio ambiente, debido a su corta vida útil (aproximadamente 18 meses) y a los inadecuados procesos de disposición final que se aplican (Leung et al., 2002); gran parte de las llantas luego de su uso, son almacenadas en depósitos clandestinos, techos o patios de vivienda, basureros y en espacios públicos (lagos, ríos, calles y parques), con graves consecuencias en términos ambientales, económicos y sanitarios (Santander, 2018).

La quema de llantas afecta la calidad del aire debido a alta proliferación de dioxinas, mercurio, hidrocarburos poli aromáticos y metales pesados como plomo, zinc, níquel y vanadio, líquidos y sólidos dañinos (López, 2019), que además según la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EU EPA, pueden ser contaminantes del suelo y del agua superficial y subterránea (Aguilar, 2023). Se afirma que la quema o incineración ya sea por incendios en los vertederos o por incineración controlada es el mayor problema atmosférico porque genera diferentes contaminantes tóxicos, tales como partículas sólidas, NOx1, SO2, COV, gases clorados y dioxinas (Babativa & Holguín, 2017).

Estos contaminantes afectan la salud humana ya que son agentes cancerígenos, causan malformaciones congénitas, diabetes, altera el sistema hormonal, inmunológico, respiratorio y nervioso (Rodríguez-Moreno, 2013).

En cuanto a la proliferación de vectores, estos transmiten parásitos, incluyendo virus, bacterias, protozoos y helmintos. Cuando las llantas usadas son almacenadas en lugares abiertos, albergan gran cantidad de agua estancada y absorben luz solar creando un ambiente propicio para la reproducción de roedores, vectores o mosquitos transmisores de enfermedades (Ardila & Arriola, 2017). Es claro entonces que la contaminación desde las llantas en desuso es nociva para la salud, la seguridad, y el bienestar de la población, de la vida vegetal y animal.

Esta problemática se agranda si se tiene en cuenta que cada año, cerca de 1000 millones de neumáticos llegan al final de su vida útil en todo el mundo (Herrero, 2019); y que el parque automotor va creciendo cada año de manera vertiginosa, lo que ha hecho que el consumo promedio de llantas en Colombia este entre 4,5 y 5,5 millones, de las cuales se recicla por incineración y en rellenos sanitarios un 72 por ciento, se reencaucha un 17 por ciento, el 6 por ciento tiene un destino artesanal y a un 5 por ciento se le da otros usos, como el 'regrabado' (Santander, 2018).

Tanto el caucho natural como el sintético, al igual que el plástico, se deterioran continuamente. Por tal motivo, es importante que los custodios de las colecciones tomen conciencia que, controlando correctamente el deterioro, se puede prolongar la vida útil de estos materiales, a fin de minimizar la problemática del destino final de los neumáticos que en la actualidad se constituyen como un problema de salud pública, técnico, estético y ambiental (Shulan et al., 2011).

Como sucede con todos los materiales orgánicos, el caucho y el plástico se deterioran de distinta forma, a velocidades que varían ampliamente y que resultan impredecibles. El deterioro puede ser químico, causado por oxidación o hidrólisis, o bien físico o biológico. Tales procesos pueden ocasionar cambios en la composición química, las propiedades físicas y el aspecto de los materiales mencionados. Es posible que se liberen vapores dañinos para otros objetos, como también que aparezcan exudaciones o acumulaciones en la superficie de los objetos de caucho y plástico (Doğan et al., 2012).

Los principales agentes que causan el deterioro del caucho y los plásticos son la radiación, la humedad elevada, la temperatura alta, el oxígeno y los gases contaminantes, al igual que la tensión y otras fuerzas físicas directas (Posada, 2012). Pese a ello, no todos los cauchos y plásticos son atacados en la misma medida por cada agente.

