



# Green World Journal

ISSN: 2737-6109

## Global climate change

---



CaMeRa

ISSN: 2737-6109

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.

Volume 5 / Issue 1 / January – April 2022

Green World Journal

Volume 5 / Issue 1 / January – April 2022

Prof. Carlos Mestanza Ramón, Ph.D.

Editor-in-Chief

*editor@greenworldjournal.com*

*Chimborazo Polytechnic School*

*Riobamba, Ecuador*

*carlos.mestanza@epoch.edu.ec*

*University of Calabria*

*Rede, Italy*

*mstcls88h06z605e@studenti.unical.it*

*University of Seville*

*Seville, Spain*

*cmestanza@us.es*

Cover Design : CaMeRa Editorial

Cover Image : CaMeRa Editorial

*Editorial Office*

Vía Nueva Loja – El Coca Km3 – margen derecho, sector la playa; Nueva LOja, EC210150, Ecuador



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

CaMeRa  
**ISSN: 2737-6109**

RESEARCH ARTICLE

# Arquitectura del futuro en Ecuador: Desafíos bioclimáticos urgentes

Fabrizio Gómez-Ortega <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil EC090514 Ecuador

 Correspondencia: : [fgomezo@ulvr.edu.ec](mailto:fgomezo@ulvr.edu.ec)  + 593 99 681 5719

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51001>

**Resumen:** El planeta tierra ha tenido cambios climáticos por diferentes variables que intervienen de forma directa o indirecta. Las estadísticas de temperatura promedio mundial llevadas a cabo por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) muestran el informe una escala con tendencia ascendente en las últimas décadas, esto a efecto del aumento de la población mundial lo que demanda mayores recursos entre ellas las construcciones de obras civiles. En Ecuador existe varias zonas climáticas en donde no todas las edificaciones han considerado diseños bioclimáticos (sol, viento, vegetación, tierra y temperatura ambiental) ya sean por desconocimientos de profesionales de la construcción (arquitectos, ingenieros y diseñadores). Se realizó análisis climáticos con datos EnergyPlus Weather (EPW) de Guayaquil, Quito, Puyo y San Cristóbal e interpretados en software online educativo de Andrew Marsh, para identificar las diferentes estrategias según los datos climáticos analizados, esto acompañado mediante revisión bibliográfica para determinar lineamientos a seguir en nuevos proyectos amigables con el medio ambiente, esto colaboraría a la mitigación del calentamiento global por efectos antropogénicos con la intervención en la fase de diseño de la arquitectura del futuro.

**Palabras claves:** Sistemas pasivos, cambio climático, sostenibilidad, confort térmico y arquitectura bioclimática

## Architecture of the Future in Ecuador: Urgent Bioclimatic Challenges

**Abstract:** Planet Earth has undergone climatic changes due to different variables that intervene directly or indirectly. The global average temperature statistics carried out by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) show the report a scale with an upward trend in recent decades, this to the effect of the increase in world population which demands greater resources including the construction of civil works. In Ecuador there are several climatic zones where not all buildings have considered bioclimatic designs (sun, wind, vegetation, soil and ambient temperature) either by ignorance of construction professionals (architects, engineers and designers). Climate analysis was performed with EnergyPlus Weather (EPW) data from Guayaquil, Quito, Puyo and San Cristobal and interpreted in Andrew Marsh's online educational software, to identify different strategies according to the analyzed climate data, accompanied by a bibliographic review to determine guidelines to follow in new environmentally friendly projects, this would contribute to the mitigation of global warming due to anthropogenic effects.

**Keywords:** Passive systems, climate change, sustainability, thermal comfort and bioclimatic architecture.



**Cita:** Gómez-Ortega, F. (2022). Arquitectura del futuro en Ecuador: Desafíos bioclimáticos urgentes. Green World Journal, 5(1), 001.  
<https://doi.org/10.53313/gwj51001>

**Received:** 16/November/2021  
**Accepted:** 10/January/2022  
**Published:** 12/January/2021

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2021 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## 1. Introducción

Los diversos ecosistemas que existen en el mundo se deben a un ciclo natural en el cual la temperatura es un factor determinante, actualmente el planeta tierra está experimentando un cambio en su temperatura [1–3]. La tendencia de aumento de la temperatura es a causa de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), estos gases se han encontrado en la atmósfera terrestre hace algunos siglos atrás y gracias a este fenómeno es posible la vida en el planeta, son llamados así por generar una condición similar a los que producen los invernaderos los cuales mediante al ingresan la luz solar captan el calor, en el planeta. Actualmente, los rayos que refleja la tierra no salen al espacio por que la capa de GEI que cubre al planeta la retiene allí y la absorbe, esto hace que la temperatura este aumentando [4]. Existen dos fuentes de emisiones de GEI “Antropogénicas y Biogénicas”. El aumento de emisiones de GEI en las última década son debido a las acciones del ser humano denominado antropogénicas (vehículos de combustión, procesos industriales y climatización de espacios) [5]. Biogénicas o naturales (erupciones volcánicas, incendio natural a grande escala y en cantidades pequeña la respiración o los procesos digestivos de los animales) estas siempre han existido y genera impacto negativo en menor escala [6–8].

La población de todo el mundo ha aumentado exponencialmente y esto se ve reflejado más en los países en vía en desarrollo, este incremento demanda mayores recursos [9], lo que genera mayores dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ) y clorofluorocarburos (CFC) entre otros, el aumento de estos gases antes mencionados evidencian el cambio climático en el mundo y en nuestro entorno como son: el aumento de temperatura significativamente, descongelamiento de los grandes glaciales, el aumento de precipitaciones, tornados, sequías, huracanes, incremento de nivel del mar entre otros, todo esto repercutirá en graves consecuente para todo los seres vivos del planeta tierra [4,10].

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publicó los aumentos que se han venido generando y actualmente se encuentra en una temperatura media de  $1,5^\circ\text{C}$  mundial, por lo cual se requiere cambios rápidos de mitigación, producido por las causas antropogénicas como son: energía, la industria, los edificios, el transporte y las ciudades. El informe menciona que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) tiene que reducirse en un 45% para el 2030 con respecto a los datos del 2010, y seguir disminuyendo hasta ser 0% para el 2050. [3]. De allí de las concernientes medidas a tomar por el ser humano entre la que se trata en este estudio de aportar a la disminución de los efectos negativos de los GEI, con las construcciones amigables con el medio ambiente, dando conceptos bioclimáticos en lo que considera los diseños y construcciones de hábitat para el ser humano, en cada sector de estudio como es Guayaquil, Quito, El Puyo y San Cristóbal, las cuales poseen características climáticas distintas y generan estilo de vida diferentes, lo que busca la arquitectura bioclimática en cada sector es implantar la edificación utilizando los recursos que ofrece la naturaleza (sol, viento, vegetación, tierra y temperatura ambiental) [11].

El ser humano tiene parámetros entre rangos mínimo y máximo de tres variable de climáticas para que existe el confort térmico, en Ecuador existe Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) que son: temperatura de aire ambiente y temperatura radiante media de superficie local oscile entre  $18^\circ\text{C}$  y  $26^\circ\text{C}$ ; velocidad de aire entre 0.05 y 0.15 m/s; humedad relativa entre 40 y el 65% [12], y la Normativa Internacional ISO 7330 define que el rango de confort térmico esta aproximadamente de 20 a 25 grados centígrados. El confort se establece y visualiza en la carta psicrométrica de Givoni, aquí nos permite identificar las estrategias a desarrollar para los diferentes escenarios con los valores arrojados por temperatura, humedad absoluta y relativa.

Esta investigación tiene tres propósitos. **En primero lugar**, presentar la evolución de la temperatura promedio mundial llevadas a cargo por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio

Climático (IPCC), demostrando la principal problemática de esta investigación. **En segundo lugar**, presentar un análisis climático comprendido del año 2004 al 2018, en lugares específicos por lo que se ha seleccionado ciudades estratégicamente de las cuatro regiones: Litoral o Costa, Guayaquil; Sierra o Andes, Quito; Oriente o Amazonía, El Puyo; y Región Insular o Galápagos, San Cristóbal, los datos para el estudio se han obtenido de EnergyPlus Weather (EPW) [13]. **En tercer lugar**, se realizó una revisión bibliográfica para identificar los métodos aplicables según cada sector de estudio, con el fin de aportar a estudiantes y profesionales las estrategias de diseño y construcción que sean amigable con el entorno considerando el nivel de confort térmico, ayudando paralelamente a la mitigación del calentamiento global por causas antropogénicas.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

Ecuador, ubicado en la parte sur del continente americano, específicamente al noroeste, está compuesto por 4 Regiones y 24 Provincias. Su nombre es tomado de la línea imaginaria ecuatorial que divide al globo terrestre en hemisferio norte y hemisferio sur, cuenta con una superficie de 254'217,04 km<sup>2</sup> [14]. Limita al Norte con Colombia, Sur y Este con Perú y al Oeste con el Océano Pacífico. El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) proyecta una población de 17'510.643 millones de habitantes para el 2020 [15].

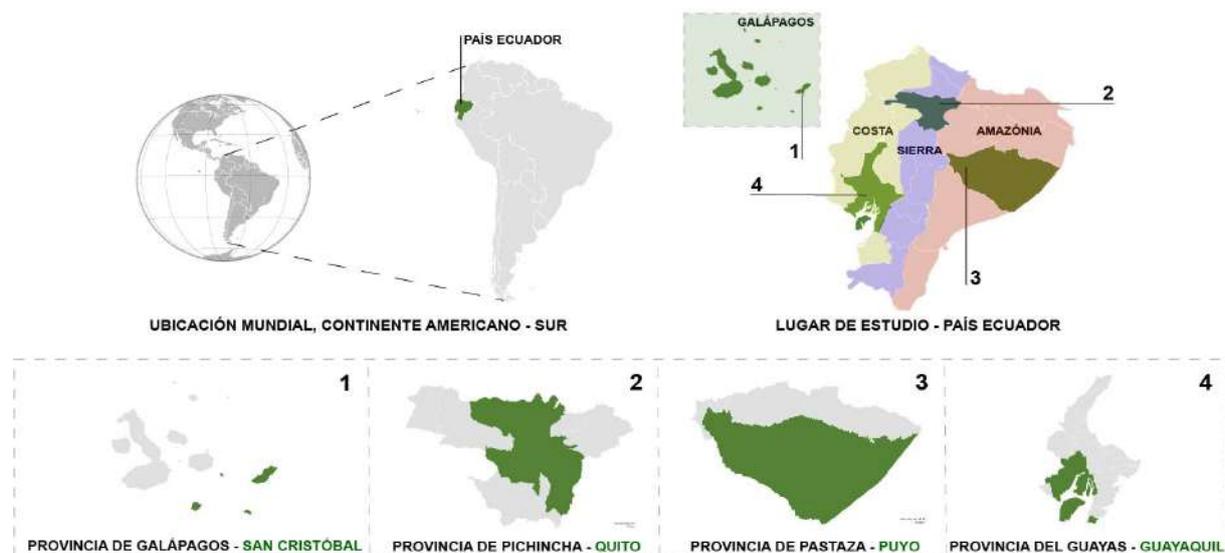


Figura 1. Mapa de ubicación del País Ecuador y sus ciudades de estudio.

### Características de las regiones del Ecuador

**Región Insular o Galápagos (San Cristóbal)**, Conjunto de 13 Islas Volcánicas, apartadas del Ecuador a 1000 km aproximadamente del Oeste del País. La temperatura varía entre 24°C y 26°C, con máximas de 36°C y mínimas de 14°C, la altura variable, entre 345 y 1.707 m.s.n.m. Esta región está conformada por una sola provincia (Galápagos), tiene una extensión total de 8.233.11 km<sup>2</sup>. En 1978 fue declarada Patrimonio Natural de la Humanidad por su gran variedad de especies que habitan ahí [14,16,17].

**Región Interandina o Sierra (Quito)**, Región ubicada en el centro la cordillera de los Andes y el cual la atraviesa de norte a sur, se caracteriza por tener variaciones durante las 24 horas, donde la temperatura media oscila entre los 10°C y 16°C con máxima de 25°C y mínimas de casi 0°C. Esto por motivo de la cordillera de los Andes y los vientos provenientes de las llanuras, la altura promedio es de 4000 msnm. No necesita que sea época de invierno para llover, esta región está conformada

por 10 provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. Aquí se encuentra la Ciudad de Quito [14,17].

**Región Oriental o Amazónica (Puyo),** La temperatura varía entre 24°C y 26°C, con máximas de 36°C y mínimas de 14°C, la altura no sobrepasa los 800 msnm, se considera la región más húmeda del país con más de 3000 mm anuales, Esta región está conformada por 10 provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe [14,17].

**Región Litoral o Costa (Guayaquil),** Temperatura promedio anual está entre 24°C y 26°C, con máximas de 36°C y mínimas de 14°C la altura no sobrepasa los 800 msnm, llueve durante todo el año, pero los meses más lluviosos son diciembre y mediados de mayo estos son las causas por las corrientes marinas de Humboldt y El Niño, cabe señalar que la temperatura ronda los 28 °C en estas fechas. En verano llueve poco, sopla viento seco y frío del mar, y la temperatura se mantiene en unos 25 °C. La región está conformada por 7 provincias: Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Guayas, Santa Elena, Los Ríos y El Oro [14,17].

## 2.2 Metodología

El proceso metodológico utilizado en el presente estudio que permitió responder los objetivos planteados se basó en: **En primer lugar**, se utilizó un diseño descriptivo con un enfoque cuantitativo, las principales técnicas y herramientas fueron revisión bibliográfica acompañada de un análisis de datos estadísticos, con lo cual se demostró la problemática de la investigación. **En segundo lugar**, se utilizó un diseño descriptivo con un enfoque cuali-cualitativo, las principales técnicas y herramientas fueron revisión bibliográfica acompañada de un análisis de datos estadísticos de las zonas climática del Ecuador, utilizando datos EnergyPlus Weather (EPW), e interpretados en software online educativo de Andrew Marsh. **En tercer lugar**, se utilizó un diseño descriptivo con un enfoque cualitativo, las principales técnicas y herramientas fueron revisión bibliográfica con base en artículos científicos y libros. Se pudo clasificar las estrategias bioclimáticas para los cuatro sectores de la presente investigación.

### 2.2.1 Calentamiento Global

Está vinculado a causas por fuentes de emisiones Naturales y Antropogénicas. El problema es el exceso de gases de efecto invernadero que se almacenan en la atmósfera ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ , **CFC**, entre otros), desde el siglo XX la causa dominante de GEI es la humana (Antropogénica) por la sobrepoblación lo que demanda mayores recursos lo que conlleva como es la sobreexplotación [2,18]. Los efectos de esta problemática mundial es el calentamiento global y su consecuencia en el cambio climático y los fenómenos meteorológicos o atmosféricos, estos son los resultados de la variación del clima con respecto a los datos estadísticos climáticos.

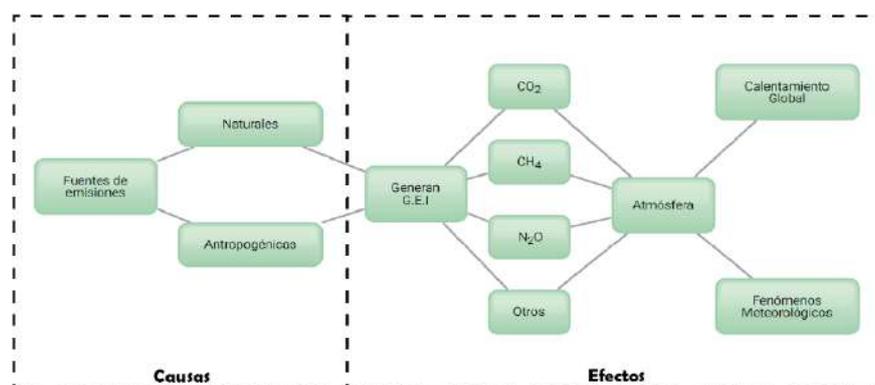


Figura 2. Causas y efectos de las emisiones de G.E.I. Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), Óxido de Nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Ozono ( $\text{O}_3$ ) y Clorofluorocarburos (CFC)

## 2.2.2 Sobre población

Según las estadísticas llevadas por el Grupo Banco Mundial (GBM), en relación a la cantidad de los habitantes, analizando como primer escenario Mundo, como segundo escenario América latina incluido el Caribe y como tercer escenario Ecuador. Entre los años de 1960 al 2020 la tasa de crecimiento ha disminuido como se observa en la Figura 1, en las tres poblaciones mencionada anteriormente [19,20].

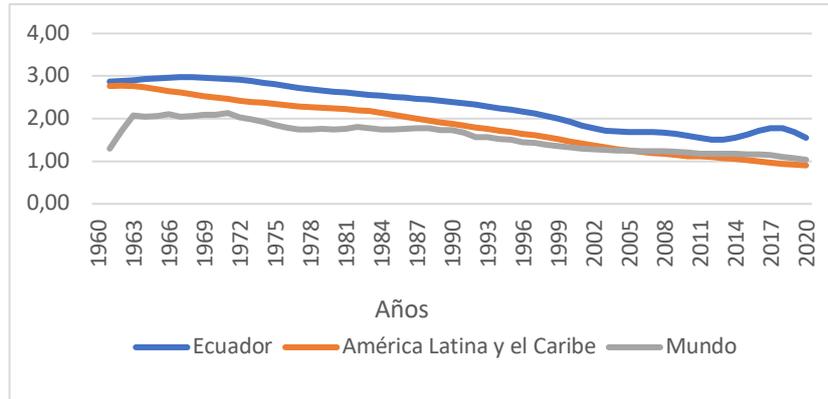


Figura 1. Tasa de crecimiento anual de habitantes (%)

Para simplificar mostramos los datos obtenidos de GBM, en el año 2020 el mundo tiene 7.752.840.547 mil millones de habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.04%; América incluido el Caribe con 652.276.325 millones habitantes con una tasa de crecimiento de 0.90 % y Ecuador con 17.643.060 millones habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.55 %. Lo que muestra el crecimiento demográfico como consecuencia aumento del consumo energético entre otros recursos. Para reducir las emisiones de  $\text{CO}_2$ , se debe reducir el gasto de combustibles fósiles, la demanda mundial de la energía es el 80% y proviene de combustibles fósiles de este porcentaje las construcciones consumen un estimado del 40% de energía que son en sus construcciones y en el funcionamiento [21,22]. Aquí es donde interviene la arquitectura bioclimática llamada en este estudio arquitectura del futuro que busca el confort y como consecuencias el ahorro energético utilizando los recursos naturales de su entorno.

## 2.2.3 Temperatura

EL  $\text{CO}_2$  es una de las fuentes de emisiones contaminación al medio ambiente y causante de aumento acelerado de la temperatura, según el IPCC muestra en su informe la información histórica de la estadística del promedio anual y promedio decenal de la temperatura en superficie, terrestre y oceánicas, como se ha venido desarrollando con el pasar del tiempo (Figura 2) [22], el cual podemos observar que desde 1960 comenzó a tener una tendencia de aumento con el pasar de las décadas y es por aquel motivo la variación que se da en diversos sitios del mundo [2,22].

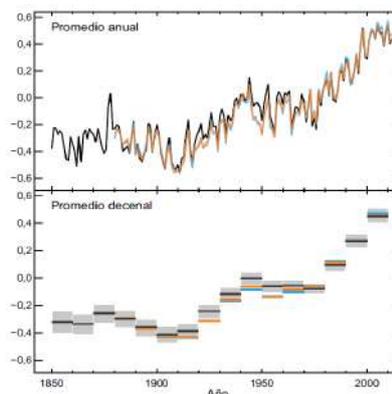


Figura 2. Anomalia observada en el promedio mundial de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en superficie, terrestre y oceánicas combinadas, 1850-2012

### 2.2.4 Clasificación de climas

Existe varias formas de clasificar el clima, sujetas a diferentes criterios utilizados, esto es por los diferentes tipos de necesidades a circunstancias concreta. Según el geógrafo Malte-Brun la clasificación de los criterios Higrotérmicos son basadas en el calor y el frío, la humedad y la sequedad (temperatura). Podemos ver la ilustración en la Figura 3 con los dos parámetros principales, los climas en cuatro tipos.

1. Clima cálido y seco
2. Clima cálido y húmedo
3. Clima frío y seco
4. Clima frío y húmedo

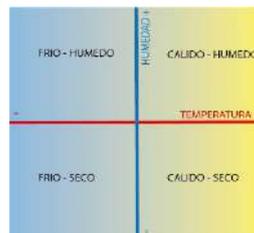


Figura 3. Clasificación de clima con criterios Higrotérmicos según Malte-Brun

Las variables de humedad y temperatura son los dos factores principales que intervienen entre el ser humano (Tabla 1) y el medio ambiente con el cual se puede conseguir la sensación de confort higrotérmico o la sensación de la inconformidad higrotérmica, es decir la humedad: relaciona a la tensión de vapor y humedad relativa; Temperatura: aire, paredes, piel; y como varios: velocidad del aire, producción de calor del cuerpo, superficie del cuerpo, postura del cuerpo y vestimenta esta puede ser desde el individuo vestido con un pantalón corto liviano en climas cálidos y ropa de alta montaña en climas muy fríos entre otros, diagrama de confort propuestos por Comisión de las Comunidades Europeas (C.E.C). El hombre y el medio ambiente actúan como intercambiadores térmicos, para lograr llegar sentirse confortable en un sitio interior o exterior a una edificación necesita una sensación de ni muy frío (inconfortable) y ni muy caliente (inconfortable), el confort climático es definido por ASHRAE como un estado de ánimo que expresa satisfacción con un entorno térmico [23,24].