La crisis ambiental y la contaminación va en aumento en los últimos años, siendo esta una de las razones por la cual se ha realizado este estudio para disminuir este tipo de contaminantes, dando como resultado la creación de un material con excelentes propiedades mecánicas reemplazando a los materiales convencionales de la industria. En la presente investigación se estudia las propiedades mecánicas de las láminas para pista atlética a partir de caucho reciclado utilizando poliuretano, donde la adición de partículas de caucho en polímeros termoestables es una forma de promover el reciclaje de los neumáticos fuera de uso, los mismos que hoy en día se encuentran sustituyendo materiales tradicionales por materiales compuestos a bajo costo y afables con el ambiental, por esta razón, el objetivo de la investigación es la obtención de un material a partir de las partículas de caucho reciclados y poliuretano.

En la actualidad la utilización del poliuretano se ha incrementado considerablemente esto debido a que son muy flexibles, y al ser combinadas con un buen aditivo, garantiza la existencia de una buena aleación en cauchos y plásticos, dando como resultado un esfuerzo notable. El caucho es utilizado en el campo del calzado para la formación de las suelas esto debido a la aleación con poliuretano. Sin embargo, en muchos de los casos la adhesión no es favorable, de los cuales se investigaron los inconvenientes que se suscitaron, dando como solución diferentes tratamientos superficiales a el caucho para que este tenga una elevada mejora en sus propiedades y en su adherencia con los distintos tipos de poliuretano (Fernández, 1991).

El poliuretano es una reacción química entre el isocianato y el polioliol, dando como resultado una resina que puede optar por formas duras que se las puede utilizar como recubrimientos sólidos o flexibles. En la actualidad los poliuretanos se establecen en el sexto lugar del mercado plástico ocupando el 5% en ventas mundialmente, donde se confirma que estos materiales son indispensables en la industria por el poco tiempo en su reacción (Ocampo, 2012).

Las partículas de caucho reciclados se incorporan con los polímeros como un método de reutilización. El caucho reciclado se agrupa en polímeros que pueden ser termoestable, termoplásticos y goma, pero en mucho de los casos la compatibilidad de estos compuestos es un dilema debido a que al momento de realizar la mezcla estos pierden propiedades mecánicas debido a la interfaz (Pérez, 2015).

Estas mezclas son compactadas por medio de procesos físicos entre dos polímeros, donde el responsable de las propiedades mecánicas es la matriz continua, por lo tanto, la excelencia en la mezcla es la compactación entre los polímeros donde los resultados serán los deseables. Aplicando una reacción dinámica entre el caucho reciclado y el polímero mejora significativamente las propiedades del material, elevando la adherencia y disminuyendo las tensiones que existe entre las caras y alcanzando una separación más delgada del caucho al momento de la mezcla (Ramarad et al., 2014).

En estudios anteriores se demuestra que a partir de la incorporación de partículas de caucho de los neumáticos fuera de uso con poliuretano generan cambios significativos en su estructura. En la actualidad se han convertido en una mezcla valiosa y positiva para nuevas aplicaciones industriales tales como la fabricación de láminas impermeables, asfaltos, aislamiento acústico, etc. mejorando sus propiedades mecánicas estáticas, densidad y su estabilidad térmica, reduciendo considerablemente la huella ecológica que deja este tipo de desechos (Piszczyk et al., 2015).

La ciencia e ingeniería de materiales tiene un campo amplio e interdisciplinario encargado de estudiar y manipular tanto composiciones químicas como físicas en la estructura de los materiales, controlando propiedades mediante síntesis y procesamientos, enfocadas en la transformación de materiales en instrumentos o estructuras útiles. En ingeniería de materiales es importante disponer relaciones entre el material y el rendimiento de un mecanismo donde se tomará en cuenta la microestructura, composición y la forma a la que se redujo y se procesó el material (Askeland, 2011).

Metodología

En el presente trabajo experimental la población a considerar fueron las probetas del material compuesto conformado con poliuretano y partículas de caucho reciclado a distintas variaciones, donde se trabajó bajo las condiciones establecidas en la normativa ASTM para las propiedades mecánicas ASTM D3039 para tracción, ASTM D695-15 para compresión y ASTM D2240-05 para dureza. Para la conformación de las fracciones volumétricas del poliuretano están en el rango de 50%, 60% y 70% del porcentaje total de la composición del material y con un porcentaje de partículas de caucho reciclado de 50%, 40% y 30% respectivamente, el tamaño de la partícula de caucho a utilizar en la investigación es la que esta denominada D y está en el rango de (0,05 - 1) mm.

Se considero un mínimo de 5 probetas por prueba tanto para tracción, compresión y dureza, se considerará 2 probetas adicionales en caso de que exista alguna contrariedad en alguna de ellas, dando un total de 63 probetas como se muestra en la tabla 1, de tal manera que los resultados obtenidos en cada ensayo fueron puntualizados en fichas para proceder a su pertinente estudio y analizar e interpretar los datos realizados.

Tabla 1

Número de probetas y su fracción volumétrica

Granulometría	No	Configuración	Fracción volumétrica	Probetas Tracción	Probetas compresión	Probetas dureza
TIPO D (0,05-1) mm	1	A1	70 % Poliuretano 30 % Partículas de caucho	7	7	7
	2	A2	60 % Poliuretano 40 % Partículas de caucho	7	7	7
	3	A3	50 % Poliuretano 50 % Partículas de caucho	7	7	7
Total de probetas				21	21	21

Fuente: Llerena (2019)

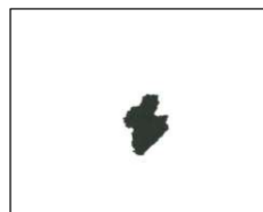
Granulometría

El tamaño de granulometría se tomó como referencia de investigaciones posteriores donde se destaca que los mejores resultados obtenidos y con características mecánicas superiores es la que se encuentra en el rango de 0,05 mm – 0,60 mm, independientemente de la composición volumétrica de la matriz y del refuerzo. Para la actual investigación se utilizará el tamaño de partículas de caucho con la siguiente denominación:

- Para D1: 0,05 mm - 1 mm.

Figura 1

Morfología de la partícula de caucho



Fuente: Llerena (2019)

La resina utilizada es de poliuretano cronodur PU-90 (A+B), la cual corresponde a una resina ideal para este tipo de trabajo debido a su fácil preparación, se lo consiguió en el

cantón Salcedo en la empresa Resina, donde se realizó un análisis previo del producto siendo este óptimo para la fabricación del material compuesto.

Los moldes se los elaboró acorde a la norma ASTM, la misma que determina los ensayos y las normas a utilizar, así como el dimensionamiento y el número de probetas a realizar para cada ensayo.

Tabla 2

Dimensionamiento de los moldes según la norma ASTM

Ensayo	Norma	Dimensiones	Número de probetas
Tracción	ASTMMD3039-2015	Largo 250 mm	5
		Ancho 25 mm	
		Espesor 3 mm	
Compresión	ASTMMD695-15	Largo 250 mm	5
		Ancho 25 mm	
		Espesor 3 mm	
Dureza	ASTMMD2240-05	Largo 250 mm	5
		Ancho 25 mm	
		Espesor 3 mm	

Fuente: Llerena (2019)

Ensayos

Para la realización de los ensayos a tracción, compresión y dureza, se los desarrollo en la ciudad de Ambato en las instalaciones del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero de Tungurahua, donde se aplicó las normas correspondientes para cada uno de los ensayos indicando el equipo a utilizar.

A. Ensayo a Tracción

El ensayo a tracción se trabajó bajo la Norma ASTM D3039: “*Standard Test Method For Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*”, la que consiste en colocar la probeta en una célula de carga las cuales se acoplan los utillajes para la realización del ensayo.

Mediante el ensayo a tracción se obtuvo la fuerza máxima, esfuerzo máximo a la tracción, módulo de elasticidad y el porcentaje de elongación, donde se obtuvo cálculos estadísticos tales como el promedio (\bar{x}), desviación estándar (S_{n-1}) y el coeficiente de variación (CV).

La nomenclatura del tipo de falla evaluada se lo especifica en la tabla 3.