Tabla 1. Rango de temperatura y sensación de Confort

Rango de temperatura	Sensación	
< 10°C	Muy Frío	Inconfortable
15°C	Frío	Inconfortable
20°C	Fresco	Confortable
25°C	Un poco fresco	
30°C	Neutral	Inconfortable
35°C	Un poco Tibio	
40°C	Caliente	Muy Inconfortable
> 45°C	Muy Caliente	
	Límite de Tolerancia	

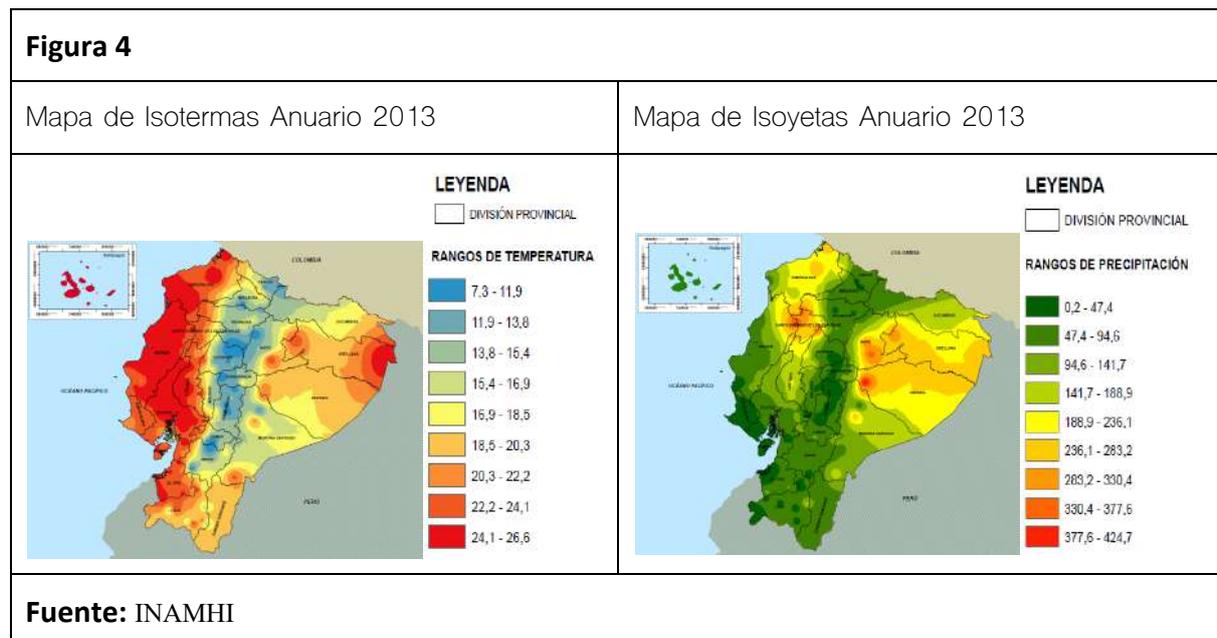
### 2.3.1 Datos climáticos de Estudio

Como siguiente objetivo de investigación se obtuvo información de los datos estadísticos climáticos de EPW de Ecuador Galápagos San Cristóbal Olmedo 2004–2018; Ecuador Pichincha Quito Iñaquito 2004–2018; Ecuador Pastaza Puyo Iñaquito 2004–2018; Ecuador Guayas Guayaquil Olmedo 2004–2018 [13], y se utilizó un software online educativo de Andrew Marsh para interpretarlo los datos climático descargados de EPW, el software utiliza la carta psicométrica de Givoni [25], las variables

principales utilizadas son Temperatura media humedad absoluta y relativa media del 2014 al 2018, con las cual demuestra las propiedades termodinámicas, las cuales son importante para visualizar en la carta psicométrica creada por Givoni en el año sesenta, con estos datos analizándolo nos permite comprender las estrategias a seguir para cada uno de los escenarios de este estudio, para los acondicionamiento de una edificación con los parámetros de confort térmico.

### 2.3.1.1 Zonas Climas de Ecuador

En Ecuador podemos identificar las zonas con los datos proporcionados por el INAMHI del anuario meteorológico correspondiente al 2013 (Figura 4), muestran dos mapas el primero isotermas el cual muestra la temperatura según los sectores, la Región Galápagos y Región Costa son la más calurosas; Región Amazonia es calurosa pero un poco menos que las dos anteriores; las temperaturas más bajas se encuentran en la Región Sierra, en el lado sur en donde se encuentra la Provincia de Loja, el segundo Isoyetas del país así mismo si lo relacionamos con las regiones podemos analizar lo siguiente, Región Galápagos, Región Costa y Región Sierra que son las que menos precipitación a excepción de las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas; Región Amazonia es la región con más precipitaciones [26].

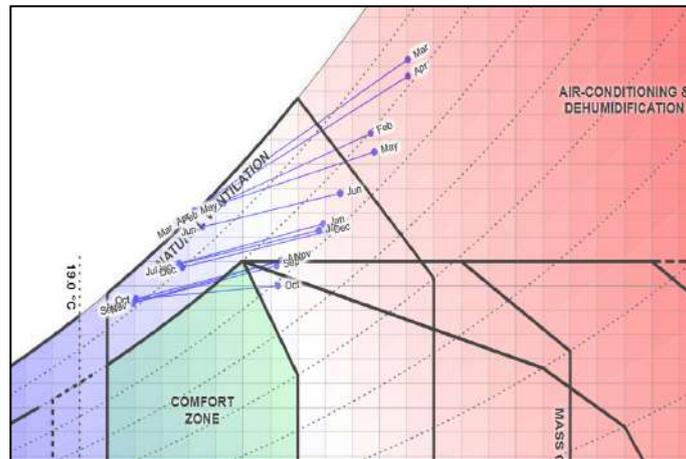


Las zonas climáticas son: Muy fría, Fría, Continental templada, Continental lluvioso, Húmeda calurosa, Húmeda muy calurosa, según las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (EE). En el estudio la NEC las zonas climáticas son: Región Galápagos (San Cristóbal) es Húmeda muy calurosa, referencial de la ciudad de Guayaquil por las variables climática que son muy similares "Temperatura y Precipitación"; Región Sierra (Quito) es continental lluviosa; Región Amazónica (Puyo) es Húmeda calurosa; Región Costa (Guayaquil) es Húmeda muy calurosa [27].

### 2.3.1.2 Proceso de simulación

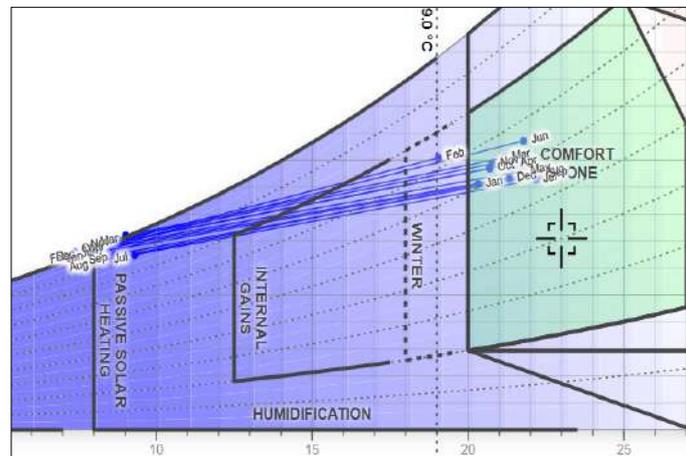
Al tener ya los datos climáticos EnergyPlus Weather (EPW) [13], se procedió a ingresarlo software online educativo de Andrew Marsh con la superposición de confort de la Carta bioclimática de Givoni, el cual considera las condiciones térmicas de bienestar del ser humano entre la temperatura y la humedad relativa en donde se sitie la edificación, como es en este estudio Figura 5. caso 1; Figura 6. caso 2; Figura 7. Caso 3 y Figura 8. caso 4. Como resultados generales de los datos ingresados y visualizados, se encuentran la mayorías fuera del área de confort definida por Givoni, tal como se muestra [25].

Figura 5. Carta Psicométrica – Givoni



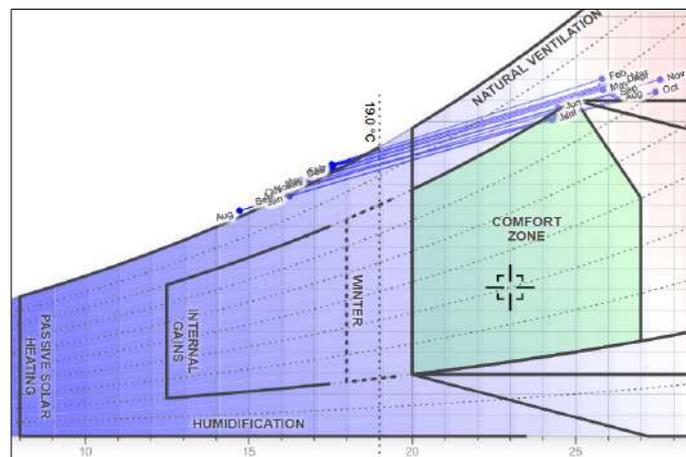
Caso 1, Región Insular o Galápagos – San Cristóbal

Figura 6. Carta Psicométrica – Givoni



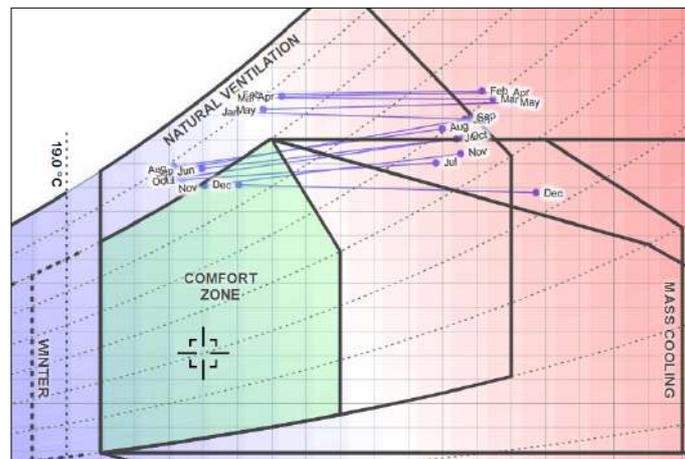
Caso 2, Región Interandina o Sierra – Quito

Figura 7. Carta Psicométrica – Givoni



Caso 3, Región Oriental o Amazónica – Puyo

Figura 8. Carta Psicométrica – Givoni



Caso 4, Región Litoral o Costa – Guayaquil

### 2.3.1.3 Estrategias Bioclimáticas

Baruch Givoni, John Martin Evans, Luis Gabriel Gómez Azpeitia y José Jaime Capel Molina y Víctor Olgay son nombres de Arquitectos que han investigado todo lo referente a la bioclimática, la problemática es dar información técnica que sirve para tomar los respectivos lineamientos en diseños arquitectónicos en relación a los beneficios con el medio ambiente por eficiencia del consumo energético, logrando la reducción de los gases de efectos invernadero y ahorro en las facturas de consumo eléctricos [28]. Las variables de incidencia son: **en primer lugar**, las estrategias pasivas son aquellas que se trataron en esta investigación como por ejemplo la composición de la envolvente, Orientaciones, Terminación de superficies exteriores, Terminación de superficies interiores, altura piso-techo y protecciones solares. **En segundo lugar**, las estrategias activas son todas las relacionadas a los sistemas mecánicos de climatización como, por ejemplo: Artefactos de iluminación, tipo de accionamientos de artefactos de iluminación, características de los equipos de refrigeración, características de los equipos de calefacción, sistemas de agua caliente sanitaria (ACS), Uso de energía fotovoltaica, calentamiento de agua con energía solar [29].

### 2.3.1.4 Diagrama de bienestar

EL diagrama utilizado en esta investigación fue elaborado por B. Givoni, construido por las variables de temperatura en el eje horizontal y la humedad relativa en el eje vertical, analizada con las medias mensuales de los años, el diagrama busca el confort de bienestar térmico interior de la edificación con los datos climáticos exterior de donde de vaya a implantar dicha edificación (Figura 9). Con esta metodología podemos identificamos las estrategia de diseño a seguir, como: calentamiento, ventilación, humidificación, enfriamiento evaporativo, masa térmica con ventilación nocturna y sistema activos o convencionales de acondicionamiento de aire [30]. La carta se elabora sobre un diagrama psicrométrico en el cual se distinguen varias zonas que la dividiremos en: La zona de bienestar térmico; hacia la derecha: la zona de bienestar se puede ampliar considerando la **masa térmica del edificio**, el **enfriamiento evaporativo**, más hacia la derecha, para llegar al nivel de confort necesita sistemas mecánicos. Hacia la izquierda: el confort se puede extender utilizando el **calentamiento pasivo**, más hacia la izquierda requiere de sistema convencionales de calefacción [31].

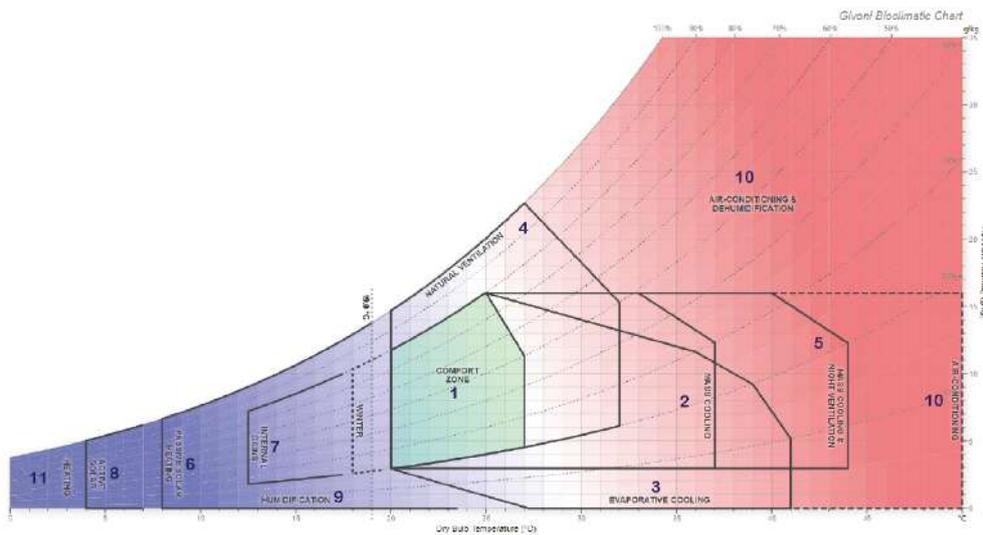


Figura 9. Carta Psicométrica

Parámetros utilizados con el diagrama de bienestar de Givoni, velocidad del aire – quieto 0.20 m/s; nivel de ropa – traje de negocios o casual con suéter 1.00 clo; Tasa metabólica – sentado con actividad sedentaria 1.00; Temperatura radiante media – ambiente normal 20,0°C.

**Zona 1 (zona de confort):** situada entre dos temperaturas límites de 20 y 27 °C, y humedades relativas límites entre 20 y 80 %. Zona en donde el ser humano se encuentra en el bienestar térmico sin necesitar estrategias bioclimáticas adicionales.

**Zona 2 (enfriamiento masivo):** Son sistema en donde intervienen los elementos activos de la arquitectura bioclimática pueden ser la utilización de la energía geotérmica por ejemplo el pozo canadiense y la utilización de los muy diversos tipos de materiales de construcción.

**Zona 3 (refrigeración por evaporación):** zona en donde intervienen aire y el agua. Es el que se produce cuando una corriente de aire seco y cálido pasa sobre una superficie de agua parte de la cual se evapora produciendo un doble efecto positivo, unos de estos efectos positivo es el descenso de la temperatura debido a la energía utilizada en el proceso de evaporación del agua y el otro efecto positivo es el aumento de la humedad ambiental.

**Zona 4 (ventilación natural):** zona en la que debemos utilizar el eficiente ingreso y salida de los vientos de la edificación de forma natural o mecánica para lograr disipar las altas temperaturas y la humedad elevada.

**Zona 5 (ventilación nocturna):** zona más caliente, Puede controlarse por la ventilación natural y condicionado por las características de los materiales utilizados.

**Zona 6 (calefacción pasiva):** zona ligeramente fría, Puede controlarse por la presencia de los ocupantes, y los equipos que se encuentren encendidos incluido la iluminación.

**Zona 7 (ganancias internas):** zona un poco más fría que la anterior, Se controla con sistema de solares pasivos e inercia térmica de los materiales.

**Zona 8 (solar activa):** zona más fría, en donde ya se utilizan sistemas solares activos.

**Zona 9 (humidificación):** zona más seca, aplicar métodos que consiste en añadir agua en el aire.

**Zona 10 (aire acondicionado):** zona de mayor calor, Se aplican sistemas pasivos acompañados de sistemas mecánicos de refrigeración.

**Zona 11 (calefacción):** zona de condiciones climáticas más extremas, clima extremo en donde se utiliza ya sistemas mecánica de calefacción.

### 3. Resultados y discusión

Los resultados de los cuatro sectores que se escogieron en Ecuador para la utilización del análisis de las estrategias a aplicar en la carta psicométrica de Ginovi demostraron las estrategias de diseño bioclimático a seguir. Los datos analizados de los meses del año están fuera del área de confort por lo que se requiere de las siguientes estrategias bioclimáticas en relación con las variables climáticas como: temperatura de bulbo seco (°C), humedad relativa (%), precipitación (mm) entre otros.

Datos EnergyPlus Weather (EPW), e interpretados en software online educativo de Andrew Marsh. En la investigación de las zonas climáticas del Ecuador según NEC, San Cristóbal (Tabla 2) no existe como una zona climática pero se la considera similar a la región costa por las variables de temperatura identificadas en la tabla 3 por lo tanto es zona húmeda muy calurosa [27]. Los datos promedios obtenidos y analizado en la valoración de la tabla 3, la sensación es entre neutral y un poco tibio – confortable e inconfortable [23], se requiere de las estrategias bioclimáticas mencionadas en la Tabla 3 para ampliar zona de confort térmico.

Tabla 2. Caso 1, San Cristóbal

Estrategias Bioclimáticas	Temperatura de Bulbo seco		Humedad relativa		Agua Precipitable	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
zona 4 - ventilación natural; zona 2 – enfriamiento masivo; zona 10 – aire acondicionado	19.63 °C	30.26 °C	65.60 %	98.53 %	57.46 mm	136.92 mm
	Promedio		Promedio		Promedio	
	24.11 °C		83.69 %		80.77 mm	

Datos EnergyPlus Weather (EPW), e interpretados en software online educativo de Andrew Marsh. En la investigación de las zonas climáticas del Ecuador según NEC, Quito es continental lluvioso [27] y en otro estudio de la publicación sobre estrategias de diseño bioclimático: Caso Ecuador en la provincia de pichincha es clima del Páramo [32]. Los datos promedios obtenidos y analizados en la valoración de la tabla 3, la sensación se encuentra entre muy frío y frío – inconfortable [23], se requiere de las estrategias bioclimáticas mencionadas en la Tabla 3 para ampliar la zona de confort térmico.

Tabla 3. Caso 2, Quito

Estrategias Bioclimáticas	Temperatura de Bulbo seco		Humedad relativa		Agua Precipitable	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
zona 6 – calefacción pasiva y zona 7 - ganancias internas	7.36 °C	21.97 °C	52.14 %	99.64 %	13.96 mm	30.85 mm
	Promedio		Promedio		Promedio	
	13.46 °C		80.69 %		20.81 mm	

Datos EnergyPlus Weather (EPW), e interpretados en software online educativo de Andrew Marsh. En la investigación de las zonas climáticas del Ecuador según NEC, Puyo es húmeda calurosa [27] y en otro estudio de la publicación sobre estrategias de diseño bioclimático: Caso Ecuador en la

provincia de Pastaza es clima templado húmedo [32]. Los datos promedios obtenidos en la valoración y analizados de la tabla 3, la sensación es fresco – confortable [23], se requiere de las estrategias bioclimáticas mencionadas en la Tabla 4 para mantenerse dentro de la zona de confort térmico.

Tabla 4. Caso 3, Puyo

Estrategias Bioclimáticas	Temperatura de Bulbo seco		Humedad relativa		Agua Precipitable	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
zona 6 – calefacción pasiva y zona 4 - ventilación natural	17.97 °C	26.97 °C	67.32 %	100 %	39.32 mm	72.03 mm
	Promedio		Promedio		Promedio	
	19.95 °C		90.86 %		55.89 mm	

Datos EnergyPlus Weather (EPW), e interpretados en software online educativo de Andrew Marsh. En la investigación de las zonas climáticas del Ecuador según NEC, Guayaquil es húmeda muy calurosa [27] y en otro estudio de la publicación sobre estrategias de diseño bioclimático: Caso Ecuador en la provincia del Guayas es Cálido – Subhúmedo [32]. Los datos promedios obtenidos y analizados en la valoración de la tabla 1, la sensación es entre neutral y un poco tibio – confortable e inconfortable [23], se requiere de las estrategias bioclimáticas mencionadas en la Tabla 5 para ampliar zona de confort térmico.

Tabla 5. Caso 4, Guayaquil

Estrategias Bioclimáticas	Temperatura de Bulbo seco (°C)		Humedad relativa (%)		Agua Precipitable (mm)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
zona 4 - ventilación natural; Zona 2 enfriamiento masivo; Zona 3 - refrigeración por evaporación; Zona 5 ventilación nocturna.	21.54 °C	31.44 °C	42.57 %	87.11 %	48.50 mm	91.35 mm
	Promedio		Promedio		Promedio	
	25.87 °C		70.15 %		70.35 mm	

Como podemos ver las estrategias bioclimáticas varían en la carta psicométrica de Givoni para llegar al nivel de confort, esto es por las diferentes variables climáticas que existen en cada uno de los lugares de esta investigación. Las principales estrategias de diseño bioclimático son: **ventilación natural, calefacción pasiva, ganancias internas, ventilación nocturna, masa térmica y sombreado de ventanas** que es lo que refleja esta investigación en referencia a la arquitectura pasiva, implementando estas estrategias afirmaron Walter Giraldo y Carlos A. Herrera que con decisiones en la etapa del diseño se puede incorporar los elementos pasivos los cuales son de bajos costos y mejoran las condiciones de confortabilidad en el interior de la construcción [33].

#### 4. Conclusión

El cambio climático se da por el aumento de la población mundial por causa antropogénica principal, los datos publicados por GBM del año 2020 informa que el mundo tiene 7.752.840.547 mil millones de habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.04%, esto tiene como consecuencia más consumo energético entre otros recursos, el IPCC en su publicación manifestó que la temperatura media se encuentra en los niveles de 1,5°C mundial, también manifestó en el informe que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) tiene que reducirse hasta llegar al 0% a año del 2050, de no darse esta reducción

las consecuencias serían más aumento de temperatura, más descongelamientos de los glaciales, aumento de precipitaciones, incremento del nivel del mar, entre otros fenómenos lo cual provocaría habitabilidad restringida de cualquier ser vivo sobre el planeta tierra.

Los datos analizados de los cuatros casos de estudio se comprobó que ninguno llega a estar dentro de las zonas de las condiciones de confort térmico del diagrama de bienestar de Givoni. Existen estrategias bioclimáticas descrita en la tabla 2, tabla 3, tabla 4 y tabla 5, para cada caso con el cual se pueden ampliar la zona de confort térmico, con esto se lograría hacer más hábitats eficientes con la disminución de energía y la mitigación del cambio climático, esto considerando decisiones en la fase de diseño arquitectónicos acorde a las condiciones del entorno según la carta de bienestar de Givoni. Actualmente se realizan muchos proyectos tópicos, el cual es unos de los principales problemas, por el cual no se alcanza el nivel de confort adecuado en el interior de la edificación ya que cada sector tiene diferentes zonas climáticas como se comprobó en esta investigación.

Por esta razón es de extrema importancia la formación y la capacitación de todos los profesionales relacionado a esta área de la construcción de edificaciones bioclimáticas o edificaciones del futuro, concierne a estudio del clima, confort, sol, aire y energía de donde de implante la edificación para generar las estrategias bioclimáticas adecuadas, actualmente existe software que nos ayudan a procesar los datos climáticos como son: Meteonorm, Weather tool, Climate consultant, Archiwizard, Wrplot y el utilizado en esta investigación software online educativo de Andrew Marsh, entre muchos más. La arquitectura bioclimática tiene muchos beneficios como, por ejemplo: 1.- ahorrar energías, 2.- ahorro económicos, 3.- reducción de los gases de efecto invernadero, 4.- mejorar la calidad de todos los seres vivos, 5.- no generan gastos de operación y mantenimiento, 6.- accesibles a familias de bajos ingreso económicos, 7.- procesos de construcción responsable con el medio ambiente.