Tabla 3

Nomenclatura del tipo de falla evaluado

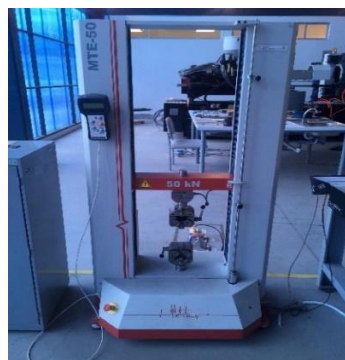
Primer carácter	Tipo de falla	Segundo carácter	Área de falla	Tercer carácter	Localización de la falla
L	Lineal	A	En el agarre	T	Parte superior
G	Agarre	I	Dentro del agarre	U	Desconocido
A	Angular	G	Zona calibrada	M	Medio

Fuente: Llerena (2019)

La máquina utilizada para la realización de los ensayos a tracción es la máquina de ensayos universal Metrotec Serie MTE-50, con una velocidad de 10 mm/min, con una precarga de 0,01 N, la misma que es utilizada para ensayar materiales compuestos con la ayuda de un sofisticado sistema computarizado como se muestra en la figura 2.

Figura 2

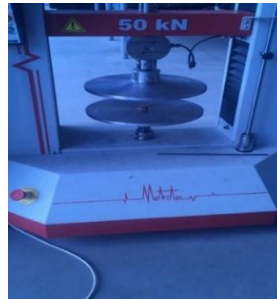
Máquina de ensayo a tracción



Fuente: Llerena (2019)

B. Ensayo a Compresión

Para la realización del ensayo a compresión se aplicó la Norma ASTM D695-2015: “Standard Test Method For Compressive Properties of Rigid Plastic”, al igual que el ensayo a tracción se utiliza el mismo procedimiento de medición y las mismas características de la máquina universal Metrotec Serie MTE50, con la única diferencia que en las células se coloca los platos, los mismos que realizan la compresión, con una velocidad de 1,3 mm/min, tal como muestra la figura 3.

Figura 3*Máquina de ensayo a compresión***Fuente:** Llerena (2019)

Al realizar el ensayo a compresión se pudo obtener los resultados requeridos para su respectivo análisis, de los cuales se determinaron la fuerza máxima, fuerza de fluencia, el esfuerzo máximo de compresión, esfuerzo de fluencia, el porcentaje de elongación y el módulo de elasticidad, de los resultados obtenidos se obtuvo los valores estadísticos de los cuales se calculó el promedio (\bar{x}), desviación estándar (S_{n-1}) y el coeficiente de variación (CV).

C. Ensayo de Dureza

En el ensayo de dureza se empleó la Norma ASTM D2240-05: “*Standard Test Method For Rubber Property – Durometer*”, debido a que existe dos tipos de dureza shore en el Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero de Tungurahua, se hizo pruebas con la Dureza Shore A y la Dureza Shore D, dando mejores valores en la escala de dureza Shore D, debido a que esta escala trabaja con materiales como el caucho. Este tipo de ensayo se lo realizó manualmente con un intervalo de tiempo de indentación de 1 segundo para mejor obtención de información. En la figura 4, se muestra el equipo utilizado para el ensayo de Dureza Shore D.

Figura 4*Máquina para ensayo de dureza Shore D***Fuente:** Llerena (2019)

Métodos

Los valores que se presentan en la tabla 4, corresponden a las cantidades que debe estar conformada el material compuesto, garantizando que el material resultante sea el ideal para la elaboración de las probetas sin que estas afecten las propiedades mecánicas.

Tabla 4

Valores de Volumen y masa para cada tipo de probeta

Ensayo	Fp	Fm	Volumen molde	ΔP (G/CM ³)	ΔM (G/CM ³)	VP (CM ³)	VM (CM ³)	PP (G)	PM (G)
Tracción	0,30	0,70				39,375	91,875	38,981	104,094
	0,40	0,60	131,25			52,500	78,750	51,975	89,224
	0,50	0,50				65,625	65,625	64,969	74,353
Compresión	0,30	0,70				2,286	5,334	2,263	6,043
	0,40	0,60	7,62	0,99	1,133	3,048	4,572	3,018	5,180
	0,50	0,50				3,810	3,810	3,772	4,317
Dureza	0,30	0,70				35,964	83,916	35,604	95,077
	0,40	0,60	119,88			47,952	71,928	47,472	81,494
	0,50	0,50				59,940	59,940	59,341	67,912
Total de volumen y masa por molde						310,500	465,750	307,395	527,695

Fuente: Llerena (2019)

A. Probetas a Tracción

1. Para la elaboración de las probetas se tomaron en cuenta las fracciones volumétricas determinadas en la tabla 4, tanto de la matriz como la del refuerzo. Se procede al respectivo pesaje del Caucho Reciclado y la del Poliuretano utilizando la balanza electrónica.
2. Se procede a realizar la mezcla homogénea tanto de la matriz como la del refuerzo en un recipiente de plástico para evitar que esta se derrame o se desperdicie, con la ayuda de un mezclador debemos asegurar de que el material se combine de la mejor manera para obtener mejores resultados de la mezcla.
3. Es necesario la utilización de cera desmoldante para que el material no se adhiera al molde y poder sustraer de manera adecuada las probetas sin que esta perjudique.

4. Se vierte el material en el molde de manera uniforme y con una espátula se va dando forma en el molde, llegando a las partes de difícil acceso como son los filos del molde.
5. Se procede a cerrar el molde colocando su tapa en los agujeros de los pernos y ajustar las tuercas para evitar que el material se deforme al momento de moverlo de un lugar al otro.
6. Es necesario dejarlo secar por un periodo de 24 a 36 horas antes de desmoldarlo, una vez transcurrido este lapso se procede a repetir el proceso hasta obtener las láminas con las especificaciones de la norma ASTM D3039-2015.
7. El proceso se repetirá hasta obtener las láminas con las diferentes composiciones volumétricas.

B. Probetas a Compresión

1. Se repite los 2 primeros pasos descritos anteriormente en la elaboración de las probetas a tracción.
2. Se procede aplicar cera desmoldante en el molde de compresión de manera uniforme para que al momento de desmoldar no se complique su extracción.
3. Se vierte el material en el molde de compresión una vez hecha la mezcla, es necesario la utilización de un embudo para evitar que el material se desperdicie y este pueda ingresar al interior de del molde (neplo), para evitar que exista vacíos o poros al momento del ingreso del
4. material es necesario utilizar una varilla de ½ pulgada para compactar de manera uniforme el material.
5. Una vez que esté lleno el molde con el material se procedo a tapar, pero es esencial que en la rosca no quede material ya que si esto pasa será decil de sacar la tapa, la cual también debe tener cera desmoldante para su fácil desenroscado.
6. Es necesario esperar un tiempo de 36 a 48 horas para que se seque totalmente debido a que en el interior de la probeta todavía no se seca completamente.
7. Se procede a cortar de manera manual las probetas con una cierra circular con las dimensiones establecidas en la norma ASTM D695-2015.
8. Debido a que los extremos de la probeta quedan desiguales debido al corte, es necesario lijarlos, hasta dejarlos de manera uniforme para después proceder al control de calidad.
9. El proceso se lo repite hasta obtener las probetas establecidas anteriormente.

C. Probetas de Dureza

Para la elaboración de las probetas de dureza se utiliza el mismo procedimiento de elaboración que el de las probetas a tracción, con la diferencia que el molde que se utiliza para su fabricación es de acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM D2240-15.

Resultados

Los resultados conseguidos en la realización de los ensayos de tracción, compresión y dureza se los comparará mediante gráficas y estadísticamente entre las distintas fracciones volumétricas tanto de la matriz como de la del refuerzo.

Se muestra los datos promedios de las propiedades mecánicas adquiridas en el ensayo a tracción. Los resultados obtenidos en la investigación se tabulan obteniendo los valores promedios de las propiedades mecánicas calculadas, como es la fuerza máxima, esfuerzo máximo de tracción, módulo de elasticidad y el porcentaje de elongación.