Subsecuentemente, es recomendable una nueva investigación que realice simulaciones mediante software involucrando dos variables: 1.- Estrategias bioclimáticas-pasivas del diseño arquitectónico, 2.- Selección de materiales (tradicionales, no tradicionales o innovadores) con mayor eficiencia para lograr llegar a los niveles de confort térmico y lumínico dentro de la envolvente arquitectónica, con el fin de dar lineamientos técnicos para que se realicen construcciones confortables con criterios de eficiencia energética, considerando proyecciones climáticas futuras, estas nuevas construcciones tendrán que enfrentar temperaturas ambientes diferentes a las de hoy debido al cambio climático que está pasando en el planeta tierra.

**Contribución de autores:** El desarrollo de la investigación corresponde a aportes del único del autor.

**Financiamiento:** El autor financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** El Autor declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Bayón, M.; Durán, G.; Bonilla, A.; Zárate, D.; González, J.; Araujo, M.; Villavicencio, J. Lago Agrio : Barrios petroleros en el casco urbano que claman por sus derechos. *FLACSO Ecuador* **2020**.
2. Wasserstrom, R.; Reider, S.; Lara, R. Nobody knew their names: The black legend of tetete extermination. *Ethnohistory* **2011**, *58*, 421–444, doi:10.1215/00141801-1263848.
3. Erazo Chalco, N.P. La red urbana amazónica: análisis multiescalar de la dinámica de urbanización [Tesis de maestría, Flacso Ecuador]. **2017**.
4. Coronel Vargas, G.; Au, W.W.; Izzotti, A. Public health issues from crude-oil production in the Ecuadorian Amazon territories. *Sci. Total Environ.* **2020**, *719*, 134647, doi:10.1016/J.SCITOTENV.2019.134647.

5. Barraza, F.; Maurice, L.; Uzu, G.; Becerra, S.; López, F.; Ochoa-Herrera, V.; Ruales, J.; Schreck, E. Distribution, contents and health risk assessment of metal(loid)s in small-scale farms in the Ecuadorian Amazon: An insight into impacts of oil activities. *Sci. Total Environ.* **2018**, *622–623*, 106–120, doi:10.1016/J.SCITOTENV.2017.11.246.
6. Durango-Cordero, J.; Saqalli, M.; Laplanche, C.; Locquet, M.; Elger, A. Spatial Analysis of Accidental Oil Spills Using Heterogeneous Data: A Case Study from the North-Eastern Ecuadorian Amazon. *Sustain.* **2018**, *Vol. 10, Page 4719* **2018**, *10*, 4719, doi:10.3390/SU10124719.
7. Weathers, K.C.; Strayer, D.L.; Likens, G.E. *Fundamentals of ecosystem science*; Academic Press, 2012;
8. Manahan, S.E. *Environmental chemistry*, 10a ed.; CRC Press, 2017;
9. Seinfeld, J.H.; Pandis, S.N. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*, 3a ed.; John Wiley and Sons, 2016;
10. Zhang, G.; Liu, D.; He, X.; Yu, D.; Pu, M. Acid rain in Jiangsu province, eastern China: Tempo-spatial variations features and analysis. *Atmos. Pollut. Res.* **2017**, *8*, 1031–1043, doi:10.1016/J.APR.2017.02.001.
11. Bashkin, V.N. *Environmental Chemistry: Asian Lessons*; Springer, 2003;
12. Mainville, N.; Webb, J.; Lucotte, M.; Davidson, R.; Betancourt, O.; Cueva, E.; Mergler, D. Decrease of soil fertility and release of mercury following deforestation in the Andean Amazon, Napo River Valley, Ecuador. *Sci. Total Environ.* **2006**, *368*, 88–98, doi:10.1016/J.SCITOTENV.2005.09.064.
13. Liu, X.; Zhang, B.; Zhao, W.; Wang, L.; Xie, D.; Huo, W.; Wu, Y.; Zhang, J. Comparative effects of sulfuric and nitric acid rain on litter decomposition and soil microbial community in subtropical plantation of Yangtze River Delta region. *Sci. Total Environ.* **2017**, *601–602*, 669–678, doi:10.1016/J.SCITOTENV.2017.05.151.
14. Granados Sánchez, D.; López Ríos, G.F.; Hernández García, M.Á. La lluvia ácida y los ecosistemas forestales. *Rev. Chapingo Ser. ciencias For. y del Ambient.* **2010**, *16*, 187–206, doi:10.5154/R.RCHSCFA.2010.04.022.
15. Wei, H.; Liu, W.; Zhang, J.; Qin, Z. Effects of simulated acid rain on soil fauna community composition and their ecological niches. *Environ. Pollut.* **2017**, *220*, 460–468, doi:10.1016/J.ENVPOL.2016.09.088.
16. Henao Muñoz, L.; Bernal Bautista, M. Tolerancia al pH en embriones y renacuajos de cuatro especies de anuros colombianos. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* **2011**, *35*, 105–110.
17. Freda, J. The influence of acidic pond water on amphibians: A review. *Water, Air, Soil Pollut.* **1986**, *301* **1986**, *30*, 439–450, doi:10.1007/BF00305213.
18. Marco, A.; Quilchano, C.; Blaustein, A.R. Sensitivity to nitrate and nitrite in pond-breeding amphibians from the Pacific Northwest, USA. *Environ. Toxicol. Chem.* **1999**, *18*, 2836–2839, doi:10.1002/ETC.5620181225.
19. Rouse, J.D.; Bishop, C.A.; Struger, J. Nitrogen pollution: an assessment of its threat to amphibian survival. *Environ. Health Perspect.* **1999**, *107*, 799, doi:10.1289/EHP.99107799.
20. Bioweb Anfíbios del Ecuador. Diversidad y Biogeografía Disponible en: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/DiversidadBiogeografia>.
21. Climate-Data.org Clima: Ecuador Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador-63/>.
22. Najjuma, Z. Evaluation of accuracy and precision of farmer reported field area using a mobile device application in three agro-ecological zones of Uganda [Tesis de grado, Makerere University]. **2018**.
23. Mestre, L.; Rechetelo, J. The use of smart-phones GPS application to improve GIS classes in South Brazil. *Congr. GKA, [2019] Congr. Int. Tecnol. en la Educ.* **2019**.
24. GLOBE Precipitation Protocols Disponible en: <https://www.globe.gov/documents/348614/348678/Precipitation/97b9939c-7fb5-4b12-8113-59f988781bf5>.
25. OpenStreetMap OpenStreetMap Disponible en: <https://www.openstreetmap.org/search?query=nueva+loja#map=11/0.1298/-76.9050>.
26. Deligiorgi, D.; Philippopoulos, K. Spatial Interpolation Methodologies in Urban Air Pollution Modeling: Application for the Greater Area of Metropolitan Athens, Greece. En *Advanced Air Pollution*; Farhad Nejadkoorki, IntechOpen, 2011.
27. GisResources Types of interpolation methods Disponible en: [https://gisresources.com/types-interpolation-methods\\_3/](https://gisresources.com/types-interpolation-methods_3/).

28. Wong, D.W.; Yuan, L.; Perlin, S.A. Comparison of spatial interpolation methods for the estimation of air quality data. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* **2004**, *14*, 404–415, doi:10.1038/SJ.JEA.7500338.
29. DGAC Listado Mensual de Dirección-Velocidad del Viento. *Dir. Gen. Aviac. Cív.* **2019**.
30. Sosa-Echeverría, R.; Bravo-Álvarez, H.; Alarcón-Jiménez, A.L.; Torres-Barrera, M. del C.; Jaimes-Palomera, M.; Sánchez-Álvarez, P.; Granados-Hernández, E. Acid rain in a Mexican site on the coast of the Gulf of Mexico. *Atmósfera* **2018**, *31*, 317–330, doi:10.20937/ATM.2018.31.04.01.
31. Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables Plan nacional de desarrollo del sector minero 2020–2030. **2020**.
32. Agrocalidad Unidades de Producción Certificadas con Buenas Prácticas Pecuarias. **2020**.
33. GADMLA Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial. *Gob. Autónomo Descent. Munic. del Cantón Lago Agrio* **2019**.
34. Flores, R.; Bonilla, P. Perfil de la Lluvia Ácida en la Ciudad de Quito (Ecuador) Durante los Meses de Diciembre–2008 y Enero–2009. *Química Cent.* **2010**, *1*, 27–34, doi:10.29166/quimica.v1i1.1192.
35. Burbano, M.; Figueroa, A. Variabilidad espacio-temporal de aniones (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y Cl<sup>-</sup>) en el agua lluvia de Popayán, Colombia. *Rev. Ing. Univ. Medellín* **2015**, *14*, 13–27.
36. Beverland, I.J.; Crowther, J.M.; Srinivas, M.S.N.; Heal, M.R. The influence of meteorology and atmospheric transport patterns on the chemical composition of rainfall in south-east England. *Atmos. Environ.* **1998**, *32*, 1039–1048, doi:10.1016/S1352-2310(97)00365-8.
37. Posso, F.; Sánchez, J.; Espinoza, J.; Sigüencia, J. Preliminary estimation of electrolytic hydrogen production potential from renewable energies in Ecuador. *Int. J. Hydrogen Energy* **2015**, *41*, doi:10.1016/j.ijhydene.2015.11.155.
38. EPA Drinking Water Regulations and Contaminants. *United States Environ. Prot. Agency* **2021**.
39. INEC Estadísticas de transporte 2018. *Inst. Nac. Estadísticas y Censos* **2018**.

#### Reseña de los autores:



**Fabricio Gómez Ortega.** Arquitecto Graduado en la Universidad de Guayaquil (UG), con más de 10 años de experiencia en diseños y construcciones de obras civiles, En la actualidad está cursando un cuarto nivel en Ingeniería Civil, mención en Construcción Sustentable en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte (ULVR)..



© 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

# Importancia y principales amenazas de los componentes abióticos suelo y agua en la Parroquia Limoncocha

Leonardo Daniel Cabezas Andrade <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, El Coca EC220001, Ecuador

 Correspondencia: [leonardod.cabezas@esPOCH.edu.ec](mailto:leonardod.cabezas@esPOCH.edu.ec)  + 593 99 172 1623

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51002>

**Resumen:** La Reserva Biológica Limoncocha (RBL) presenta una riqueza biológica, paisajística y cultural, la cual se ha visto afectada por factores antrópicos como es principalmente la explotación petrolera, la cual ha impactado en los componentes abióticos suelo y agua; los cuales son indispensables para el desarrollo de la vida. La investigación se llevó a cabo mediante recorridos en campo, entrevistas semiestructuradas y fuentes bibliográficas, con lo que se levantó la información específica que muestra la importancia que los pobladores les atribuyen a los componentes abióticos (suelo y agua) y la afectación generada por las actividades antrópicas que se realizan dentro de la RBL y su zona de influencia. Se brinda los principales resultados obtenidos en las entrevistas, los cuales muestran que las consecuencias de la explotación petrolera afectan significativamente al aspecto social y ambiental, además de la falta de conciencia por parte de la población.

**Palabras claves:** Explotación petrolera; suelo; agua; actividades antrópicas

## Importance and main threats of abiotic soil and water components in the Limoncocha Parish

**Abstract:** The Limoncocha Biological Reserve (RBL) has biological, landscape and cultural richness, which has been affected by anthropogenic factors such as oil exploitation, which has impacted the abiotic components, soil and water, which are indispensable for the development of life. The research was carried out through field visits, semi-structured interviews and bibliographic sources, with which specific information was collected showing the importance that the inhabitants attribute to the abiotic components (soil and water) and the affectation generated by the anthropic activities carried out within the RBL and its area of influence. The main results obtained in the interviews show that the consequences of oil exploitation significantly affect the social and environmental aspects, in addition to the lack of awareness on the part of the population.

**Keywords:** oil exploitation; soil; water; anthropic activities.



**Cita:** Cabezas Andrade, L. D. (2022). Importancia y principales amenazas de los componentes abióticos suelo y agua en la Parroquia Limoncocha. Green World Journal, 5(1), 002.

<https://doi.org/10.53313/gwj51002>

**Received:** 20/November/2021

**Accepted:** 14/January/2022

**Published:** 19/January/2021

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## 1. Introducción

Desde los años setenta la economía ecuatoriana depende en un rango entre 43 a 59% el presupuesto nacional de la exportación de hidrocarburos, lo cual para el aspecto ambiental de los ecosistemas amazónicos han sido nefasto, ya que en el tiempo de extracción se calcula que se han derramado millones de galones de sustancias tóxicas, afectando la salud de los ecosistemas y por consiguiente a las poblaciones aledañas a los pozos petroleros se han visto afectados, debido a la alteración de componentes abióticos como es el agua, suelo aire. Las consecuencias en el ámbito social, se ha visto reflejado principalmente en el desarrollo de enfermedades debido a las alteraciones fisicoquímico de estos recursos, los cuales se necesita para el desarrollo de la vida [1–4].

Todas las afectaciones consecuencia de las actividades extractivas desarrolladas en la región amazónica de Ecuador son resultado no solamente de la imposibilidad de no generarlas, debido a que forman parte integrante de ellas, sino que son debido a circunstancias de fuerza mayor, por ejemplo: factores de índole personal o humana, como negligencia, impericia, ignorancia, etc., en los aspectos ambientales y socioculturales han sido graves las consecuencias y el precio que ha tenido que pagar [5], no solamente es el derrame y la descarga directa de desechos contaminantes, sino las actividades previas que se desarrollan para poner a funcionar un pozo petrolero [6].

La diversidad que presenta la provincia de Sucumbíos es variada, tanto en flora, fauna, como en clima, paisajes y cultura. Sin embargo, es un ecosistema susceptible a cambios de uso de suelo como resultado de las actividades extractivas de hidrocarburos y las malas prácticas agrícolas que existen dentro de la provincia [7]. Por esta razón el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) declaró mediante Acuerdo Ministerial N° 394, el 1 de octubre de 1985 y publicado en el Registro Oficial N° 283, a la Reserva Biológica Limoncocha (RBL) como área de conservación, la misma que reúne las condiciones necesarias para la investigación científica, ecológica del ecosistema amazónico [8].

Los factores abióticos pueden definirse como todos aquellos elementos de naturaleza física y química que tienen influencia en la caracterización de un biotopo o ecosistema determinado. Estos elementos presentes en el medio ambiente se los denomina también factores inertes, en un ecosistema determinado se compone de la suma de los factores bióticos y abióticos, por lo tanto, cualquier tipo de modificación que sufra cualquiera de estos dos componentes, significará un problema para el equilibrio [9], la salud y la continuidad del ecosistema al que pertenece. Los recursos abióticos juegan un rol muy importante dentro de la RBL, en relación con el uso y manejo de los recursos naturales por el ser humano para sus principales actividades productivas y como hábitat de los seres vivos y sus principales servicios ambientales aportan a la fijación de carbono, paisajismo, almacenan agua, mitigan inundaciones, controlan la erosión, purifican el agua, el cual actúa como diluyente de contaminantes entre otros. Estos elementos naturales abióticos proporcionan bosques primarios que sirven de alimento, medicina y aspectos culturales para las comunidades indígenas que habitan en el mismo o sus alrededores [10–13].

Sin embargo, la incidencia que tienen las actividades antrópicas tales como agricultura, ganadería, comercio, explotación petrolera, deforestación, en la zona de influencia vulneran el ecosistema dentro de la RBL. Estos son los principales problemas que se presentan en esta reserva, porque las medidas ambientales que se deben tomar al momento de realizar este tipo de actividades no son tomadas en cuenta ya sea por falta de control de la autoridad competente o por falta de conciencia ambiental de los pobladores [3,14–17].

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo a través de recorridos en campo, por medio de entrevistas semiestructuradas y fuentes bibliográficas, con la finalidad de levantar una

información específica que permitió conocer la percepción que tiene la población aledaña acerca de los componentes abióticos (suelo y agua) y la incidencia negativa generada por las actividades antrópicas que se realizan dentro de la Reserva Biológica Limoncocha (RBL) y su zona de influencia.

## 1. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación se desarrolló mediante salidas de campo a la zona de influencia de la RBL, en las cuales se aplicaron entrevistas semiestructuradas a las poblaciones aledañas.

### 2.1 Área de estudio

La RBL, se encuentra localizada en la parroquia Limoncocha ubicada en la zona oriental de la región amazónica ecuatoriana, al sur de la provincia de Sucumbíos [3] (Figura 1), forma parte de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), se considera su importancia debido a que se puede desarrollar investigación científica, la comunicación y la educación en esta área protegida.

La RBL, está comprendida por bosque húmedo tropical con una temperatura promedio de 24° C, una humedad relativa de 98% y una precipitación de 3000 mm anual. De acuerdo con el Registro Oficial N° 534 del primero de octubre de 1986 la superficie actual de la RBL es de 4613 ha y su uso de suelo está conformado áreas de conservación, turismo, zona urbana, muelles, lagunas, pantanos, terrazas aluviales y un delimitado circuito vial y una zona de influencia de 3 kilómetros [5].

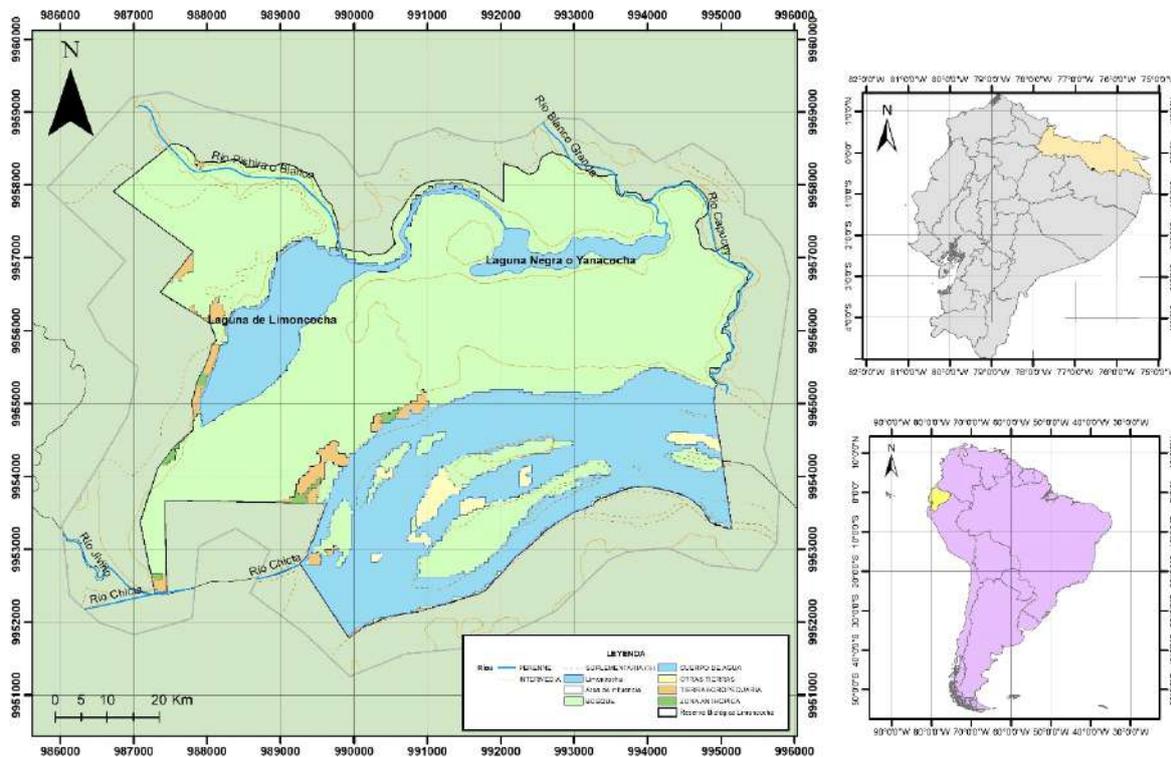


Figura 1. Mapa de ubicación de la Reserva Biológica Limoncocha

### 2.2.1. Componente Biótico en relación con el uso del recurso abiótico

Esta reserva alberga una importante biodiversidad con un alto endemismo, en lo que respecta a fauna existen más 464 especies de aves, principalmente se aprecia la abundante población de la especie *Ophisthocomus hoazin* (hoazín o pava de monte) (Figura 2), *Ardea alba* (garza real) *Anhima cornuta* (gritadora unicornio), debido a que es un ave que no es consumida por los habitantes [3].



Figura 2. *Ophisthocomus hoazin* (pava de monte)

Existen 45 especies de anfibios como *Scinax cruentomma* (Figura 3), 30 de reptiles principalmente la equis, *Melanosuchus niger* (caimán negro), charapa, y varias de peces, principalmente la piraña; entre los mamíferos que habitan el área están el mono nocturno, mono aullador, mono leoncillo, armadillo, guatín, guanta, guatusa, tapir, y el capibara considerado el roedor más grande del mundo; todos considerados simbólicos para la reserva [4].



Figura 3. *Scinax cruentomma*

Se encuentran tres tipos de vegetación: la acuática constituida principalmente por lechuguines y algas; el matorral pantanoso inundado representado por moretales y palmas como la chontilla, que asociada a esta especie se encuentra el macrolobio; y, la vegetación de tierra firme constituida por especies vasculares maderables como ceibo (Figura 4), cedro, guarumo, capirona, moral, guacamayo caspi, laurel, caña brava, platanillo, guabas, pambil, higuerón, ungurahua, morete, sangre de gallina, balsa, guayacán, entre otras [3,4].



Figura 4. Ceibo (*Ceiba pentandra*)

### 2.2.2. Componente Abiótico

Respecto al componente abiótico suelo del territorio de la parroquia Limoncocha, generalmente se han formado en las partes ligeramente onduladas a manera de piedemonte existentes en la unidad denominada “Cuenca Amazónica Colinada” y específicamente en la Cuenca Amazónica Plana [5].

- Suelos de color y textura casi uniforme, pardo rojizo oscuro de clasificación franco arcillosos a arcillosos, medianamente profundos con un drenaje moderado, su pH ácido a ligeramente ácido
- Suelos derivados de ceniza volcánica, de color negro mezclado con arena gruesa de pómez con textura franco arenoso, medianamente profundo, fertilidad baja, con retención de agua 50 a 100%
- Textura franco limosa, profundo, drenaje bueno, pH ligeramente ácido (6.0), fertilidad mediana [6].

De acuerdo con el uso de la parroquia de Limoncocha, se identificaron cobertura vegetal correspondiente a bosque primario, bosque intervenido, vegetación riparia, cultivos anuales, perennes y pastizales. Además, cuerpos de agua, zonas urbanas, vías, infraestructura de actividades extractivas (Figura 5).