Tabla 5

Recopilación de información del material compuesto de las cantidades promedio del ensayo a Tracción

Granulometría	Fracción Volumétrica	Fuerza Máxima (N)	Esfuerzo Máximo de Tracción (MPa)	Módulo de Elasticidad (MPa)	% de Elongación
D1: (0,05 – 1) mm	70% - 30%	759,9	10,063	222,6	6,044
	60% - 40%	574,3	7,897	197	5,249
	50% - 50%	522,6	7,148	226,6	3,168

Fuente: Llerena (2019)

Se representa los valores promedios obtenidos de las propiedades mecánicas en el ensayo a tracción, de los cuales están interpretados el esfuerzo máximo de tracción y el módulo de elasticidad. La granulometría utiliza en la investigación va desde los 0,05 – 1 mm donde se evidencia que el valor más alto en el esfuerzo máximo es el de la fracción volumétrica 70% - 30%, mientras que en el módulo de elasticidad el valor más alto es el de la fracción volumétrica 50% - 50%.

Se muestra los datos promedios de las propiedades mecánicas adquiridas en el ensayo a compresión. Los resultados obtenidos en la investigación se tabulan obteniendo los valores promedios de las propiedades mecánicas calculadas, como el esfuerzo máximo de compresión, esfuerzo de fluencia, porcentaje de deformación y el módulo de elasticidad.

Tabla 6

Recopilación de información del material compuesto de las cantidades promedio del ensayo a Compresión

Granulometría	Fracción Volumétrica	Esfuerzo Máximo de Compresión (MPa)	Esfuerzo de Fluencia (MPa)	% de Deformación	Módulo de Elasticidad (MPa)
D1: (0,05 – 1) mm	70% - 30%	23,284	16,3	36,03	64,59
	60% - 40%	11,214	5,24	35,09	31,9
	50% - 50%	10,471	5,72	35,96	29,08

Fuente: Llerena (2019)

Se representa los valores promedios obtenidos de las propiedades mecánicas en el ensayo de compresión, de los cuales están interpretados en barras el esfuerzo máximo de tracción y el módulo de elasticidad. Se evidencia que el valor más alto en el esfuerzo máximo de compresión el de la fracción volumétrica 70% - 30%, al igual que en el módulo de elasticidad el valor más alto es el de la fracción volumétrica 70% - 30%.

Se muestra los datos promedios de las propiedades mecánicas adquiridas en el ensayo de dureza Shore D. Los resultados obtenidos en la investigación se tabulan obteniendo los valores promedios de las propiedades mecánicas calculadas.

Tabla 7

Recopilación de información del material compuesto de las cantidades promedio del ensayo de Dureza Shore D

Granulometría	Fracción volumétrica	Dureza shore D
D1: (0,05 – 1) mm	70% - 30%	72,3
	60% - 40%	70,1
	50% - 50%	60,7

Fuente: Llerena (2019)

Se representa el valor promedio obtenido de las propiedades mecánicas en el ensayo de dureza Shore D, de los cuales están interpretados en barras. En el gráfico se evidencia que el valor más alto en Dureza Shore D es el de la fracción volumétrica 70% - 30%.

Discusión

Una vez realizado la tabulación de datos se procede a analizar los resultados promedios obtenidos de los ensayos a tracción, compresión y dureza Shore, en una ficha técnica donde se analizará y se seleccionará el material con las mejores propiedades mecánicas de acuerdo con sus fracciones volumétricas presentadas en la tabla 4.

Con los resultados presentados en las tablas 5, 6 y 7, se procede a escoger los mejores resultados para después determinar que fracción volumétrica es la ideal para la aplicación de este proyecto de investigación, donde la resistencia máxima a la tracción tiene un valor de 10,063 MPa y la resistencia máxima a la compresión con un valor de 23,284 MPa, siendo estos los mejores resultados de las probetas ensayadas correspondientes a la fracción volumétrica 70% Matriz- 30% Refuerzo.

Los mejores resultados obtenidos del módulo de elasticidad en los ensayos a tracción y compresión equivalen a 226,6 MPa correspondiente al módulo de elasticidad a la tracción teniendo una fracción volumétrica de 50% Matriz- 50% Refuerzo, y 64,59 MPa el módulo de elasticidad a la compresión correspondiente a la fracción volumétrica 70% Matriz- 30% Refuerzo.