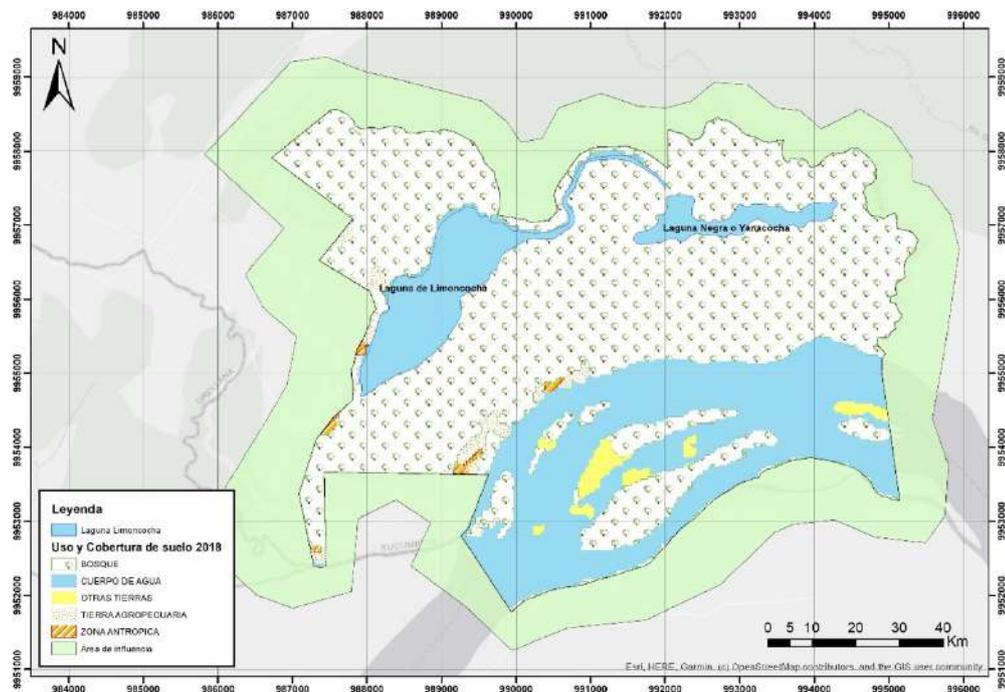


Figura 5. Mapa de uso y cobertura de suelo de la RBL

En cuanto al recurso Agua, la RBL está conformada principalmente por el río Napo, la cuenca del río Capacuy, Jivino, Itaya e Indillana y la laguna Limoncocha. Cabe recalcar que estos ríos también se encuentran fuera de la zona de influencia de la RBL por lo que la contaminación que ingresan afectan la calidad del agua, esta contaminación generalmente surge por la cercanía de los pozos petroleros, erosión del suelo y arrastre de sedimentos y basura producto de las intensas lluvias y la deforestación [6] (Figura 6).



Figura 6. Generación de basura

## 2.2. Métodos

Para el desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas las mismas que se elaboraron previamente, las cuales tenían de objetivo principal obtener la percepción que tienen los pobladores acerca de la importancia que tienen los componentes abióticos para el desarrollo de sus actividades, además de las principales amenazas e impactos ambientales que afectan a estos dos componentes.

## 2. Resultados

Los recursos abióticos juegan un rol muy importante dentro de la RBL, con relación al uso y manejo de los recursos naturales por el ser humano para sus principales actividades productivas y como hábitat de los seres vivos y sus principales servicios ambientales aportan a la fijación de carbono, paisajismo, almacenan agua, mitigan inundaciones, controlan la erosión, purifican el agua, el agua actúa como diluyente de contaminantes entre otros. Estos elementos naturales abióticos proporcionan bosques primarios que sirven de alimento, medicina y aspectos culturales para las comunidades indígenas que habitan en el mismo o sus alrededores.

Sin embargo, la incidencia que tienen las actividades antrópicas tales como agricultura, ganadería, comercio, explotación petrolera, deforestación, en la zona de influencia vulneran el ecosistema dentro de la RBL.

### 3.1. Amenazas

El cambio climático ejerce una fuerte presión sobre los recursos naturales y han propiciado el paulatino agotamiento de este recurso. Sin embargo, las actividades antrópicas, la falta de conciencia ambiental aplicada, inciden de forma significativa y negativamente, afectando la calidad y disponibilidad de los recursos [7].

Como resultado de las entrevistas realizadas en campo a los comuneros las principales amenazas o aspectos ambientales en el área de estudio son:

- El ruido generado por la industria extractiva de hidrocarburos
- Derrames petroleros el último ocurrido en el año 2018
- Construcción de senderos dentro de los bosques primarios
- Pesca excesiva en la Laguna de Limoncocha
- Deforestación para el avance de la frontera agrícola,
- Caza y tráfico de vida silvestre
- Falta de fuentes de trabajo a la población local
- Mal manejo de desechos sólidos y gestión sanitaria en la zona
- Escasos accionares de políticas públicas y apoyo financiero del gobierno por parte de las autoridades competentes al desarrollo de la parroquia y el cantón.

### 3.2. Impactos ambientales

Los impactos ambientales se determinan en moderados y críticos, los mismos que pueden potencializarse en aspectos positivos o negativos y pueden ser provocados por actividades antrópicas o naturales. El impacto crítico se refiere a la magnitud que genera el contaminante y que

sobrepasa el umbral o tolerancia, provocando una pérdida de la calidad ecosistémica, sin que haya posibilidad de reparar integralmente el mismo o que se pueda recuperar por resiliencia [8].

A continuación, se presenta los impactos con relación a los aspectos ambientales mencionados con anterioridad (Tabla 1).

**Tabla 1.** Relación entre aspectos e impactos ambientales

Aspecto	Impacto
Generación de ruido	Alteración de la calidad de vida de fauna silvestre Contaminación de las fuentes de agua y suelo
Vertidos o derrames petroleros	Pérdida de biodiversidad Enfermedades toxicológicas en seres humanos Fragmentación moderada de hábitat de especies
Construcción de senderos turísticos	Contaminación del suelo por residuos sólidos Modificaciones del paisaje ecosistémico
Pesca excesiva y sin control en la laguna de Limoncocha	Pérdida de biodiversidad acuática y reducción de alimento de otras especies consumidoras. Pérdida de biodiversidad
Deforestación	Erosión del suelo Inundaciones Enfrentamientos sociales Compactación del suelo
Avance de la frontera agrícola y ganadera	Pérdida de la biodiversidad Introducción y expansión de especies exóticas
Cacería y tráfico de vida silvestre en pie o carne	Pérdida de biodiversidad Alcoholismo
Pobreza	Prostitución Comercio informal sin buenas prácticas ambientales Contaminación de la calidad del agua
Generación de desechos sólidos (basura) dentro y fuera de la RBL	Contaminación del suelo Alteración del ecosistema Cambio del paisaje Conflictos sociales
Escasos accionares públicos de las autoridades competentes	Contaminación por basura componente biótico (suelo y agua) Contaminación por basura al aire por la quema de estos

### 3. Discusión

Estudios similares, desarrollados en la RBL llegaron a la conclusión que las actividades extractivas a gran escala es el principal detonante de diversas consecuencias negativas para el ambiente, en el caso de la región amazónica ecuatoriana, la explotación petrolera desde los años 70s ha llevado consigo afectaciones a factores indispensables para el desarrollo de la vida, como es el caso del agua y el suelo. Además, la falta de consciencia ambiental ha traído como consecuencia la pérdida de biodiversidad, introducción y expansión de especies exóticas, erosión del suelo, fragmentación de hábitats, entre otras [18,19]. Lo cual coincide con lo obtenido en la presente investigación, las personas que viven en la zona de influencia de la RBL, conocen los impactos negativos que la extracción petrolera ha llevado consigo por años.

La percepción que tiene la población sobre la importancia de estos dos componentes es primordial para empezar a trabajar a través de las comunidades aledañas a la reserva, porque a pesar de tener los conocimientos básicos acerca de la influencia que tienen estos factores

ambientales en el desarrollo de la vida y de sus actividades, misma que no suelen cumplirse ya en la práctica, debido a la falta de motivación por parte de las autoridades encargadas o por falta de interés de su población [20,21]. Al ser un área considerada dentro de los sitios RAMSAR y estar dentro del SNAP del Ecuador, se debe empezar a trabajar con las comunidades, para de esta manera disminuir el impacto negativo que las actividades antrópicas genera al ecosistema y posteriormente realizar una valoración económica de los servicios ambientales que presta la RBL a escala local.

#### 4. Conclusión

Gracias a la declaratoria de área protegida y convención RAMSAR la RBL es un punto HOTSPOT de alto endemismo de especies faunísticas y de flora, permitiendo la conservación dentro del área, no solamente por la importancia que representa para la comunidad, sino por sus múltiples servicios ecosistémicos que brinda. Dentro de la RBL se puede determinar que, si existe una conciencia ambiental por parte de la comunidad, ya que conocen los límites de la reserva y respetan los reglamentos establecidos, sin embargo, se devela que las principales afectaciones se deben a la contaminación de sus recursos abióticos en la zona de influencia de la RBL, ejemplo de aquello es el aumento de la expansión agrícola que ha generado el aumento de la población de lechuguines en la laguna de Limoncocha.

El área dispone de elementos limitados para el manejo efectivo de la RBL, tales como implementación de basureros, control de pesca dentro de la Laguna Limoncocha, estudios de capacidad de carga del lugar para el turismo, poco personal administrativo de la reserva y de la zona de influencia. A pesar de que existe programas de educación ambiental impartidos a las escuelas de la zona, sin embargo, la información no es transmitida entre generaciones, lo cual da como resultado la afectación que existe al ecosistema por el desarrollo de las actividades antrópicas y la falta de empoderamiento de su comunidad.

**Contribución de autores:** El autor participo en todos los procesos investigativos.

**Financiamiento:** El autor financio a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Referencias

1. López Pumalema, J.; Cunalata García, A. Reserva Biológica Limoncocha: Historia, turismo y biodiversidad. *Green World J.* **2020**, *3*, 006, doi:<https://www.greenworldjournal.com/doi-020-ji-2020>.
2. Ministerio del Ambiente del Ecuador *Boletín Nro 7*. Quito - Ecuador 2014,.
3. MAE-SNAP Info SNAP | Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador Available online: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/info-snap> (accessed on May 31, 2020).
4. Mestanza-Ramón, C.; Henkanathhegedara, S.M.; Vásconez Duchicela, P.; Vargas Tierras, Y.; Sánchez Capa, M.; Constante Mejía, D.; Jimenez Gutierrez, M.; Charco Guamán, M.; Mestanza Ramón, P. In-Situ and Ex-Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges. *Divers.* **2020**, *12*.
5. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and Impacts Generated by the Filming of Discovery Channel's Reality Series "Naked and Afraid" in the Amazon: A Special Case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustainability* **2019**, *11*, 50.
6. San Sebastián, M. *Informe Yana Curi: impacto de la actividad petrolera en la salud de poblaciones rurales de la Amazonía ecuatoriana*; Icaria Editorial, 2000; ISBN 8474265045.
7. Ramon, C.M.; García, Á.E.C.; Gutiérrez, M.Y.J.; Bolaños, A.N.C. Disposición a pagar por el ingreso a zonas de uso público en el Parque Turístico "Nueva Loja", Sucumbíos-Ecuador. *Polo del Conoc. Rev. científico-profesional* **2019**, *4*, 67-82.
8. Sánchez, S.; Crespo, G.; Hernández, M.; García, Y. Factores bióticos y abióticos que influyen en la

- descomposición de la hojarasca en pastizales. *Pastos y Forrajes* **2008**, 31, 1.
9. Sahoo, G.; Majid Wani, A.; Prusty, M.; Ray, M. Effect of globalization and climate change on forest – A review. *Mater. Today Proc.* **2021**, doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.113>.
  10. Armas, M.; Lasso, S. Plan de manejo de la reserva biológica Limoncocha. *Quito Minist. del Ambient.* **2011**.
  11. von Wehrden, H.; von Oheimb, G.; Abson, D.J.; Härdtle, W. Sustainability and Ecosystems BT – Sustainability Science: An Introduction. In: Heinrichs, H., Martens, P., Michelsen, G., Wiek, A., Eds.; Springer Netherlands: Dordrecht, 2016; pp. 61–70 ISBN 978–94–017–7242–6.
  12. Ceballos, G.; Ehrlich, P.R.; Barnosky, A.D.; García, A.; Pringle, R.M.; Palmer, T.M. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.* **2015**, 1, e1400253, doi:10.1126/sciadv.1400253.
  13. O'Connor, B.; Bojinski, S.; Rössli, C.; Schaepman, M.E. Monitoring global changes in biodiversity and climate essential as ecological crisis intensifies. *Ecol. Inform.* **2020**, 55, 101033, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.101033>.
  14. Cerda Tanguila, S.S. Aproximación a la relación entre la vulnerabilidad a los efectos del Cambio Climático y el modelo del crecimiento urbano en la Parroquia Limoncocha del Cantón Shushufindi.
  15. Carlos Mestanza, A.M. ENVIRONMENTAL IMPACTS OF TOURISM IN CUYABENO WILDLIFE RESERVE, ECUADOR. *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.* **2018**, 7, 312.
  16. MAE, M. del A. del E. *Guía de Parques 2014 - Parque Nacional Machalilla*; 2014;
  17. Reck, G. Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador. *Quito, Ecuador Ecol. Y MAE* **2007**.
  18. Cuenca, P.; Arriagada, R.; Echeverría, C. How much deforestation do protected areas avoid in tropical Andean landscapes? *Environ. Sci. Policy* **2016**, 56, 56–66, doi:<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.10.014>.
  19. Mestanza Ramon, C.; Sanchez Capa, M.; Cunalata Garcia, A.; Jimenez Gutierrez, M.; Toledo Villacís, M.; Ariza Velasco, A. Community Tourism In Ecuador: A Special Case In The Rio Indillama Community, Yasuní National Park. *Int. J. Eng. Res. Technol. (IJERT)*, 2019, vol. 8, num. 6, p. 653–657 **2020**.
  20. Butchart, S.H.M.; Walpole, M.; Collen, B.; Van Strien, A.; Scharlemann, J.P.W.; Almond, R.E.A.; Baillie, J.E.M.; Bomhard, B.; Brown, C.; Bruno, J. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* (80-. ). **2010**, 328, 1164–1168.
  21. Mestanza-Ramón, C.; Jiménez-Caballero, J.L. Nature Tourism on the Colombian—Ecuadorian Amazonian Border: History, Current Situation, and Challenges. *Sustain.* 2021, 13.

#### Reseña del autor:



Leonardo Daniel Cabezas Andrade de nacionalidad ecuatoriana, de profesión Ingeniero en Recursos Naturales Renovables y Master en Gestión Ambiental, realiza consultoría, asesorías y elaboración de proyectos Ambientales y de Desarrollo Sostenible, actualmente es Profesor de la ESPOCH – Sede Orellana en las carreras afines al Ambiente.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# Mathematics in the foreground and teacher knowledge

Rolando Torres Castillo<sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, El Coca EC220001, Ecuador

 Correspondence: [rolando.torres@esPOCH.edu.ec](mailto:rolando.torres@esPOCH.edu.ec)  + 593 99 163 7771

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51003>

**Abstract:** Mathematics is an extremely necessary skill for everyone, as it is the main tool with which human beings have been able to understand the world around them. When we are students, it is common for us to ask ourselves, why should I study mathematics? We could start by saying that there are many activities of daily life that are related to this science, for example, managing money, preparing a recipe, calculating the distance we have to travel to get somewhere, among other things, but the answer goes further. It is difficult to find a completely comprehensive definition of the mathematical concept. Currently, it is classified as one of the formal sciences (along with logic), since, using logical reasoning as a tool, it focuses on the analysis of relationships and properties between numbers and geometric figures. Thus, the objective of this study was to analyze the trends and challenges in mathematics teacher education and to establish their challenges. The main results indicate that there is a bias to think that it is difficult to study mathematics.

**Keywords:** Knowledge, mathematics, education, fear.

## 1. Introduction

For several decades now, the teaching of mathematics has been opening up a range of possibilities to achieve not only a better understanding of mathematics and the development of logical mathematical thinking, but also to be a factor in changing realities, having a useful and pertinent meaning in the development of everyday life [1–5].

In support of this effort to give greater meaning to the learning of mathematics, the National Council of Teachers of Mathematics proposes six basic principles for its teaching [6,7]. These principles are Equity, understood as providing high expectations and strong support for all students; Coherent curriculum, focused on important and well-articulated mathematics across levels; Effective mathematics teaching, which requires understanding what students know and need to learn, and therefore challenging and supporting them to



**Cite:** Torres Castillo, R. (2022). Mathematics in the foreground and teacher knowledge. Green World Journal, 5(1), 003. <https://doi.org/10.53313/gwj51003>

**Received:** 23/December/2021

**Accepted:** 02/February/2022

**Published:** 04/February/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

learn it well [8–13]; Learning mathematics by understanding it, actively constructing new knowledge from experience and prior knowledge; Assessment, which should support the learning of important mathematics and provide useful information to both teachers and students; and Technology, as essential in the teaching and learning of mathematics as it influences the mathematics being taught and stimulates student learning [7, 10, 14].

On the other hand, authors propose to bring mathematics closer to everyday life, generating a mathematical culture. Taking into account that one of the aims of education is to form educated citizens, mathematics contributes to this end [8, 15, 16]. The authors state that the main objective is not to turn future citizens into "amateur mathematicians", nor is it to train them in complex calculations, since, nowadays, computers solve this problem, but rather to provide a culture with several interrelated components: ability to interpret and critically evaluate mathematical information and arguments supported by data that people encounter in various contexts, ability to discuss or communicate mathematical information, when relevant, and competence to solve mathematical problems encountered in daily life [7, 10, 17, 18].

These theoretical contributions to the state of the art challenge teachers and experts in didactics to develop mathematics teaching based on principles such as activity, to learn by doing and participating, creativity, stimulating thinking and research, interdisciplinarity, connecting mathematics with other areas of the curriculum and cross-cutting objectives, and socialization, connecting mathematics with cultural reality and developing it through collaborative work [18–21]. Thus, the objective of this study was to analyze the trends and challenges in mathematics teacher education and to establish their challenges.

## 2. Trends and Challenges in Teacher Education

Approaching the issue of trends and challenges in mathematics teacher education in both research and practice requires us to look at different educational levels and different contexts where this issue is being addressed.

In this section, priority will be given to highlight, in the European socio-cultural and political context, what policies and practices are being developed and how these can be a starting point to point out some lines of international cooperation [1, 9, 22]. In particular, we will focus on the training of secondary and higher education teachers.

### *What counts in teacher education studies and how to identify it?*

In the face of collaborative projects, it is necessary to identify the lines of research and practice that are being developed [17, 23]. Teacher education is an extensive and multifaceted area that has become increasingly systematized in recent years [24, 25].

In 1999, Krainer and Goffree (1999) published a literature review of mathematics teacher education research in Europe [26]. This work is part of a broader synthesis of research in mathematics education. In this review, Krainer and Goffree distinguish four typologies of research conducted under the umbrella: research on teacher education, mathematics education and teacher training [25, 26].

The first category is called research in the perspective of teacher education. This group includes research that focuses on teachers' mathematical beliefs, teachers' knowledge and aspects of classroom teaching. The authors make it clear that these studies are not research on teacher training. However, they consider that the results of the research can be used as a basis for designing learning conditions for teacher training [27, 28].

This category contrasts with the second category they propose in their classification: research in the context of teacher training [18, 28]. This category includes aspects such as: learning through

professional development, the discontinuity between initial teacher training and the professional activity to be developed at school, and the changes that teachers experience in their beliefs and practices. In this category, the use of research for teacher training directly affects the teacher [25,29]. However, in the works developed, practice is not yet considered as an object of research.

As a third category, the authors point to research on teacher education, in which teacher education is the object of research, and the processes of interaction in teacher education are the main focus of study. Finally, the fourth category is research as teacher education. Here, research activity is foregrounded as a means for professional development and teacher education. Various forms of action research and reflective practice are included, through which teachers reflect on and investigate their own practice as a means of improving their learning and action [6,30].

Through this category system, Krainer and Goffree articulate their review of research being conducted on mathematics teacher education in Europe, revealing that most of these studies fall under the first two categories [31–34]: research on knowledge, beliefs, and practice change predominantly. We note that there is a concern to integrate theory and practice, and to advance in a deeper understanding of the elements that favor professional development as a teacher [24,35,36].

### 3. Challenges

In response to this challenge, methods have emerged in recent decades that seek to renew the teaching and learning of mathematics, giving a new meaning to its development [26]. An increasingly well-known example is the Singapore method, used for more than 50 years and named after the country from which it originates, which seeks to develop mathematics beyond the traditional. This method proposes the teaching of mathematics, no longer from numbers or the blackboard, but from the introduction of mathematical concepts based on the students' own experiences. This experience is graphed with a pictorial representation, to be later taken to an abstract concept. Its main objective is that students are able to relate mathematics to their own lives. This method proposes five keys to learning mathematics, emphasizing understanding in order to learn, developing multiple intelligences in an equitable manner, providing students with learning from the concrete and promoting learning through cooperative work.

With these advances in the teaching of mathematics at our disposal, the challenge is now personal for each mathematics teacher, not only to become an expert in various methodologies, but also to assume a vision of the teaching and learning of mathematics based on principles that will contribute to the integral development of our students and of a culture where mathematics is a contribution to the improvement and development of society.

### 4. Conclusions

Thus, mathematics is fundamental for the intellectual development of children, it helps them to be logical, to reason in an orderly manner and to have a mind prepared for thinking, criticism and abstraction. Mathematics is considered as a fundamental basis in every person, mathematics is also considered as the queen of sciences, since to perform different activities or action we are always using a mathematical function, either adding, subtracting, dividing or multiplying.

However, the majority opinion is that mathematics plays an important role in society. Indeed, mathematics is present in every facet of our daily lives: the use of bank ATMs, cell phone communications, weather forecasting, new technologies, architecture, and even, although it is not so well known, in a work of art, in music, in advertising, in the cinema or in the reading of a book. In the educational field, mathematics shapes attitudes and values in students, since it guarantees a solid foundation, security in the procedures and confidence in the results obtained. All this creates in children a conscious and favorable disposition to undertake actions that lead to the solution of the problems they face every day.

In turn, mathematics contributes to the formation of values in children, determining their attitudes and behavior, and serving as patterns to guide their lives, such as a logical and coherent way of facing reality, the search for accuracy in the results, a clear understanding and expression through the use of symbols, the ability to understand and express themselves clearly through the use of symbols, and the ability to understand the results obtained.