El mejor resultado promedio obtenido en el ensayo de dureza equivale a 72,3 dureza Shore D correspondiente a la fracción volumétrica 70% Matriz- 30% Refuerzo, teniendo una excelente resistencia a la penetración.

Esto da paso a encontrar una configuración óptima, siendo el caso ideal el que combina una fracción volumétrica 70% de la matriz - 30% del refuerzo.

Conclusiones

- El material obtenido con fracciones volumétricas del 70 % matriz polimérica y 30 % de refuerzo con partículas de caucho reciclado proporcionaron un mejor comportamiento a compresión, tracción y dureza.
- En el material compuesto por matriz polimérica y refuerzo con partículas de caucho reciclado las propiedades mecánicas a tracción y compresión están determinadas por la concentración de poliuretano, es así que, si esta concentración aumenta, la resistencia máxima a tracción, la resistencia máxima a compresión, el porcentaje de elongación y el módulo de elasticidad en la compresión, aumentan, sin embargo el módulo de elasticidad en la tracción presenta un comportamiento decreciente en la fracción volumétrica del 60% y creciente en la fracción volumétrica del 50% de matriz.
- Respecto a la dureza Shore D los ensayos muestran que, al incrementar la concentración de poliuretano el valor de la dureza aumenta, dando un material compuesto más resistente con mayores porcentajes de matriz de poliuretano.

- Dentro de los materiales de matriz polimérica y refuerzo con partículas de caucho reciclado, la concentración de caucho reciclado afecta ciertas propiedades mecánicas en la tracción y la compresión, como el esfuerzo máximo a tracción, esfuerzo máximo a compresión, el porcentaje de elongación, el módulo de elasticidad y la dureza, sin embargo, a medida que se aumenta la cantidad de partículas de caucho en la matriz de poliuretano se incrementa el módulo de elasticidad y la deformación.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, J. D. (2023). *Contaminación ambiental por la inadecuada gestión de llantas usadas por el parque automotor del municipio de Villavicencio – Meta, Colombia*. [Proyecto de investigación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional - UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54711>
- Ardila, A. N., & Arriola, E. (2017). Efecto de la quema de llantas en la calidad del agua de un tramo de la quebrada Piedras Blancas. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(5), 39-55. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222017000500039&script=sci_arttext
- Askeland, P. F. (2011). *The Science and Engineering of Materials*. Australia: Cengage Learning. <https://anupturnedworld.files.wordpress.com/2016/06/askeland-the-science-and-engineering-of-materials.pdf>
- Babativa Guio, D. F., & Holguín Contreras, S. F. (2017). Evaluación de la afectación en la calidad del aire por el incidente de quema accidental de llantas usadas en la localidad de Fontibón - Bogotá en el año 2014. [Tesis pregrado, Universidad de la Salle]. Repositorio Institucional - Universidad de la Salle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/349
- Cardona Gómez, L., & Sánchez Montoya, L. M. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos*. [Tesis pregrado, Universidad de Medellín]. Revista Ontare. (Dakota del Norte).
<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revistao/article/view/2004/1775>
- Doğan, O., Çelik, M. B. & Özdalyan, B. (2012). El efecto de la utilización de mezclas de combustible diésel/combustible derivado de neumáticos en el rendimiento y