#### References:

1. Mihailović, D.T.; Balaž, I.; Kapor, D. Chapter 19 – Interrelations between mathematics and environmental sciences. In *Time and Methods in Environmental Interfaces Modelling*; Mihailović, D.T., Balaž, I., Kapor, D.B.T.–D. in E.M., Eds.; Elsevier, 2017; Vol. 29, pp. 253–263 ISBN 0167–8892.
2. Ertekin, E. Correlations between the mathematics teaching anxieties of pre–service primary education mathematics teachers and their beliefs about mathematics. *Educ. Res. Rev.* **2010**, *5*, 446–454.
3. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and Impacts Generated by the Filming of Discovery Channel’s Reality Series “Naked and Afraid” in the Amazon: A Special Case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustainability* **2019**, *11*, 50.
4. Mestanza–Ramón, C.; Jiménez–Caballero, J.L. Nature Tourism on the Colombian—Ecuadorian Amazonian Border: History, Current Situation, and Challenges. *Sustain.* **2021**, *13*.
5. Mestanza–Ramón, C.; Paz–Mena, S.; López–Paredes, C.; Jimenez–Gutierrez, M.; Herrera–Morales, G.; D’Orio, G.; Straface, S. History, Current Situation and Challenges of Gold Mining in Ecuador’s Litoral Region. *L.* **2021**, *10*.
6. Davis, B.; Simmt, E.; Sumara, D. Mathematics–for–teaching: an ongoing investigation of the mathematics that teachers (need to) know. *Educ. Stud. Math.* **2005**, *30*, 1–27.
7. Wheatley, G.H. Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Sci. Educ.* **1991**, *75*, 9–21.
8. Parker, D.; Adler, J. Sociological tools in the study of knowledge and practice in mathematics teacher education. *Educ. Stud. Math.* **2014**, *87*, 203–219.
9. Civil, M.; Khan, L.H. Mathematics instruction developed from a garden theme. *Teach. Child. Math.* **2001**, *7*, 400–405.
10. Scheiner, T.; Montes, M.A.; Godino, J.D.; Carrillo, J.; Pino–Fan, L.R. What makes mathematics teacher knowledge specialized? Offering alternative views. *Int. J. Sci. Math. Educ.* **2019**, *17*, 153–172.
11. Mestanza–Ramón, C.; D’Orio, G.; Straface, S. Gold mining in Ecuador: Innovative recommendations for the management and remediation of mercury–contaminated waters. *Green World J.* **2021**, *4*, 11, doi:10.53313/gwj42028.
12. Mestanza–Ramón, C.; Henkanathhegedara, S.M.; Váscones Duchicela, P.; Vargas Tierras, Y.; Sánchez Capa, M.; Constante Mejía, D.; Jimenez Gutierrez, M.; Charco Guamán, M.; Mestanza Ramón, P. In–Situ and Ex–Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges. *Divers.* **2020**, *12*.
13. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and impacts generated by the filming of Discovery Channel’s reality series “Naked and Afraid” in the Amazon: A Special case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustain.* **2018**, *11*, doi:10.3390/su11010050.
14. Possingham, H.; Day, J.; Goldfinch, M.; Salzborn, F. The mathematics of designing a network

- of protected areas for conservation. In Proceedings of the Decision Sciences: Tools for Today. Proceedings of 12th National ASOR Conference; 1993; pp. 536–545.
15. Crespo, S. Learning to pose collaborative mathematics problems with secondary prospective teachers. *Int. J. Educ. Res.* **2020**, *102*, 101430.
  16. Easton, G.; Wellington, A.; Davis, J.P.; Yeh, A. Foregrounding mathematics in integrated STEM projects via digital technology. *Aust. Math. Educ. J.* **2020**, *2*, 10–15.
  17. Guo, L.; Bi, C. Adaptive finite element method for nonmonotone quasi-linear elliptic problems. *Comput. Math. with Appl.* **2021**, *93*, 94–105, doi:<https://doi.org/10.1016/j.camwa.2021.03.034>.
  18. Adler, J.; Hossain, S.; Stevenson, M.; Clarke, J.; Archer, R.; Grantham, B. Mathematics for teaching and deep subject knowledge: Voices of Mathematics Enhancement Course students in England. *J. Math. Teach. Educ.* **2014**, *17*, 129–148.
  19. Krainer, K. Individuals, teams, communities and networks: Participants and ways of participation in mathematics teacher education: An introduction. In *International Handbook of Mathematics Teacher Education: Volume 3*; Brill Sense, 2008; pp. 1–10 ISBN 9004419233.
  20. Halpern, D.F.; Benbow, C.P.; Geary, D.C.; Gur, R.C.; Hyde, J.S.; Gernsbacher, M.A. The science of sex differences in science and mathematics. *Psychol. Sci. public Interes.* **2007**, *8*, 1–51.
  21. White, D.Y.; Crespo, S.; Civil, M. *Cases for mathematics teacher educators: Facilitating conversations about inequities in mathematics classrooms*; IAP, 2016; ISBN 1681236273.
  22. Fischbein, H. *Intuition in science and mathematics: An educational approach*; Springer Science & Business Media, 1987; Vol. 5; ISBN 9027725063.
  23. Schenke, K.; Lam, A.C.; Conley, A.M.; Karabenick, S.A. Adolescents' help seeking in mathematics classrooms: Relations between achievement and perceived classroom environmental influences over one school year. *Contemp. Educ. Psychol.* **2015**, *41*, 133–146, doi:<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.01.003>.
  24. Kulcsár, N. Lifelike problems in mathematics lessons. *Stud. Curr. Results Mech. Veh. Eng. Res. Széchenyi István Univ.* 68.
  25. Martínez, J.M.; Dominguez, H. Navigating mathematics and language tensions in language immersion classrooms. *Teach. Teach. Educ.* **2018**, *75*, 1–9.
  26. Krause, G.H.; Maldonado, L.A. Our Linguistic and Cultural Resources: The Experiences of Bilingual Prospective Teachers with Mathematics Autobiographies. In *Transforming Mathematics Teacher Education*; Springer, 2019; pp. 161–176.
  27. Ye, X.; Zhang, S. A stabilizer free weak Galerkin finite element method on polytopal mesh: Part II. *J. Comput. Appl. Math.* **2021**, *394*, 113525, doi:<https://doi.org/10.1016/j.cam.2021.113525>.
  28. Horn, I.S. Learning on the job: A situated account of teacher learning in high school mathematics departments. *Cogn. Instr.* **2005**, *23*, 207–236.
  29. Potari, D. Mathematics teacher knowledge: mathematics in the foreground. *J. Math. Teach. Educ.* **2014**, *17*, 101–103.
  30. Conner, A.; Edenfield, K.W.; Gleason, B.W.; Ersoz, F.A. Impact of a content and methods course sequence on prospective secondary mathematics teachers' beliefs. *J. Math. Teach. Educ.* **2011**, *14*, 483–504.
  31. Ruiz, L.; Martínez, G.T.; Céspedes, D.G. Desafíos de la educación superior. Consideraciones sobre el Ecuador. *INNOVA Res. J.* **2018**, *3*, 8–16.
  32. Adler, J. Mathematics for teaching: What is it and why is it important that we talk about it? *Pythagoras* **2005**, *2005*, 2–11.
  33. Scheidat, M.; Castro, C.; Gonzalez, J.; Williams, R. Behavioural responses of humpback

- whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. *J. Cetacean Res. Manag.* **2004**, *6*, 63–68.
34. Julie, C. The deployment of mathematics in areas other than those normally associated with mathematical modelling and the applications of mathematics. *Math. Model. Educ. Sense-making* **2020**, 237.
35. Miles, M.L.; Buenrostro, P.M.; Marshall, S.A.; Adams, M.; McGee, E.O. Cultivating racial solidarity among mathematics education scholars of color to resist white supremacy. *Int. J. Crit. Pedagog.* **2019**, *10*.
36. Wiik, A.; Vos, P. "I want a high-educated job that pays well and is fun": Secondary students' relevance beliefs for taking advanced mathematics. In Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education; Freudenthal Group; Freudenthal Institute; ERME, 2019.



**Rolando Torres Castillo**, research professor at the Higher Polytechnic School of Chimborazo in the branch of mathematics. His latest research has been carried out in the northern part of the Amazon region in the province of Orellana, Ecuador..



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

REVIEW ARTICLE

# Turismo rosa: breve análisis del contexto europeo y ecuatoriano

Ramos G. Verónica <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Ambato, Ambato, EC180150, Ecuador

 Correspondence: [cielo4045@hotmail.com](mailto:cielo4045@hotmail.com)  + 593 98 481 3916

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51004>

**Resumen:** El turismo a nivel mundial se ha convertido en actor clave del desarrollo socioeconómico de los lugares donde se lleva a cabo. Además de contribuir con divisas para el país, impulsa una amplia diversificación generando así fuentes de empleo; y a la vez, mejorando la calidad de vida de los habitantes. El presente documento analiza el impacto del turismo rosa en los países europeos en contraste con la realidad ecuatoriana. Para esto, se realizó una revisión bibliográfica de literatura gris y científica. Los principales resultados muestran que el segmento rosa (turista LGBT) constituye un mercado importante, el cual debe ser desarrollado considerando las características propias del país y teniendo en cuenta siempre el bienestar tanto del ciudadano como del turista. Esto con el fin de lograr una convivencia basada en el respeto y los derechos de cada uno de ellos. Cabe resaltar que en el documento se van a encontrar varias siglas como LGBTI, LGBT, LGBTQ o LGBTI+, puesto que se ha respetado la variedad de términos con los cuales se identifica la comunidad LGBT.

**Palabras claves:** inversión; orgullo; Galápagos; LGBT; desarrollo.

## Pink tourism: brief analysis of the European and Ecuadorian context

**Abstract:** Tourism worldwide has become a key player in the socioeconomic development of the places where it takes place. In addition to contributing foreign exchange for the country, it promotes a wide diversification, generating sources of employment and at the same time improving the quality of life of the inhabitants. This document analyzes the impact of pink tourism in European countries in contrast with the Ecuadorian reality, for which a bibliographic review of gray and scientific literature was carried out. The main results show that the pink segment (LGBT tourists) constitutes an important market which should be developed considering the characteristics of the country and always taking into account the welfare of both the citizen and the tourist in order to achieve a coexistence based on respect and the rights of each one of



**Cite:** Ramos G., V. (2022). Turismo rosa: breve análisis del contexto europeo y ecuatoriano. Green World Journal, 5(1), 004.

<https://doi.org/10.53313/gwj51004>

**Received:** 19/December/2021

**Accepted:** 01/February/2022

**Published:** 04/February/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

them. It should be noted that in the document you will find several acronyms such as LGBTI, LGBT, LGBTQ or LGBTI+, since the variety of terms with which the LGBT community identifies itself has been respected.

**Keywords:** investment; pride; Galapagos; LGBT; development.

## 1. Introducción

En términos generales, la Organización Mundial de Turismo (OMT) define al turismo como un fenómeno social, cultural y económico que supone el desplazamiento de personas a países o lugares fuera de su entorno habitual [1]. Esta actividad ha contribuido al desarrollo económico y social [2] de los diferentes países que; advirtiendo la necesidad de contar con fuentes de ingresos sustentables y sostenibles [3], han optado por la diversificación turística y la apertura de sus destinos a nuevos y variados grupos de turistas [4]. El turismo es dinámico y su constante evolución con respecto a las preferencias y necesidades del turista, [5] requiere que se analicen diferentes segmentos de mercado y la posibilidad de adaptarse a la realidad actual.

La crisis provocada por el COVID – 19 ha repercutido negativamente en el sector turístico a nivel mundial. Según cifras de la OMT, de enero del 2020 a julio del 2021, la llegada de turistas internacionales se ha reducido en un 83%, a comparación del año 2019. El turismo ha demostrado ser una actividad económica con alto grado de sensibilidad, la pandemia actual lo ha ratificado [6]. Sin embargo, existe una notable diferencia entre la capacidad de recuperación y resiliencia del continente europeo frente a los destinos sudamericanos; quizá, por su capacidad de adaptación, especialización y apertura a diferentes modelos y segmentos de turismo; como por ejemplo, el turismo LGBT. Este segmento, también conocido como turismo rosa, hace referencia a los productos y servicios turísticos creados con especial atención para la comunidad LGBT.

La siglas LGBTI+ se utilizan para referirse de forma inclusiva a todos los individuos y a las comunidades que se identifican como: lesbianas, gay, bisexuales, transexuales, intersexuales [8–9]. Aproximadamente del 5% al 10% de la población general, pertenecen a este grupo de individuos [9]. Los cambios sociológicos y políticos que se han dado a través de los años, han impulsado el desarrollo de esta comunidad hasta establecerse como un segmento de mercado que consume productos y servicios como cualquier otro con preferencias y necesidades específicas; y que, además, constituye un mercado relevante [10]. Con este antecedente, es justo pensar que convertirse en un destino turístico seguro y acogedor para la comunidad LGBT, puede representar una oportunidad importante a explotar en los países sudamericanos.

## 2. Contexto Europeo

A nivel mundial, la cifra de viajes y turismo LGBTI+ superó los 196.000 millones de euros en 2018, lo que lo convierte en uno de los mayores mercados turísticos. Este mercado lo lidera Europa con una cuota de 64.900 millones de euros con un crecimiento anual de 1,4% [11]. Según el Centro para la Promoción de las Importaciones de los países en desarrollo (CBI), se calcula que el 5,9% de la población europea se identifica como LGBT.

Si bien es cierto, todavía en al menos 72 países la comunidad LGBTQ puede ser procesada y encarcelada; y, alarmantemente, en 12 países las personas LGBT aún pueden ser ejecutadas [12]. El valor del mercado del turismo LGBT+ en únicamente siete países europeos (España, Francia, Italia, Alemania, Reino Unido, Polonia y Países Bajos) es de 64.000 millones de euros [11]. Por lo tanto, es más que lógico que el turista LGBTQ visite y dinamice la economía de los lugares que garanticen respeto y seguridad, prefiriendo los destinos ya conocidos como amigables y que aceptan a las personas LGBTQ visitantes y locales.

La filosofía turística puesta en práctica por estos siete países se basa en fomentar la integración del colectivo LGBT dentro de la sociedad en un ambiente de tranquilidad y convivencia con respeto [13]; y, a la vez, ofrecer una variedad de servicios especializados destinados a la diversión, la naturaleza, la cultura, el bienestar personal y el ocio [14]. Para ello, estos países han desarrollado

estrategias, leyes y políticas públicas a favor de la integración igualitaria basada en los derechos de esta comunidad como por ejemplo: ser de los primeros países en legalizar matrimonios del mismo sexo, la estrategia de Igualdad LGBTIQ de la UE (2020–2025), misma que garantiza la protección contra la discriminación en toda la UE, la creación en el año 2020 del Comité Directivo de lucha contra la Discriminación, Diversidad y la Inclusión (CDADI) [15], la formación de las fuerzas del orden, la sensibilización de las víctimas de delitos LGBT+, condenar actos de incitación al odio contra la comunidad LGBTI [15] y actos anuales del Orgullo que visibilizan la presencia de las comunidades LGBT en espacios públicos, entre los más relevantes.

En Europa, el turismo rosa comprende un segmento atractivo y rentable para el sector turístico; y, a la vez, aquellos servicios que se diversifican del mismo [16]. El nivel de consumo, el poder adquisitivo y la frecuencia de viajes que, en cierta medida, incluso superan las cifras del turista heterosexual, han hecho que para captar y hasta cierto punto fidelizar a estos clientes, los países se preocupen especialmente en la percepción que la comunidad tiene de los mismos; promocionando eficazmente no sólo la cultura, naturaleza y ocio que puede ofrecer su destino, sino enfatizando también en aspectos fundamentales como la seguridad, el respeto y la convivencia pacífica [17].

### 3. Escenario Ecuatoriano

Ecuador es un pequeño y atractivo país turístico ubicado en la zona noroeste de América del Sur. Geográficamente, el país se divide en cuatro regiones: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos; cada región con sus propias características naturales, culturales, gastronómicas, diversidad étnica, obras arquitectónicas y demás [18]. En definitiva, Ecuador es un destino con interesantes lugares por descubrir y disfrutar. En el año 2019, Ecuador se encontraba en octavo puesto del índice de competitividad turística con respecto a Latinoamérica, y a nivel mundial en el puesto número 70 [19]. Los ingresos de divisas por turismo en el Ecuador en el año 2020 descendieron a 705 millones de dólares frente a los 2.288 millones generados en el año 2019, lo cual representa una disminución del 69.2% y cuya causa principal se atribuye a la pandemia mundial [20].

Con respecto a la visibilización, despenalización y respeto de los derechos de la comunidad LGBTI+ en Ecuador, el país ha avanzado lenta, pero significativamente, empezando en el año 1997 con la despenalización de la homosexualidad al eliminarse del Código Penal el art. 516 mismo que castigaba la homosexualidad con 4 a 8 años de prisión [21]. Luego, pasando por la Constitución del año 2008 con la creación de artículos a favor de la comunidad LGBTI+, siendo lo más destacable: la igualdad de derechos, deberes y oportunidades, la no discriminación por orientación sexual o identidad de género y el derecho a tomar decisiones libres, voluntarias y responsables sobre su sexualidad [22]. Posteriormente, siguiendo con las reformas al Código Penal que desde el año 2009 sanciona los crímenes de odio por orientación sexual en el 2016 con la ley orgánica de gestión de la identidad y datos civiles [23]; y ya para el año 2019, el derecho al matrimonio igualitario [24].

Pese a que la legislación ecuatoriana respalda los derechos de la comunidad LGBT, en un país con aproximadamente 17 millones de habitantes de los cuales el 80.4% profesa la religión católica seguida del 11.3% de religión evangélica [25], la discriminación y los prejuicios en algunos lugares siguen vigentes y aunque los eventos LGBT pueden atraer a simpatizantes sean o no de la comunidad. También existe la posibilidad de que se generen respuestas negativas y fuerzas de oposición entre grupos de la sociedad; como por ejemplo, el colectivo “con mis hijos no te metas” [26], quienes en más de una ocasión han marchado en contra de varios aspectos concernientes a la comunidad LGBT.

El turismo es uno de los sectores de mayor importancia y crecimiento en el mundo. Por supuesto, en Ecuador juega un papel estratégico en su matriz productiva; y desde hace varios años, ya se lo considera impulsor del desarrollo socioeconómico [27]. Las instituciones ad-hoc en el país

han coincidido en que el turismo es un proceso dinámico que requiere de constante cambio, adaptación, diversificación, apertura a nuevos mercados y captación de nuevos clientes. Los gustos y preferencias de los turistas cambian rápidamente, por lo tanto los destinos deben adaptarse continuamente y modificar su oferta para ajustarse a las nuevas demandas [28]. Sin embargo, existe un segmento de turismo potencial que no ha sido analizado ni desarrollado en Ecuador y este es el llamado turismo rosa o turismo LGBTI+. Curiosamente, en el país no existen fuentes o estudios oficiales que provean datos reales o relevantes relacionados con este tipo de turismo y su impacto en la economía y sociedad ecuatoriana. Por consecuencia, no se han desarrollado estrategias, políticas públicas, concientización, o programas formales en pro de la diversidad enlazada con el turismo.

De manera empírica, y a través de las experiencias relatadas por dueños de negocios y la misma comunidad LGBTI+, se conoce que en Ecuador sí existen lugares por los cuales se decanta este tipo de turista. Las islas Galápagos por ejemplo, con su oferta de turismo de naturaleza son ampliamente reconocidas como un lugar gay friendly a nivel mundial [29]. En Ecuador continental, se puede hablar de Quito, Guayaquil y Baños de Agua Santa como las ciudades que han dado los primeros pasos en el país en cuanto a una pequeña oferta turística enfocada al segmento LGBT con la creación de bares, discotecas, saunas y paquetes turísticos de naturaleza y cultura [30]. Por parte de los establecimientos heterosexuales, se puede decir que varios de éstos paulatinamente se han ido convirtiendo en establecimientos gay friendly [31].

Según la primera encuesta nacional sobre negocios LGBT friendly realizada en julio 2021 por la Cámara de Comercio LGBT del Ecuador en la cual se analizó una muestra de 501 casos, el 36.6% de estos negocios se dedica a una actividad comercial, y el 32.7% corresponde a servicios, incluidos los relacionados con hotelería y turismo. De este mismo estudio se desprende que: el 65.3% de estos negocios son de propiedad de una persona LGBT, el 48.5% de estos negocios tienen clientes LGBT, el 23.8% se interesa por el mercado LGBT y con igual porcentaje, propietarios que tienen familiares LGBT [32]. Por lo tanto, se puede hablar de un mercado que existe, que está en crecimiento y que requiere de acciones concretas para poder explotarlo de una manera que sea beneficiosa para el país, respetada por la sociedad y atractiva para el turista [33].

Robin Guevara – vicepresidenta de la Fundación "Visión y Diversidad" de la ciudad de Ambato, manifiesta: "es innegable la notoriedad que ha brindado la Cámara LGBT de Comercio y Turismo del Ecuador que forma parte de la NGLCC (National Gay & Lesbian Chamber of Commerce) al posicionamiento del "Turismo gay" o "Turismo rosa" en el país". Actualmente, la Cámara de Comercio LGBT del Ecuador con su iniciativa "Proud Destinations", busca fomentar el turismo LGBTIQ+ en el país con la participación activa de la sociedad mediante la creación de redes de negocios (hoteles, agencias, cruceros entre otros) destinados al turismo LGBT. Además, busca promover la colaboración y proactividad de sus miembros, con la finalidad de mejorar la calidad de vida del sector LGBT del país e impulsa la generación de divisas en el sector empresarial, industrial, comercial y turístico [34].

#### 4. Conclusiones

El presente documento ha permitido conocer de manera general las implicaciones y el impacto del desarrollo del turismo LGBT en los países europeos, y expone la realidad del Ecuador frente a la posible apertura del país al turismo rosa. Los países europeos que han tenido éxito con este tipo de turismo han trabajado con todos sus actores estratégicos para ser reconocidos como gay friendly. Para esto, han procurado que el turista LGBT se sienta bienvenido y respetado en todo momento; fomentando entornos abiertos a la diversidad y generando confianza para viajar.

La apertura hacia el turismo rosa representa una oportunidad rentable para el Ecuador. Datos generales indican que este tipo de turista gasta, en promedio, más que el turista heterosexual ya que busca experiencias únicas y personalizadas, lo que da lugar a una diversificación amplia. En

este sentido, Ecuador debe impulsar la generación de nuevos mercados turísticos acordes a la dinámica mundial.

Si bien es cierto, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), conjuntamente con el Ministerio de Turismo, proveen información y cifras sobre varios aspectos del turismo en el país, no existe una base estadística o datos oficiales sobre el impacto que genera el turismo rosa en Ecuador; o, a su vez, la poca información a la que se puede acceder es imprecisa. Por lo tanto, se puede observar una falta de aplicación de leyes, políticas y estrategias turísticas enfocadas a este segmento de mercado.

**Contribución de autores:** El autor contribuyó en todo el proceso investigativo.

**Financiamiento:** El autor financió a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

#### Referencias:

- [1] "Glosario de términos de turismo | OMT." <https://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos> (accessed Jul. 24, 2021).
- [2] A. Thommandru, M. Espinoza-Maguiña, E. Ramirez-Asis, S. Ray, M. Naved, and M. Guzman-Avalos, "Role of tourism and hospitality business in economic development," *Mater. Today Proc.*, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.MATPR.2021.07.059.
- [3] J. M. Parreno Castellano and J. M., "Turismo sostenible y diversificación de la oferta en las islas Canarias (España)," *http://journals.openedition.org/etudescaribeennes*, no. 9–10, Sep. 2008, doi: 10.4000/ETUDESCARIBEENNES.1343.
- [4] A. Falero and R. Campod, *El turismo bajo la lupa académica*. 2012.
- [5] R. W. BUTLER, "THE CONCEPT OF A TOURIST AREA CYCLE OF EVOLUTION: IMPLICATIONS FOR MANAGEMENT OF RESOURCES," *Can. Geogr. / Le Géographe Can.*, vol. 24, no. 1, pp. 5–12, 1980, doi: 10.1111/J.1541-0064.1980.TB00970.X.
- [6] "Turismo en tiempo de pandemias. covid-19 en Latinoamérica (Tourism in Times of Pandemics. COVID-19 in Latin America) by Ángel Guillermo Félix Mendoza, Alfonso Zepeda Arce, Jhonny Saulo Villafuerte Holguín :: SSRN." [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3875865](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3875865) (accessed Jul. 24, 2021).
- [7] Child Welfare League of America & Lambda Legal, "Conceptos básicos sobre el ser LGBT," *Vamos al Grano Herramientas para apoyar a la Juv. LGBT en custodia estatal*, pp. 1–2, 2013, Accessed: Jul. 26, 2021. [Online]. Available: [https://www.lambdalegal.org/sites/default/files/spa-vg\\_conceptosbausicos\\_final.pdf](https://www.lambdalegal.org/sites/default/files/spa-vg_conceptosbausicos_final.pdf).
- [8] Red Iberoamericana de Educación LGTBI, "Conceptos | Red Iberoamericana de Educación LGTBI." <http://educacionlgbti.org/conceptos/> (accessed Jul. 26, 2021).
- [9] P. Ngoc Chinh, "Diseño y creación de un nuevo producto turístico exclusivo para el colectivo LGBT: propuesta de un plan de comunicación para el desarrollo de un producto turístico de homestay en Segovia," 2019, Accessed: Jul. 28, 2021. [Online]. Available: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/37297>.
- [10] L. V. Cocco, "La creciente comunidad LGBT, un ignorado y relevante segmento del mercado," pp. 1–6, 2018, Accessed: Jul. 26, 2021. [Online]. Available: [https://racimo.usal.edu.ar/6330/1/Páginas desde5000256264-La creciente comunidad LGBT%2C un ignorado y relevante segmento del mercado.pdf](https://racimo.usal.edu.ar/6330/1/Páginas%20desde5000256264-La%20creciente%20comunidad%20LGBT%20un%20ignorado%20y%20relevante%20segmento%20del%20mercado.pdf).
- [11] CBI, "The European market potential for dried mushrooms," Jan. 2020. Accessed: Jul. 28, 2021. [Online]. Available: <https://www.cbi.eu/market-information/tourism/lgbtq-tourism/market-potential>.
- [12] EFE, "Ser homosexual es delito en 72 países y en 8 se castiga con pena de muerte," 19

- de junio, 2017. <https://www.efe.com/efe/espana/sociedad/ser-homosexual-es-delito-en-72-paises-y-8-se-castiga-con-pena-de-muerte/10004-3300997> (accessed Sep. 08, 2021).
- [13] D. R. Coon, "Gay and Lesbian Tourism," *Blackwell Encycl. Sociol.*, pp. 1–3, Apr. 2018, doi: 10.1002/9781405165518.WBEOG082.PUB2.
- [14] C. <1993> Colussi and C. <1993>, "Il turismo LGBT," Mar. 2019, Accessed: Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <http://dspace.unive.it/handle/10579/14438>.
- [15] ILGA, *Annual review of the human rights situation of lesbian, gay, bisexual, trans and intersex people in Europe and Central Asia*, no. December. 2020.
- [16] C. M. Korflür, M. R. Vela, and M. E. R. Molina, "OFERTA Y DEMANDA EN EL MERCADO TURÍSTICO HOMOSEXUAL: UNA PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE INTERCAMBIO PARA LA MEJORA DEL MARKETING EN EL SEGMENTO," *Cuad. Tur.*, vol. 20, no. 20, pp. 171–197, 2007, Accessed: Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <https://revistas.um.es/turismo/article/view/12961>.
- [17] J. M. Prat Forga, "Motivations of LGBT tourists in choosing the city of Barcelona," *Doc. d'Anàlisi Geogr.*, vol. 61, no. 3, pp. 601–621, 2015, doi: 10.5565/rev/dag.314.
- [18] G. Poveda, J. Rendón, and D. Castro, "Incentivo del turismo en el Ecuador como una fuente de empleo, inclusión," 2018, Accessed: Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/04/turismo-ecuador.html>.
- [19] N. I. Santiago Chávez, A. J. Romero Fernández, and G. A. Álvarez Gómez, "Actualidad y proyecciones de desarrollo del turismo internacional en Ecuador.," *Rev. UNIANDÉS Episteme, ISSN-e 1390-9150, Vol. 4, N.º. 3 (Julio - Septiembre ), 2017, págs. 276-287*, vol. 4, no. 3, pp. 276–287, 2017, Accessed: Aug. 15, 2021. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756273&info=resumen&idioma=SPA>.
- [20] MINTUR, "Visualizador Económico - Portal Servicios MINTUR," *Visualizador de Información Turística del Ecuador*. 2020, Accessed: Aug. 11, 2021. [Online]. Available: <https://servicios.turismo.gob.ec/visualizador-economico>.
- [21] E. Soria, Y. Herrera, and B. Freire, "Informe Sobre La Situacion De Los Derechos Humanos De Las Poblaciones Lgbti," p. 67, 2013, Accessed: Aug. 17, 2021. [Online]. Available: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54809.pdf>.
- [22] E. Vega Suriaga and E. Vega Suriaga, "De gays y trans a diversidades sexo/genéricas: dos décadas de despenalización de la homosexualidad en Ecuador," *Inter Discip.*, vol. 7, no. 17, pp. 119–152, Dec. 2019, doi: 10.22201/CEIICH.24485705E.2019.17.67524.
- [23] I. Hugo Del Pozo Barrezueta Director Del Registro Oficial En su despacho-, "LEY ORGANICA DE GESTION DE LA IDENTIDAD Y DATOS CIVILES," Accessed: Aug. 17, 2021. [Online]. Available: [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec).
- [24] Wambra Radio, "Historia (Cronología) Gay – Noticias LGBT de Ecuador e Hispanoamérica," 2021. <https://diversoecuador.com/historiagayecuador/> (accessed Aug. 15, 2021).
- [25] INEC, "INEC presenta por primera vez estadísticas sobre religión |," *Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo*, 2012. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-por-primera-vez-estadisticas-sobre-religion/> (accessed Sep. 08, 2021).
- [26] L. Nouet and Lumila, "'Con mis hijos no te metas': la avanzada neoconservadora y el derecho a la Educación Sexual Integral," Nov. 2020, Accessed: Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <http://rephip.unr.edu.ar/xmlui/handle/2133/20891>.
- [27] G. Poveda, J. Rendón, and D. Castro, "Incentivo del turismo en el Ecuador como una fuente de empleo, inclusión," 2018, Accessed: Aug. 15, 2021. [Online]. Available: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/04/turismo-ecuador.html>.
- [28] la R. Martín de, "Nuevos turistas en busca de un nuevo producto: el patrimonio cultural,"

- PASOS Rev. Tur. y Patrim. Cult.*, vol. 1, no. 2, pp. 155–160, 2003, doi: 10.25145/j.pasos.2003.01.015.
- [29] “Adventure Guide to Ecuador and the Galapagos Islands – Peter Krahenbul – Google Libros.” <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dLeAAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT13&dq=galápagos+gay+friendly&ots=ufqItDKL7V&sig=JeZpDJZahdanhMXliozlaxpSJ08#v=onepage&q&f=false> (accessed Sep. 07, 2021).
- [30] R. E. García Nieto, “Análisis de la situación actual de la oferta turística para la comunidad GLBTI en la ciudad de Guayaquil, y las expectativas de crecimiento e inclusión del turismo gay en la sociedad,” 2014, Accessed: Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1178>.
- [31] L. O. Velásquez Manrique, “Análisis del segmento turístico LGBTI internacional para propuesta de un certificado de calidad para establecimientos de servicios de hospitalidad.,” 2017, Accessed: Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/15067>.
- [32] Camara LGBT De Comercio Ecuador, “1era Encuesta Nacional sobre negocios LGBTI Friendly y su situación ante el COVID19 en Ecuador,” Jul. 2021. Accessed: Aug. 08, 2021. [Online]. Available: <https://comerciolgbt.files.wordpress.com/2021/07/1era-encuesta-nacional-sobre-negocios-lgbti-friendly-y-su-situacion-ante-el-covid19-en-ecuador.pdf>.
- [33] Y. Ram, A. Kama, I. Mizrahi, and C. M. Hall, “The benefits of an LGBT-inclusive tourist destination,” *J. Destin. Mark. Manag.*, vol. 14, Dec. 2019, doi: 10.1016/J.JDMM.2019.100374.
- [34] A. Rivera, “‘Proud Destinations’, la primera iniciativa de turismo LGBTIQ+ en Ecuador,” *Revista vistazo*, 2021.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

RESEARCH ARTICLE

# Producto turístico cultural en Riobamba provincia de Chimborazo-Ecuador

Rita Sulema Lara Vasconez   Gisela Fernanda Ramos Parra  & Flor Maria Quinchuela Pozo 

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba EC060104, Ecuador

 Correspondencia: : [rita.lara@esPOCH.edu.ec](mailto:rita.lara@esPOCH.edu.ec)  + 593 99 860 9914

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51005>

**Resumen:** El turismo es reconocido como una de las industrias de más rápido crecimiento y desarrollo y más dinámicas en todo el mundo. El turismo cultural ha surgido con la intención de reducir los daños acumulados y los efectos negativos de las actividades turísticas. En Ecuador el turismo cultural está considerado como una de las líneas de productos turísticos claves con proyecciones a potencializarse. Se realizó un diagnóstico turístico artesanal actual, para identificar los principales sitios turísticos culturales de Riobamba. Además, se diseñó un paquete turístico el cual cumplió con los estándares de calidad y servicios adecuados para el turista. Finalmente, se logró articular el trabajo artesanal tradicional con el turismo de la ciudad y con ello se generó nuevas fuentes económicas para la ciudad mientras se revaloriza el arte en el ámbito artesanal.

**Palabras claves:** Turismo, cultural, situación actual, gestión turística.

## Cultural tourism product in Riobamba province of Chimborazo-Ecuador

**Abstract:** Tourism is recognized as one of the fastest growing and developing and most dynamic industries worldwide. Cultural tourism has emerged with the intention of reducing the accumulated damages and negative effects of tourism activities. In Ecuador, cultural tourism is considered one of the key tourism product lines with projections for potential. A current artisanal tourism diagnosis was carried out to identify the main cultural tourism sites in Riobamba. In addition, a tourism package was designed that met the standards of quality and adequate services for tourists. Finally, traditional artisan work was articulated with tourism in the city, thus generating new economic sources for the city while revaluing art in the artisan field.

**Key words:** Tourism, cultural, current situation, tourism management.



**Cita:** Lara Vásconez, R. S., Ramos Parra, G. F., & Quinchuela Pozo, F. M. (2022). Producto turístico cultural en Riobamba provincia de Chimborazo-Ecuador. Green World Journal, 5(1), 005. <https://doi.org/10.53313/gwj51005>

**Received:** 22/December/2022

**Accepted:** 16/February/2022

**Published:** 17/February /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.  
Creative Commons Attribution (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## 1. Introducción

El turismo es un gran negocio. Se ha convertido en una industria importante en todo el mundo y se prevé que seguirá creciendo vigorosamente. En los últimos dos decenios, el número de turistas internacionales casi se ha triplicado, y los ingresos del turismo internacional aumentaron de unos 22.000 millones de dólares en 1970 a alrededor de 300.000 millones de dólares en 1990[1]. En los años sesenta los europeos descubrieron España como centro turístico y durante las dos últimas décadas el turismo ha llegado a ser la segunda industria más grande del país, después de la agricultura. Así es que treinta y cinco millones de turistas visitan España cada año[2]. El turismo es reconocido como una de las industrias de más rápido crecimiento y desarrollo y más dinámicas en todo el mundo[3]. La industria turística es una de las principales fuentes de la economía mundial, al constituirse en un importante factor de entrada de divisas y creación de empleo directo e indirecto, aportando con el 5% del PIB (producto interno bruto) mundial y el 6% de las exportaciones de servicios mundiales, por lo que representa para los países en desarrollo, una de las opción de progreso económico más viable y sostenible actualmente[4,5].

En el Ecuador el ingreso de divisas por concepto de turismo según el Ministerio de Turismo registrado en la balanza de pagos (viajes y transporte de pasajeros), asciende a \$1251,3 millones durante el año 2013, lo que representa el 21% en comparación con el 2012[6]. En 2012, Ecuador registró 1.272.000 llegadas. El turismo generó 1.020 millones de dólares en ingresos (1,2 % del PIB) y apoyó directamente alrededor de 102.500 empleos. Los principales mercados de origen son Colombia, Perú, Argentina, Estados Unidos y España[7]. Los turistas nacionales gastan en promedio \$ 31, mientras que los turistas internacionales tienen un gasto promedio de \$ 72 por noche[8]. El turismo cultural ha surgido con la intención de reducir los daños acumulados y los efectos negativos de las actividades turísticas[9].

En el Ecuador el turismo cultural está considerado como una de las líneas de productos turísticos claves con proyecciones a potencializarse, se estima en esta línea de turismo al área artesanal, confiriéndose entre los mayores volúmenes de oferta con los que cuenta el país[4,10]. Por lo que Riobamba, al ser una ciudad que posee una importante riqueza cultural heredada de su pasado histórico puede beneficiarse de éste, utilizándolo como un potencial [11-16]. Este proyecto tuvo el apoyo de la Dirección de Turismo del Municipio de la ciudad de Riobamba, dirigido a aumentar el ingreso de turistas a la ciudad y por ende a dinamizar la economía en la misma, mediante el desarrollo de un producto turístico que preste alternativas de esparcimiento tanto a los turistas como a la ciudadanía riobambeña mientras aprenden del patrimonio cultural que posee la ciudad, este proyecto busca crear estrategias de mercado sin dejar de lado el fortalecimiento cultural que proyecta la ciudad, por lo que será desarrollado con la temática de las artesanías tradicionales, debido a que, este sector cultural con el paso del tiempo y por motivos de la globalización se ha ido debilitando, ya que la tecnología juega un papel crucial, al proporcionar una serie de facilidades a las personas, creando en éstas dependencia a su uso y con ello el abandono a ciertas prácticas culturales que caracterizan a la zona, perdiendo con ello la ciudad identidad recurso en el turismo.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la zona urbana de la ciudad de Riobamba, ubicada en el cantón Riobamba, capital de la provincia de Chimborazo. Riobamba tiene las siguientes características climáticas: temperatura promedio: 14 °C, precipitación media anual: entre 250 y 500mm y humedad relativa: 67.27%. La época lluviosa comprende los meses de febrero, marzo, abril, mayo y una corta correspondiente a octubre, noviembre y diciembre. La época seca es en los meses de julio y agosto. Posee dos tipos de bosques, el bosque de neblina montano, sector sur de la cordillera oriental, son bosque altos siempreverdes con un dosel de 10 a 25 m se extiende desde los 1800 a 2800 msnm en algunas localidades puede encontrarse fuera de este rango altitudinal. Finalmente, el bosque de neblina montano, sector norte y centro de la cordillera occidental de los andes, la misma que se caracteriza por bosques siempreverdes que alcanzan los 15-25 m de alto. Su variación altitudinal es de 2000 a 3000 msnm.

### 2.2 Metodología

La metodología utilizada en la investigación empleó un conjunto de técnicas que dieron respuesta a cada objetivo planteado. Primeramente, para el diagnóstico turístico actual se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos, además, se realizó un análisis FODA, el cual permitió identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas. Segundo, para el diseño técnico del producto turístico artesanal. Segundo, para diseñar técnicamente el producto turístico artesanal se realizó varias salidas de campo para detectar los principales atractivos con potencial turístico priorizados en la validación de atractivos. Finalmente, para llevar a cabo la gestión del producto turístico se utilizó diferentes medios que permitieron difundir el producto final.

#### 2.2.1 Diagnóstico turístico artesanal actual

La técnica utilizada para el diagnóstico de la situación actual en la ciudad de Riobamba se basó en un análisis bibliográfico de las obras publicadas en los últimos 10 años en bases de datos como (Redalyc, Scielo, Science Direct y Springer) sobre turismo artesanal en la zona de estudio, para ello se aplicó palabras claves de búsqueda para filtrar los resultados (turismo + artesanal + Riobamba), en los campos (título, palabras claves y resumen), la búsqueda se complementó con repeticiones aplicando combinaciones en español e inglés. Finalmente, para establecer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Tabla 1), se realizó salidas de campo, las cuales ayudaron a plantear estrategias para mejorar cada uno de los aspectos de la matriz FODA.

**Tabla 1.** Matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Oportunidades).

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Oportunidades
¿Cuáles son las ventajas?	¿Qué está afectando?	¿Qué se hace mal?	¿Qué cosas hacen mejor otras zonas turísticas?
¿Qué se hace bien?	¿Qué oportunidades pueden surgir de las problemáticas?	¿Qué no debería ocurrir?	¿Qué obstáculos enfrenta el turismo en Riobamba?

#### 2.2.2 Diseño técnico del producto turístico artesanal

Para determinar el producto turístico a ofertar se realizó varias salidas de campo para constatar los atractivos con potencial turístico priorizados en la validación de atractivos. Es importante mencionar que se considero los resultados del primer objetivo, con esto se logró diseñar de manera técnica el paquete turístico que cumplan con las características del estudio de mercado y que satisfagan los gustos y preferencias de los turistas. El paquete turístico presenta la siguiente estructura:

Tabla 2. Estructura del paquete turístico.

Características generales del paquete		
Denominación:	Capacidad:	
Modalidad:	Duración:	
Idioma de guianza:	Dificultad:	
Recorrido:		
ITINERARIO		
Día	Hora	Actividades
Descripción del paquete		
Requerimiento para la visita		
Prohibiciones		
Normas de comportamiento		
Incluye		
No incluye		

### 2.2.3 Gestión del producto turístico

Para llevar a cabo la gestión se creó estrategias que permitan vender el producto, estableciendo canales a través de los cuales puede llegar al cliente. Una vez estructurado el producto turístico, se definieron las estrategias de difusión y publicidad con las que se podrá dar a conocer el producto en el mercado turístico. Se tomó en cuenta los parámetros investigados en el análisis estratégico de la competencia y se plantearon estrategias para las eventualidades que tenga que enfrentar el producto turístico y con ello alcanzar el éxito en el mercado.

## 3. Resultados y discusión

Una vez explicado el proceso metodológico para realizar el diagnóstico turístico actual, el diseño técnico del producto turístico artesanal y la gestión del producto turístico. A continuación, se presentan los resultados de forma ordenada.

### 3.2.1 Diagnóstico turístico artesanal actual

Mediante el análisis bibliográfico en diferentes documentos se estableció la situación actual respecto a las diferentes actividades turísticas de la ciudad de Riobamba. Riobamba cuenta con siete principales atractivos artesanales, como son la hojalatería, la talabartería, la escultura y la sombrerería. La hojalata ha sido ocupada en la realización de actividades como: canales de conducción de agua para las casas, en juguetes y en utensilios para actividades cotidianas del hogar. Un aspecto muy importante de la hojalatería para Riobamba es la realización de las máscaras de diablo de lata, que es un personaje característico de las festividades de la ciudad, el Sr. Leonidas Chonalata viene trabajando durante 50 años en este oficio en las calles Pichincha 27-32 y Chile, tradicionalmente elabora diversos utensilios como: arneros, achicadores regaderas, bebedores, embudos, moldes de queso, de pasteles y caretas de diablo.

La talabartería debido a la concentración de grandes propiedades en la provincia, donde el caballo es utilizado como medio de transporte indispensable para las faenas agrícolas, es común encontrar sobre todo en Riobamba la presencia de talabarteros. El Sr. Luis Apugllón trabaja en este oficio hace 25 años, se ubica en las calles Unidad Nacional 31-23 y Francia. Para la montura, los talabarteros compran el armazón de madera, así como los adornos de metal, para su ornamento al armazón lo forran con cuero crudo de ganado, cosiendo sus bordes para lograr una mayor firmeza.

La escultura constituye una técnica decorativa a través de la cual se va formando imágenes de distinto tipo y forma, las mismas que son usadas principalmente por los devotos católicos para venerar a los santos y con ello pedir protección. El Sr. Byron Robalino viene trabajando en este oficio hace 25 años, se encuentra en el Centro Comercial la Condamine local 25 piso 2 (Carabobo

y Esmeraldas), las esculturas que frecuentemente elabora son el niño Jesús, la Virgen María, los Reyes Magos y santos en general. Finalmente, la tradición de usar sombreros en Riobamba viene desde hace unos 80 años cuando las clases sociales se imponían, siendo el sombrero un distintivo del orden social alto, la vestimenta de la gente adinerada consistía en abrigo negro, botas y el infalible sombrero. En la actualidad la realización de sombreros en la ciudad ha disminuido, debido a que las personas ya no lo usan mucho, esta tradición ha quedado más para personas del campo que lo utilizan de paño. El Sr. Segundo Vilema inició con este oficio hace 40 años aproximadamente, se ubica en la Colón 16-33 y Veloz. En el siguiente cuadro se detalla los atractivos turísticos artesanales identificados, con su respectiva clasificación de acuerdo con el patrimonio cultural inmaterial que pertenecen, así como una descripción de cada una de las manifestaciones culturales artesanales.

**Tabla 3.** Atractivos artesanales de la ciudad de Riobamba.

Nombre del atractivo	Clasificación del atractivo			Objetos que elaboran en el atractivo
	Ámbito	Subámbito	Detalle del subtipo	
Hojalatería	Técnicas artesanales tradicionales	Técnicas artesanales tradicionales	Hojalatería	Tradicionalmente elabora diversos utensilios como: arneros, achicadores regaderas, bebedores, embudos, moldes de queso, de quey, caretas de diablo.
Talabartería	Técnicas artesanales tradicionales	Técnicas artesanales tradicionales	Talabartería	Zamarros, monturas para caballo, máscaras de lana de llamingo
Escultura	Técnicas artesanales tradicionales	Técnicas artesanales tradicionales	Imaginería	Niño Jesús, Virgen María, Reyes Magos y santos en general. Todo tipo de esculturas de acuerdo con el modelo que pida el cliente.
Sombrerería	Técnicas artesanales tradicionales	Técnicas artesanales tradicionales	Otros	Sombreros para niño/as y adulto/as, en diferentes colores y diseños.

### 3.2.1.1 FODA

Las salidas a campo permitieron identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas respecto a la situación turística artesanal en la ciudad de Riobamba, Región Andina, Ecuador. Se identificaron seis fortalezas, seis oportunidades, cinco debilidades y tres amenazas (Tabla 4).