- las emisiones del motor diésel. *Combustible*, 95, 340–346.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.12.033>
- Fernández, J. C. (1991). Análisis del proceso de adhesión en el sistema caucho sintético-adhesivo de poliuretano. [Tesis Doctoral, Universidad de Alicante]. Repositorio Institucional - Universidad de Alicante.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1666>
- Herrero, A. (2019). *Arquitectura reciclada: residuos como nuevos materiales de construcción*. [Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, Universidad Pontificia de Madrid]. Repositorio Institucional – UPM.
<https://oa.upm.es/53939/>
- Leung, D. Y., Yin, X., Zhao, Z. G., Xu, B. H. & Chen, Y. (2002). Pirólisis de polvo de neumáticos: influencia de las variables de operación en la composición y rendimientos del producto gaseoso. *Tecnología de procesamiento de combustible*, 79 (2), 141–155. [https://doi.org/10.1016/s0378-3820\(02\)00109-1](https://doi.org/10.1016/s0378-3820(02)00109-1)
- Llerena, D. (2019). Estudio de las propiedades mecánicas de la lámina para pista atlética a partir de caucho reciclado utilizando poliuretano [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional – Universidad Técnica de Ambato.
https://www.google.com/search?q=llerena+pico+diego+uta+pdf&client=firefox-b-d&sxsrf=APwXEdeoMwIWkMyHccnu7v_W57wMpr1fkQ%3A1683642031096&ei=r1ZaZMerBbSXwbkPy8eR6A8&ved=0ahUKEwiHv8Spt-j-AhW0SzABHctjBP0Q4dUDCA4&uact=5&oq=llerena+pico+diego+uta+pdf&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIFCCEQoAE6BAghEBVKBAhBGAFQ0gZY7A9gyhNoAXAAeACAAaICiAGMCJIBAzItNJgBAKABAcABAQ&scient=gws-wiz-serp
- López, S. (2019). *Evaluación de impacto ambiental generado por el manejo de llantas usadas en las vulcanizadoras del distrito de Amarilis Provincia De Huánuco 2018*. [Tesis pregrado, Universidad de Huanuco]. Repositorio Institucional - Universidad de Huanuco. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2156>
- Miranda, R. C., Segovia, C. C., & Sosa, C. A. (2006). Pirólisis de llantas usadas: *Estudio cinético e influencia de variables de operación*. *Información tecnológica*, 17(2), 7-14. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642006000200003&script=sci_arttext
- Ocampo González, J. (2012). Criterios de formulación de espumas flexibles de poliuretano MDI basados en la evaluación cualitativa de propiedades finales

realizadas a nivel laboratorio [Disertación Doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional de Colombia.
<https://docplayer.es/4276797-Universidad-nacional-de-colombia.html>

Pérez Esparza, D. F. (2015). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de espumas flexibles de poliuretano en la ciudad de Ambato*. [Tesis Título profesional, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4181>

Piszczyk, Ł., Hejna, A., & Formela, K. (2015). Efecto del caucho molido de neumáticos sobre las propiedades estructurales, mecánicas y térmicas de espumas de poliuretano flexible. *Irán Polym J24*, 75–84. <https://doi.org/10.1007/s13726-014-0301-4>

Posada Bustamante, B. (2012). La degradación de los plásticos. *Revista Universidad EAFIT*, 30(94), 67-86. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1408>

Ramarad, Suganti & Ratnam, Chantara & Khalid, Mohammad & Luqman Chuah, Abdullah. (2014). Improving the properties of reclaimed waste tire rubber by blending with poly (ethylene-co-vinyl acetate) and electron beam irradiation. *Journal of Applied Polymer Science*. 132. 10.1002/app.41649. DOI: 10.1002/aplicación 41649

Rodríguez-Moreno, N., Martínez-Morales, V., Sarmiento-Suarez, R., Medina-Palacios, K., & Hernández, L. J. (2013). Factores de riesgo para enfermedad respiratoria en población de 5 a 14 años de una Localidad de Bogotá, 2012-2013. *Revista de Salud Pública*, 15(3), 408-420.
<https://www.scielosp.org/pdf/rsap/v15n3/v15n3a08.pdf>

Santander, M. (2018). *Superficies de automóvil aprovechando las llantas en desuso tapetes de automóvil aprovechando las llantas convencionales en desuso para prolongar la vida útil del caucho y minimizar la contaminación ambiental*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional - Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/5158>.

Shulan, Z., Tuoliang, H. & Lian, D. (2011). Efectos de los residuos de caucho desmenuzado como acondicionador del suelo en el conjunto de nematodos en un suelo de césped. *Ecología del suelo aplicada*, 49, 94-98.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139311001417>

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



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



Indexaciones