**Tabla 4.** Descripción de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conservación de la tradición de elaborar artesanías a través del tiempo.</li> <li>▪ Talento y habilidad de las personas que practican el arte.</li> <li>▪ Orgullo que sienten los artesanos por realizar su actividad.</li> <li>▪ Existencia de microempresas que desarrollan actividades artesanales.</li> <li>▪ Disponibilidad de créditos productivos para los artesanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ineficiente organización de los artesanos.</li> <li>▪ Escasez de material en Riobamba y de mala calidad para elaborar las artesanías, por lo que tienen que adquirirlo en otras ciudades.</li> <li>▪ Escasez de promoción y difusión.</li> <li>▪ Inadecuado mercado artesanal.</li> <li>▪ Desconocimiento del arte por parte de la ciudadanía.</li> </ul>

- Elaboración de productos de calidad y a precios accesibles.

#### OPORTUNIDADES

- Interés de la Dirección de Turismo del GAD Municipal por fortalecer el sector artesanal.
- Existencia de nuevos proyectos en el país para revitalizar el patrimonio cultural.
- El sector artesanal está considerado en el país como de importancia económica y social para el país pues permite preservar la cultura generando ingreso de divisas.
- Desarrollo de un producto turístico para el beneficio del sector artesanal.
- Apoyo del Mintur Coordinadora Zonal 3, al desarrollo de este producto turístico artesanal.
- Aceptación de los turistas por este producto turístico artesanal.

#### AMENAZAS

- Crisis económica y por ende disminución de viajes.
- Desacuerdos políticos que impiden que se fortalezca el turismo.
- Inestabilidad social, económica y política en el país.

### 3.2.2 Diseño técnico del producto turístico artesanal

Para el diseño del producto turístico artesanal, se identificaron atractivos turísticos artesanales que permitieron la constitución de una ruta turística artesanal, para su estructura se consideró los resultados obtenidos en el diagnóstico turístico artesanal actual. En base a información secundaria y referencias personales se caracterizó los establecimientos que fueron incorporados como parte de la oferta del producto turístico, todos ubicados en la zona céntrica de la ciudad de Riobamba, debido a la facilidad desplazamiento, debido a que la mayor parte del recorrido es caminando. El producto turístico artesanal tiene las siguientes características:

**Tabla 5.** Características generales del paquete.

Características generales del paquete		
<b>Denominación:</b> Tradición en el arte	<b>Capacidad:</b> 15 personas	
<b>Modalidad:</b> Cultural	<b>Duración:</b> 2 días	
<b>Idioma de guianza:</b> Español/Ingles	<b>Dificultad:</b> Fácil	
<b>Recorrido:</b> Zona urbana de Riobamba.		
ITINERARIO		
Día	Hora	Actividades
1	09h30	Encuentro en el Parque Sucre, charla introductoria de bienvenida y ubicación del equipaje en el bus de recorrido.
	10h00	Salida al taller de bordados de la Sra. Rosa Mendoza (Pichincha 17-22 y Chile).
	11h30	Traslado al taller de elaboración de trajes típicos de la Sra. Matilde Ríos (García Moreno 17-18 y Colombia).
	12h50	Traslado al restaurant Rayuela para el almuerzo (Av. Daniel León Borja 2014 y Uruguay).
	14h30	Traslado al taller de caretas del Sr. Gonzalo Carrasco (Mercado Santa Rosa- Gaspar de Villarroel entre Pichincha y García Moreno).
	16h15	Traslado al taller de esculturas del Sr. Byron Robalino (Centro Comercial la Condamine local 25 piso 2).

	17h45	Salida a la Cafetería Brother's café para la merienda (Av. Daniel León Borja 14-22 y Uruguay).
	19h30	Traslado al hotel Río Hotel (Pichincha 12-31 y 10 de Agosto).
	20h00	Check in en Río Hotel.
	08h00	Desayuno en Río Hotel.
	09h00	Traslado al taller de torneado en tagua del Sr. Marco Sanaguano (ciudadela Leonidas Proaño sector hospital Policlínico).
2	10h45	Salida al taller de elaboración de objetos de bronce del Sr. Carlos Ruiz (Av. Pedro Vicente Maldonado y Vasco Contreras).
	12h30	Salida al Restaurant Bonanza (Av. Daniel León Borja 17-26 y Duchicela).
	14h30	Traslado al Parque Sucre.
	15h00	Despedida y fin del recorrido.

### Descripción del paquete

El recorrido de este interesante tour artesanal inicia en el Parque Sucre, donde usted podrá admirar en su centro la pileta de Neptuno, misma que fue construida por instalación del agua potable, al fondo del parque podrá apreciar una de las monumentales obras arquitectónicas que conforman el Patrimonio Artístico Nacional, el Colegio Maldonado. La primera visita artesanal será en el taller de bordados, de la Sra. Rosa Mendoza ubicado en las calles Pichincha 17-22 y Chile, lugar donde el arte es plasmado en prendas para esculturas religiosas, usted podrá conocer sobre el espíritu católico que caracteriza a la ciudad, aprender la forma artesanal de realización, así como llevar fotografías para el recuerdo. La siguiente visita será al taller donde las prendas que realizan los artesanos están relacionadas con el esplendor de las fiestas, esto es la elaboración de trajes típicos, de la Sra. Matilde Ríos ubicado en las calles García Moreno 17-18 y Colombia, lugar donde se confeccionan tradicionales vestimentas que caracterizan el fulgor y alegría de los riobambeños, usted podrá conocer los personajes tradicionales de las fiestas de la ciudad así como también observar el proceso de la obtención de los mismos. Luego de estas interesantes visitas artesanales tiene lugar el almuerzo, en el restaurant Rayuela ubicado en la Av. Daniel León Borja 20-14 y Uruguay, luego de tener este pequeño descanso y degustar el paladar con una exquisita comida, continúa el recorrido por la tarde en el taller de elaboración de caretas, del Sr. Gonzalo Carrasco ubicado en el Mercado Santa Rosa, lugar donde se elaboran antifaces coloridos, aquí usted podrá observar la forma en que hábiles manos moldean el papel, así como conocer el significado del uso de las diferentes caretas. El siguiente taller que se visitará será el de esculturas, del Sr. Byron Robalino ubicado en el Centro Comercial la Condamine, sitio donde podrá ser partícipe del modelado de materiales para la obtención de figuras, darle color, escuchar un relato de la historia de este arte y si desea puede tomar fotografías, esta práctica está relacionada con el amplio espíritu religioso que caracteriza a la ciudad de Riobamba. El último lugar de visita será en el taller de objetos de bronce del Sr. Carlos Ruiz, arte característico en Riobamba desde la época republicana que fue habitada la ciudad por personas de poder económico, siendo el uso de objetos de bronce un lujo, por lo que fueron muy utilizados en esa época, el taller está ubicado en la Av. Pedro Vicente Maldonado y Vasco Contreras, donde podrá apreciar de un laborioso trabajo con el que los artesanos obtienen las artesanías, participar en la elaboración y tomar fotografías. Antes de finalizar este recorrido tiene lugar el almuerzo en el Restaurant Bonanza ubicado en la Av. Daniel León Borja 17-25 y Duchicela, donde usted podrá degustar de un exquisito menú. Este recorrido concluye en el Parque Maldonado. Entonces ya lo sabe si desea ser parte de la tradición riobambeña no dude en venir a esta maravillosa ciudad, que lo estará esperando con los brazos abiertos.

### Requerimiento para la visita

Llevar documentos personales, usar ropa cómoda, llevar filmadora o cámara fotográfica para la toma de los procesos artesanales que se llevan a cabo en los talleres. Llevar dinero en efectivo para la compra de artesanías ya que en los talleres no manejan tarjetas de crédito. No portar joyas y sus objetos de valor llevarlos con cuidado para evitar accidentes.

### Prohibiciones

Llevar armas blanca/ Armas de fuego/ Bebidas alcohólicas/ Sustancias estupefacientes.

### Normas de comportamiento

No arrojar basura/ No salirse del sendero/ No destruir la infraestructura o materiales de la zona.

### Incluye

---

Entradas / Desayuno/Almuerzo/ Guía / Transporte.

---

**No incluye**

Comidas y bebidas extras/ Gastos no especificados/ Compra de artesanías.

---

### 3.2.3 Gestión del producto turístico

El canal de comercialización del producto turístico artesanal se da por medio de la Dirección de Turismo del Municipio de Riobamba, pero en vista de que no pueden cobrar réditos económicos la comercialización se lo hace por medio de operadoras de turismo. En ferias a las que son invitados la Dirección de Turismo del GADM Riobamba, se incluye la oferta de este producto turístico artesanal con el fin de que más personas lo conozcan y se animen a comprar el paquete turístico. También se presenta la oferta turística a las operadoras turísticas de la ciudad, entregando el material publicitario, estableciendo acuerdos para la comercialización del producto turístico.

El posicionamiento del producto turístico se dio por medio de una constante publicidad que permitió la exitosa comunicación con los posibles clientes, por medio del uso en todo momento de la marca turística que se ha diseñado para este producto, esto con el fin de mantener la identidad. La innovación de los medios publicitarios es fundamental para mantener el interés del turista en la actividad que se ofrece. El preservar la calidad de la oferta y servicios turísticos que se puso a disposición de los clientes, permitiendo proyectar una buena imagen y captando la mayor cantidad de clientes. Este punto se logró por medio de una adecuada organización de diferentes actividades, para conseguir este punto se realizó un taller con la Dirección de Turismo del GAD Municipal Riobamba, dirigido a los artesanos que formaron parte de este proyecto, con el objetivo de poner a conocimiento de ellos la forma en que se llevó a cabo la actividad turística, el taller se basó en los siguientes temas:

Atención al cliente logrando con ello que entiendan de la importancia de que el cliente se sienta satisfecho con la experiencia vivida. (Esta actividad será constante, con temas que se hayan identificado con necesidad de ser abordados). Identidad de los objetos artesanales (estableciendo acuerdos con los artesanos para que las artesanías lleven la marca turística que identifica a este proyecto artesanal). En cuestión a los servicios turísticos que se ofrecieron se tomó en cuenta el paquete turístico artesanal mencionado anteriormente, el cual cumple con estándares de calidad y servicios adecuados para proveer de un adecuado confort en la estadía del turista, para ello se visitó varios establecimientos turísticos que tienen categoría alta en el catastro del Ministerio de Turismo y se seleccionó aquellos que prestan servicios de calidad, prestan buena atención al cliente y presentan precios accesibles.

## 4. Conclusión

La ciudad de Riobamba cuenta con potencial artesanal para el desarrollo turístico, al poseer atractivos que han trascendido a través de los años, por lo que conservan la tradición en la ciudad, siendo esto un factor que beneficia para la realización de este proyecto, además que cuenta con los servicios básicos necesarios, así como la infraestructura y superestructura suficiente para que los turistas puedan tener una estadía placentera en la ciudad. El diseño técnico del producto turístico se encuentra elaborado en función a la predisposición de los artesanos a ser beneficiados de este proyecto, al espacio de sus talleres artesanales y a la capacidad de gasto de los turistas. Se elaboró un paquete turístico completo, el cual cumplió con los estándares de calidad y servicios adecuados para el turista.

La comercialización del producto turístico se realizó por medio de la Dirección de Turismo del Municipio de Riobamba, el principal medio de difusión es la internet y a través de alianzas estratégicas con operadoras turísticas de la ciudad y participación en ferias. El posicionamiento del producto turístico se logró en un trabajo conjunto de la Dirección de Turismo del Municipio de

Riobamba, con los artesanos y operadoras de turismo, a través de una constante publicidad. Este proyecto logró articular el trabajo artesanal tradicional con el turismo de la ciudad y con ello se generó nuevas fuentes económicas para la ciudad mientras se revaloriza el arte en el ámbito artesanal.

**Contribución de autores:** El desarrollo de la investigación corresponde a aportes del único del autor.

**Financiamiento:** El autor financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** El Autor declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Tolba, M.K. Turismo BT – Salvemos El Planeta: Problemas y Esperanzas. In; Tolba, M.K., Ed.; Springer Netherlands: Dordrecht, 1992; pp. 169–175 ISBN 978-94-011-2286-3.
2. Taylor, R. El Turismo en España BT – Work Out Spanish GCSE. In; Taylor, R., Parr, B., Eds.; Macmillan Education UK: London, 1992; pp. 55–60 ISBN 978-1-349-12033-8.
3. Niñerola, A.; Sánchez-Rebull, M.-V.; Hernández-Lara, A.-B. Tourism research on sustainability: A bibliometric analysis. *Sustainability* **2019**, *11*, 1377.
4. Muñoz Barriga, A. Percepciones de la gestión del turismo en dos reservas de biosfera ecuatorianas: Galápagos y Sumaco. *Investig. Geográficas, Boletín del Inst. Geogr.* **2017**, *2017*, 110–125, doi:<https://doi.org/10.14350/rig.47805>.
5. Alles, M.T.F. Turismo accesible: importancia de la accesibilidad para el sector turístico. *Entelequia Rev. Interdiscip.* **2009**, *9*, 211–224.
6. Cobeña, M.V.A. Importancia del turismo para el desarrollo local de la provincia Manabí. *RECUS. Rev. Electrónica Coop. Univ. Soc. ISSN 2528-8075* **2018**, *3*, 44–49.
7. Mestanza-Ramón, C.; Jiménez-Caballero, J.L. Nature Tourism on the Colombian—Ecuadorian Amazonian Border: History, Current Situation, and Challenges. *Sustain.* **2021**, *13*.
8. Marzano, G. Ecuador, tourism BT – Encyclopedia of Tourism. In; Jafari, J., Xiao, H., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2014; pp. 1–3 ISBN 978-3-319-01669-6.
9. Zolfani, S.H.; Sedaghat, M.; Maknoon, R.; Zavadskas, E.K. Sustainable tourism: a comprehensive literature review on frameworks and applications. *Econ. Res. istraživanja* **2015**, *28*, 1–30.
10. Masiero, L.; Qiu, R.T.R.; Zoltan, J. Long-Haul Tourist Preferences for Stopover Destination Visits. *J. Travel Res.* **2019**, *59*, 811–827, doi:[10.1177/0047287519867143](https://doi.org/10.1177/0047287519867143).
11. Vallejo Pousada, R.; Lindoso-Tato, E.; Vilar-Rodríguez, M. Los orígenes históricos del turista y del turismo en España: La demanda turística en el siglo xix. *Investig. Hist. Económica* **2018**, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ihe.2018.03.001>.
12. Mestanza Ramon, C.; Sanchez Capa, M.; Cunalata Garcia, A.; Jimenez Gutierrez, M.; Toledo Villacís, M.; Ariza Velasco, A. Community Tourism In Ecuador: A Special Case In The Rio Indillama Community, Yasuní National Park. *Int. J. Eng. Res. Technol. (IJERT)*, 2019, vol. 8, num. 6, p. 653–657 2020.
13. Mestanza-Ramón, C.; Sanchez Capa, M.; Figueroa Saavedra, H.; Rojas Paredes, J. Integrated Coastal Zone Management in Continental Ecuador and Galapagos Islands: Challenges and Opportunities in a Changing Tourism and Economic Context. *Sustain.* **2019**, *11*.
14. Mestanza-Ramón, C.; Henkanaththegedara, S.M.; Vásconez Duchicela, P.; Vargas Tierras, Y.; Sánchez Capa, M.; Constante Mejía, D.; Jimenez Gutierrez, M.; Charco Guamán, M.; Mestanza Ramón, P. In-Situ and Ex-Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges. *Divers.* **2020**, *12*.
15. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and impacts generated by the filming of Discovery Channel's reality series "Naked and Afraid" in the Amazon: A Special case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustain.* **2018**, *11*, doi:[10.3390/su11010050](https://doi.org/10.3390/su11010050).
16. Mestanza-Ramon, C.; Cunalata-García, Á.E.; Jiménez-Gutiérrez, M.Y.; Chacha-Bolaños, A.N. Disposición a pagar por el ingreso a zonas de uso público en el Parque Turístico "Nueva Loja", Sucumbíos-Ecuador. *Polo del Conoc.* **2019**, *4*, 67–82.

RESEARCH ARTICLE

# Posibles efectos del Cambio Climático en los anfibios de la Amazonía Ecuatoriana

Belén Flores Andrade <sup>1</sup>  Miguel Verdezoto Carvajal <sup>1</sup>  Jefferson Simbaña Punina <sup>1</sup> 

Isabel Domínguez-Gaibor <sup>1,2</sup>  

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca EC220001, Ecuador;

<sup>2</sup> Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo – GIADE, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

 Correspondencia: [norma.dominguez@esPOCH.edu.ec](mailto:norma.dominguez@esPOCH.edu.ec)  + 593 99 905 7885

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51006>

**Resumen:** El cambio climático es una de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel global, la región amazónica a pesar de ser uno de los reguladores más importantes del clima, se encuentra altamente amenazada. El objetivo de esta investigación fue analizar los posibles impactos del cambio climático sobre los anfibios en la Amazonía ecuatoriana, a través de la recopilación y análisis de bibliografía científica especializada. Además, se describió la biodiversidad, características biológicas, estado de conservación; y principales amenazas del cambio climático a este grupo. Dentro de los resultados obtenidos se ha evidenciado un alto grado de vulnerabilidad y respuesta de los anfibios frente a esta amenaza, provocando en algunos casos la declinación y extinción de especies, debido a que interfiere y altera sus ciclos reproductivos y microhábitats. Finalmente, se presentan estrategias que permitan mitigar estos efectos del cambio climático y se concluye con la necesidad de establecer políticas, definir áreas y hábitats propicios para su conservación, de tal manera que faciliten la resiliencia de estas especies frente al cambio climático.

**Palabras claves:** Biodiversidad; región amazónica; amenazas; calentamiento global; resiliencia.

## Possible effects of climate change on amphibians of the Ecuadorian Amazon

**Abstract:** Climate change is one of the main threats to biodiversity globally, the Amazon region despite being one of the most important climate regulators, is highly threatened. The objective of this research was to analyze the possible impacts of climate change on amphibians in the Ecuadorian Amazon, through the compilation and analysis of specialized scientific literature. In addition, the biodiversity, biological characteristics, conservation status, and main threats of climate change to

this group were described. Among the results obtained, a high degree of vulnerability and response of amphibians to this threat has been evidenced, causing in some cases the decline and extinction of species, because it interferes and alters their reproductive cycles and microhabitats. Finally, we present strategies to mitigate the effects of climate change and



**Cita:** Flores Andrade, B., Verdezoto Carvajal, M., Simbaña Punina, J., & Domínguez-Gaibor, I. (2022). No Title. Green World Journal, 5(1), 006.  
<https://doi.org/10.53313/gwj51006>

**Received:** 02/January/2022  
**Accepted:** 10/February/2022  
**Published:** 15/February /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.  
Creative Commons Attribution (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

conclude with the need to establish policies, define areas and habitats conducive to their conservation, in order to facilitate the resilience of these species in the face of climate change.

**Keywords:** Biodiversity; Amazon region; threats; global warming; resilience.

## 1. Introducción

El planeta Tierra está en permanente cambio de manera natural desde sus orígenes, esto se evidencia en todos los períodos, eras geológicas y evolución de las especies [1]. Sin embargo, existen amenazas que aceleran estos procesos de manera drástica, afectando a los recursos naturales y modificando diversos ecosistemas, que han ido desapareciendo con el paso del tiempo, lo cual se atribuye en gran medida al Cambio Climático (CC) [2,3]. El CC, altera la temperatura global y se manifiesta en los patrones de precipitación, el alza continua del nivel del mar, la reducción de la criósfera y la acentuación de los patrones de fenómenos climáticos [2,3]. En este sentido, el CC, se define como un cambio y alteración del clima, donde su principal causa son las actividades humanas que generan emisiones de gases de efecto invernadero y causan un impacto negativo para el planeta [4].

El CC tiene desenlaces importantes en varias esferas biológicas, especialmente a nivel de especies, provocando modificaciones en las características fisiológicas, distribución geográfica, abundancia, eventos periódicos, padecimiento de enfermedades, tasas de supervivencia, mortalidad de un organismo y pérdida de especies [5]. Adicional, la variación de temperatura sobre los patrones de precipitación provocan la aparición temprana de insectos, alterando su composición [6]. De la misma manera incide en los reptiles, que son sensibles a las temperaturas ambientales, tal es el caso de las tortugas, que durante la incubación de los huevos, afecta a la proporción de sexos al nacer [7]. Así también, incide en el deterioro de los ecosistemas y la alteración de la dinámica de poblaciones, principalmente en algunos tipos de peces, moluscos y mamíferos acuáticos [8,9]. A nivel biogeográfico, poblaciones de los trópicos como las aves migratorias también se ven afectadas, debido a las variaciones de temperatura, ya que se modifica el período de migración hacia las zonas templadas [10].

Otro grupo fundamental y mayormente amenazado por el CC, son los anfibios, ya que son especies ectotermos, aptos a cambios en el medio externo, por lo que la temperatura ambiental influye directamente sobre sus diversos procesos fisiológicos [11]. Estos cuentan con ciclos de vida en los que son indispensables entornos con mayor o menor disponibilidad de agua, por lo que se les considera un excelente indicador de calidad ambiental, participando en muchos papeles funcionales, tanto en los ecosistemas acuáticos como en los terrestres, inclusive brindan un valor cultural y económico significativo a la sociedad humana [12–14]. Con lo descrito anteriormente, se puede mencionar que muchas poblaciones de anfibios han disminuido paulatinamente y sufrido varias limitaciones en su distribución [15]. Por ejemplo, la influencia del hongo quitrido que parasita a ciertas especies de anfibios como la rana dorada, la rana toro y la rana arlequín [16]. De la misma forma, la destrucción del hábitat y la incorporación de especies ajenas consideradas invasoras en ciertas zonas conforman una amenaza, especialmente en áreas protegidas [17]. En consecuencia, la disminución de anfibios es considerada como una emergencia ecológica progresiva, creyendo que más de una docena de especies de anfibios se han extinguido recientemente, desencadenando una particular preocupación por esta especie [18].

Esta problemática mundial se ve reflejada también en América Latina, que es el hogar de una gran variedad de aves, anfibios, mamíferos, reptiles, peces y plantas, ya que alberga a tres de los cinco principales países con mayor cantidad de biodiversidad [19]. Sin embargo, la destrucción de hábitats y la degradación de suelos es cada vez más crítica en esta región, donde se registra una reducción de especies en un 94% en los últimos 46 años [20]. Dentro de este marco, ranas, sapos

y salamandras sufren más la pérdida y fragmentación del hábitat que otros animales más grandes incluidas las aves, a esto se suma las enfermedades, contaminación y el CC, haciéndolos más vulnerables [21]. De las 6.425 especies de anfibios cuyo riesgo de extinción ha sido evaluado en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 1.961, es decir el 30% de ellas están en riesgo de extinguirse [22]. Así por ejemplo, entre las especies ya extintas se encuentran el sapo de Monteverde (*Incilius periglenes*) propio del bosque de Monteverde en Costa Rica, la *Rhinella Rostrata* que habitaba a 2470 m de altitud en Mesopotamia, Colombia y la espléndida rana venenosa (*Oophaga speciosa*), endémica del oeste de Panamá [23–25].

En Ecuador no es la excepción, a pesar de ser uno de los países privilegiados debido a que alberga a la tercera anfibiofauna más numerosa a nivel mundial con un total de 653 especies, cuenta con la abundancia más alta por unidad de área (~2590 especies por cada millón de km<sup>2</sup>), lo cual lo convierte en la región del planeta con la concentración más variada de ranas y sapos [26]. No obstante, es uno de los países más afectados por las declinaciones y extinciones poblacionales, ocupando el tercer lugar a nivel mundial, casi un tercio de los anfibios ecuatorianos están en peligro de extinción [27]. Al mismo tiempo, son amenazados por presiones antrópicas ejercidas sobre los ecosistemas, tal es el caso de los bosques tropicales y valles interandinos, que albergan una importante diversidad y endemismo de este grupo [28].

Dentro de este contexto, la Amazonía Ecuatoriana cuenta con un área aproximada de 120.000 Km<sup>2</sup> y se distingue por un clima tropical muy húmedo durante todo el año, debido a la retención de humedad por los grandes bosques amazónicos, con una temperatura promedio de 24–25 °C, se caracteriza por ser uno de los principales hábitats de este grupo, con un total de 384 especies [29,30]. En este contexto, el Ecuador cuenta con 268 especies de anfibios endémicos, de los cuales 157 habitan en la región Amazónica [30]. Sin embargo, a pesar de que la Amazonía es un territorio extenso y con abundante riqueza biótica y abiótica, que les permite a los anfibios tener un desarrollo óptimo, no se escapa de la intervención del ser humano, por lo que enfrentan la pérdida del hábitat, debido al uso irracional de los recursos que se encuentran en esta región [31]. Además, la presencia de incendios forestales y la contaminación del agua a través de la explotación minera, contribuyen al CC, lo que representa un punto débil para mantener este equilibrio ecológico [31]. Es así que la amenaza más visible es el CC, puesto que el nivel de la tala de árboles aumenta significativamente, por lo que se estima que la destrucción de hábitats tendrá efectos irreversibles y desastrosos para las especies con rango pequeño de distribución y baja tolerancia al deterioro de su entorno [32].

El objetivo de la presente investigación fue analizar los posibles impactos del CC sobre los anfibios de la Amazonía ecuatoriana, así también se evaluaron las principales especies de anfibios que son mayormente afectadas por el CC. Finalmente, se reúnen elementos necesarios para establecer recomendaciones y estrategias que permitirán mitigar el impacto del CC sobre las especies de anfibios en la Amazonía Ecuatoriana. Esta investigación

se llevó a cabo sobre la base de una revisión bibliográfica de documentos (libros, artículos científicos, tesis, manuales e informes oficiales), que se analizaron en tres niveles: (Figura 1): 1) Biodiversidad, biología y estado de conservación de los anfibios en la Amazonía Ecuatoriana; 2) Posibles impactos del CC sobre los anfibios; 3) Estrategias de mitigación de los posibles efectos del CC en las especies de anfibios.

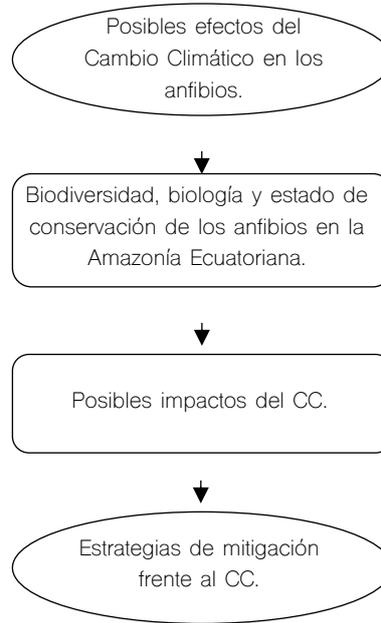


Figura 1. Flujo de procedimientos y opciones metodológicas para este

## 2. Área de estudio

La Amazonía ecuatoriana es una región que comprende un área aproximada de 120.000 km<sup>2</sup> (Figura 2), conformada por las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora [33]. Así también, la parte occidental limita con la Cordillera de los Andes, mientras que el límite meridional y oriental con Perú y Colombia, respectivamente, a su vez, se extiende sobre un área de exuberante vegetación, propia de los bosques húmedo-tropicales, el cual representa el 43% del territorio ecuatoriano [29].

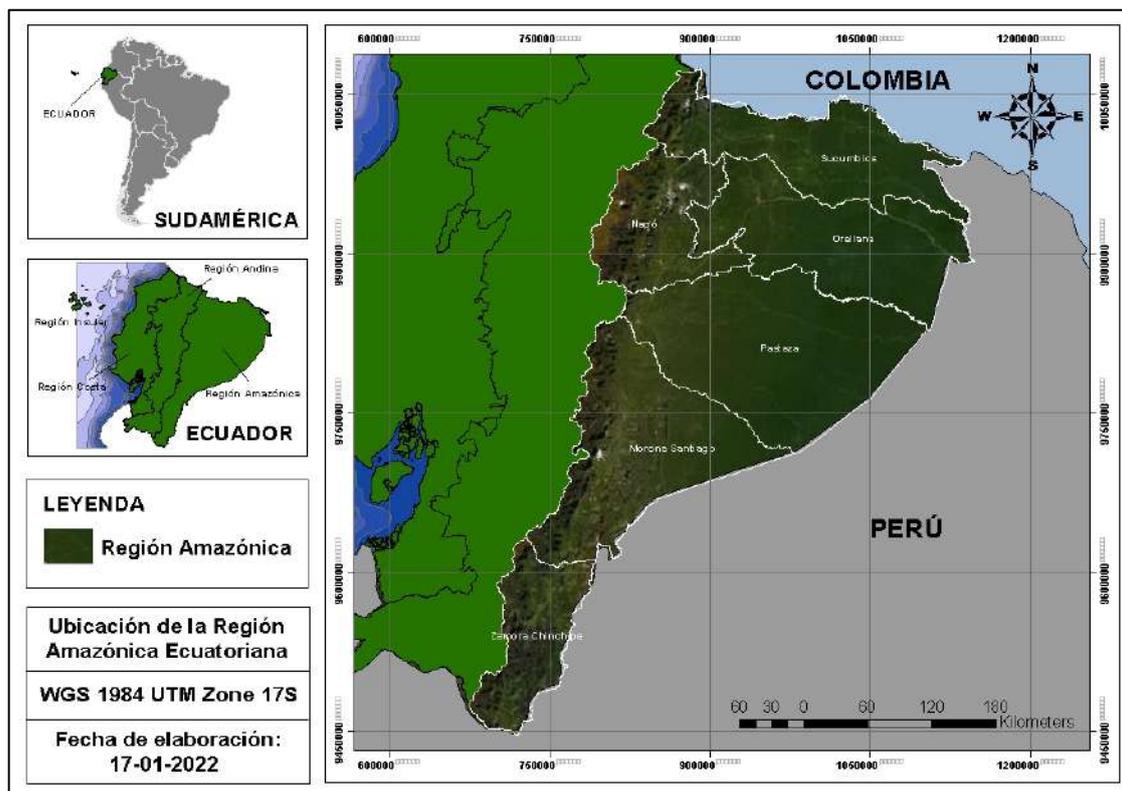


Figura 2. Área de estudio

### 3. Resultados

#### 3.1. Biodiversidad, biología y estado de conservación de los anfibios en la Amazonía ecuatoriana

##### 3.1.1. Anfibios en el Ecuador

Ecuador es el cuarto país a nivel mundial que posee la mayor diversidad de anfibios, con 653 especies, debido a su diversidad genómica, proteómica, morfológica, etológica, ecológica, de formas de vida, de usos biomédicos potenciales, de belleza estética, de conocimientos ancestrales, de valores económicos, entre otros razones, evidenciando que esta riqueza anfibia es considerada como patrimonio natural de la humanidad, siendo prioritario su investigación y conservación [26,34]. Dentro de su clasificación taxonómica, se registran 74 géneros de 19 familias, 268 especies del país son endémicas y 188 especies se ubican en alguna categoría de amenaza en la Lista Roja de la IUCN [35]. A pesar de ser uno de los grupos más representativos en nuestro país, lamentablemente, son desconocidos por la mayor parte de la población, ya que son especies relativamente pequeñas, de hábitos nocturnos y viven en zonas que son catalogadas de difícil acceso [26].

##### 3.1.2. Anfibios en la Amazonía ecuatoriana

La Amazonía es una de las cuatro regiones del Ecuador, siendo la región natural más extensa, conformada por bosques húmedo-tropicales, considerada un área que, en comparación con otros hábitats, promete protección a las especies, por ello habita una gran variedad de anfibios, los cuales se diferencian en tamaño, coloración y la peculiaridad de que ciertas especies ponen sus huevos directamente en la vegetación o el suelo, envés de fuentes de agua, debido a que la selva es bastante húmeda y evita que éstos se disequen [36]. Además, este grupo de vertebrados contribuyen a mantener el equilibrio en el ecosistema amazónico ya que, al ser consumidores y presas, son parte de la cadena alimenticia [37]. Es así que, en esta región se registran 3 órdenes, distribuidas en 20 familias, conformando un de total de 384 especies (Tabla 1), entre las que se destacan: la Rana venenosa ecuatoriana (*Ameerega bilinguis*), la Rana arbórea de Alfaro (*Boana alfaroii*) y la Rana de casco del Napo (*Osteocephalus fuscifacies*) [30].

**Tabla 1.** Anfibios de la Amazonía ecuatoriana [38].

Orden	Familia	Nombre Científico
		<i>Allobates femoralis</i>
		<i>Allobates fratisenescus</i>
		<i>Allobates insperatus</i>
		<i>Allobates kingsburyi</i>
		<i>Allobates trilineatus</i>
		<i>Allobates zaparo</i>
		<i>Amazophrynella siona</i>
		<i>Atelopus boulengeri</i>
		<i>Atelopus halihelos</i>
		<i>Atelopus ignescens</i>
		<i>Atelopus nepiozomus</i>
		<i>Atelopus orcesi</i>
		<i>Atelopus pachydermus</i>
		<i>Atelopus palmatus</i>
		<i>Atelopus petersi</i>
		<i>Atelopus planispina</i>
		<i>Atelopus podocarpus</i>
		<i>Atelopus spumarius</i>
		<i>Osornophryne artisana</i>

	<i>Osornophryne bufoniformis</i>
	<i>Osornophryne cofanorum</i>
	<i>Osornophryne guacamayo</i>
	<i>Osornophryne simpsoni</i>
	<i>Osornophryne sumacoensis</i>
	<i>Rhaebo ceratophrys</i>
	<i>Rhaebo ecuadorensis</i>
	<i>Rhaebo guttatus</i>
Anura	<i>Rhinella dapsilis</i>
	<i>Rhinella festae</i>
	<i>Rhinella margaritifera</i>
	<i>Rhinella marina</i>
	<i>Rhinella poeppigii</i>
	<i>Rhinella proboscidea</i>
	<i>Rhinella roqueana</i>
	<i>Centrolene buckleyi</i>
	<i>Centrolene charapita</i>
	<i>Centrolene condor</i>
	<i>Centrolene huilense</i>
	<i>Centrolene medemi</i>
	<i>Centrolene pipilatum</i>
	<i>Centrolene sanchezi</i>
	<i>Chimerella mariaelenae</i>
Centrolenidae	<i>Cochranella resplendens</i>
	<i>Espadarana audax</i>
	<i>Espadarana durrellorum</i>
	<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i>
	<i>Hyalinobatrachium munozorum</i>
	<i>Hyalinobatrachium pellucidum</i>
	<i>Hyalinobatrachium yaku</i>
	<i>Nymphargus anomalus</i>
	<i>Nymphargus cariticommatus</i>
	<i>Nymphargus cochranae</i>
	<i>Nymphargus colomai</i>
	<i>Nymphargus garciae</i>
	<i>Nymphargus humboldti</i>
	<i>Nymphargus laurae</i>
	<i>Nymphargus lindae</i>
	<i>Nymphargus mariae</i>
	<i>Nymphargus megacheirus</i>
	<i>Nymphargus posadae</i>
Centrolenidae	<i>Nymphargus siren</i>
	<i>Nymphargus sucre</i>
	<i>Nymphargus wileyi</i>
	<i>Rulyrana flavopunctata</i>
	<i>Rulyrana mcdiarmidi</i>
	<i>Teratohyla ameliae</i>
	<i>Teratohyla midas</i>
	<i>Vitreorana ritae</i>
	<i>Ceratophrys cornuta</i>
Ceratophryidae	<i>Ceratophrys testudo</i>
	<i>Ameerega bilinguis</i>
	<i>Ameerega hahneli</i>
	<i>Ameerega parvula</i>
	<i>Andinobates abditus</i>

		<i>Excidobates captivus</i>
		<i>Excidobates condor</i>
		<i>Hyloxalus anthracinus</i>
		<i>Hyloxalus bocagei</i>
		<i>Hyloxalus cevallosi</i>
Anura	Dendrobatidae	<i>Hyloxalus exasperatus</i>
		<i>Hyloxalus fuliginosus</i>
		<i>Hyloxalus italoii</i>
		<i>Hyloxalus maculosus</i>
		<i>Hyloxalus mystax</i>
		<i>Hyloxalus nexipus</i>
		<i>Hyloxalus peculiaris</i>
		<i>Hyloxalus pulchellus</i>
		<i>Hyloxalus sauli</i>
		<i>Hyloxalus shuar</i>
		<i>Hyloxalus vertebralis</i>
		<i>Hyloxalus yasuni</i>
		<i>Leucostethus fugax</i>
		<i>Ranitomeya reticulata</i>
		<i>Ranitomeya variabilis</i>
		<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>
	Eleutherodactylidae	<i>Adelophryne adiasola</i>
		<i>Gastrotheca andaquiensis</i>
		<i>Gastrotheca lojana</i>
		<i>Gastrotheca longipes</i>
		<i>Gastrotheca orophylax</i>
	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		<i>Gastrotheca psychrophila</i>
		<i>Gastrotheca testudinea</i>
		<i>Gastrotheca turnerorum</i>
		<i>Gastrotheca weinlandii</i>
		<i>Hemiphractus bubalus</i>
		<i>Hemiphractus helioi</i>
	Hemiphractidae	<i>Hemiphractus proboscideus</i>
		<i>Hemiphractus scutatus</i>
		<i>Agalychnis buckleyi</i>
		<i>Agalychnis hulli</i>
		<i>Boana alfaroi</i>
		<i>Boana almendarizae</i>
		<i>Boana appendiculata</i>
		<i>Boana boans</i>
		<i>Boana calcarata</i>
		<i>Boana cinerascens</i>
		<i>Boana fasciata</i>
		<i>Boana geographica</i>
		<i>Boana lanciformis</i>
		<i>Boana maculateralis</i>
		<i>Boana nigra</i>
		<i>Boana nympa</i>
		<i>Boana punctata</i>
		<i>Boana tetete</i>
		<i>Boana ventrimaculata</i>
		<i>Cruziohyla craspedopus</i>
		<i>Dendropsophus bifurcus</i>
		<i>Dendropsophus bokermanni</i>

		<i>Dendropsophus brevifrons</i>
		<i>Dendropsophus marmoratus</i>
		<i>Dendropsophus minutus</i>
		<i>Dendropsophus miyatai</i>
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus parviceps</i>
		<i>Dendropsophus reticulatus</i>
		<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>
		<i>Dendropsophus riveroi</i>
		<i>Dendropsophus sarayacuensis</i>
		<i>Dendropsophus shiwiarum</i>
		<i>Dendropsophus triangulum</i>
		<i>Hyloscirtus albopunctulatus</i>
		<i>Hyloscirtus condor</i>
		<i>Hyloscirtus hillisi</i>
		<i>Hyloscirtus lindae</i>
		<i>Hyloscirtus pacha</i>
		<i>Hyloscirtus pantostictus</i>
		<i>Hyloscirtus phyllognathus</i>
		<i>Hyloscirtus psarolaimus</i>
		<i>Hyloscirtus staufferorum</i>
		<i>Hyloscirtus tapichalaca</i>
		<i>Hyloscirtus tigrinus</i>
		<i>Hyloscirtus torrenticola</i>
		<i>Nyctimantis rugiceps</i>
		<i>Osteocephalus alboguttatus</i>
		<i>Osteocephalus buckleyi</i>
		<i>Osteocephalus cabrerai</i>
		<i>Osteocephalus cannatellai</i>
		<i>Osteocephalus deridens</i>
		<i>Osteocephalus duellmani</i>
		<i>Osteocephalus festae</i>
		<i>Osteocephalus fuscifacies</i>
		<i>Osteocephalus mutabor</i>
		<i>Osteocephalus planiceps</i>
		<i>Osteocephalus sangay</i>
		<i>Osteocephalus taurinus</i>
		<i>Osteocephalus verruciger</i>
		<i>Osteocephalus vilmae</i>
		<i>Osteocephalus yasuni</i>
		<i>Phyllomedusa coelestis</i>
		<i>Phyllomedusa ecuatoriana</i>
		<i>Phyllomedusa palliata</i>
		<i>Phyllomedusa perinesos</i>
		<i>Phyllomedusa tarsius</i>
		<i>Phyllomedusa tomopterna</i>
		<i>Phyllomedusa vaillantii</i>
		<i>Scinax cruentomma</i>
		<i>Scinax funereus</i>
		<i>Scinax garbei</i>
		<i>Scinax ruber</i>
		<i>Sphaenorhynchus carneus</i>
		<i>Sphaenorhynchus dorisae</i>
		<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>
Anura		<i>Tepuihyla tuberculosa</i>
		<i>Trachycephalus coriaceus</i>

		<i>Trachycephalus cunauaru</i>
		<i>Trachycephalus macrotis</i>
		<i>Adenomera andreae</i>
		<i>Adenomera hylaedactyla</i>
		<i>Edalorhina perezii</i>
		<i>Engystomops petersi</i>
		<i>Leptodactylus discodactylus</i>
		<i>Leptodactylus knudseni</i>
		<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus petersii</i>
		<i>Leptodactylus rhodomystax</i>
		<i>Leptodactylus stenodema</i>
		<i>Leptodactylus wagneri</i>
		<i>Lithodytes lineatus</i>
		<i>Chiasmocleis anatis</i>
		<i>Chiasmocleis antenori</i>
		<i>Chiasmocleis bassleri</i>
		<i>Chiasmocleis parkeri</i>
		<i>Chiasmocleis tridactyla</i>
		<i>Chiasmocleis ventrimaculata</i>
	Microhylidae	<i>Ctenophryne geayi</i>
		<i>Hamptophryne boliviana</i>
		<i>Synapturanus rabus</i>
	Pipidae	<i>Pipa pipa</i>
	Ranidae	<i>Rana palmipes</i>
	Craugastoridae	<i>Pristimantis aquilonaris</i>
		<i>Lynchius flavomaculatus</i>
		<i>Lynchius megacephalus</i>
		<i>Lynchius simmonsii</i>
		<i>Niceforonia dolops</i>
		<i>Niceforonia elassodisca</i>
		<i>Niceforonia nigrovittata</i>
		<i>Niceforonia peraccai</i>
		<i>Noblella lochites</i>
		<i>Noblella myrmecoides</i>
		<i>Noblella personina</i>
		<i>Oreobates quixensis</i>
		<i>Pristimantis acerus</i>
		<i>Pristimantis acuminatus</i>
		<i>Pristimantis albuja</i>
		<i>Pristimantis almendariz</i>
		<i>Pristimantis altamazonicus</i>
		<i>Pristimantis altamnis</i>
		<i>Pristimantis amaguanae</i>
		<i>Pristimantis andinognomus</i>
		<i>Pristimantis atillo</i>
		<i>Pristimantis atratus</i>
		<i>Pristimantis aureolineatus</i>
		<i>Pristimantis balionotus</i>
		<i>Pristimantis barrigai</i>
		<i>Pristimantis baryecuu</i>
Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis bellae</i>
		<i>Pristimantis bicantus</i>

*Pristimantis brevicrus*  
*Pristimantis bromeliaceus*  
*Pristimantis buckleyi*  
*Pristimantis caeruleonotus*  
*Pristimantis cajamarcensis*  
*Pristimantis carvalhoi*  
*Pristimantis chloronotus*  
*Pristimantis chomskyi*  
*Pristimantis churuwiai*  
*Pristimantis citriogaster*  
*Pristimantis colodactylus*  
*Pristimantis colonensis*  
*Pristimantis condor*  
*Pristimantis conspicillatus*  
*Pristimantis cremnobates*  
*Pristimantis croceinguinis*  
*Pristimantis cryophilus*  
*Pristimantis cryptomelas*  
*Pristimantis curtipes*  
*Pristimantis delius*  
*Pristimantis devillei*  
*Pristimantis diadematus*  
*Pristimantis enigmaticus*  
*Pristimantis eriphus*  
*Pristimantis ernesti*  
*Pristimantis exoristus*  
*Pristimantis festae*  
*Pristimantis gagliardoi*  
*Pristimantis galdi*  
*Pristimantis ganonotus*  
*Pristimantis gladiator*  
*Pristimantis glandulosus*  
*Pristimantis gloria*  
*Pristimantis gualacenio*  
*Pristimantis huicundo*  
*Pristimantis ignicolor*  
*Pristimantis incanus*  
*Pristimantis incomptus*  
*Pristimantis inusitatus*  
*Pristimantis katoptroides*  
*Pristimantis kichwarum*  
*Pristimantis kirklandi*  
*Pristimantis lacrimosus*  
*Pristimantis lanthanites*  
*Pristimantis latericius*  
*Pristimantis ledzeppelin*  
*Pristimantis leoni*  
*Pristimantis leucopus*  
*Pristimantis librarius*  
*Pristimantis limoncochensis*  
*Pristimantis lividus*  
*Pristimantis llanganati*  
*Pristimantis luscombei*  
*Pristimantis lymani*  
*Pristimantis malkini*

Anura

Strabomantidae

		<i>Pristimantis martiae</i>
		<i>Pristimantis matidiktyo</i>
		<i>Pristimantis metabates</i>
		<i>Pristimantis miktos</i>
		<i>Pristimantis minimus</i>
		<i>Pristimantis multicolor</i>
		<i>Pristimantis muranunka</i>
		<i>Pristimantis muscosus</i>
		<i>Pristimantis myersi</i>
		<i>Pristimantis nangaritza</i>
		<i>Pristimantis nankints</i>
		<i>Pristimantis nanus</i>
		<i>Pristimantis nelsongalloi</i>
		<i>Pristimantis nephophilus</i>
		<i>Pristimantis nigrogriseus</i>
		<i>Pristimantis nimbus</i>
		<i>Pristimantis ocreatus</i>
		<i>Pristimantis omeviridis</i>
		<i>Pristimantis orcesi</i>
		<i>Pristimantis orestes</i>
		<i>Pristimantis orphnolaimus</i>
		<i>Pristimantis paquishae</i>
		<i>Pristimantis pataikos</i>
		<i>Pristimantis paululus</i>
		<i>Pristimantis pecki</i>
		<i>Pristimantis percultus</i>
		<i>Pristimantis peruvianus</i>
		<i>Pristimantis petersi</i>
		<i>Pristimantis petersioides</i>
		<i>Pristimantis phoxocephalus</i>
		<i>Pristimantis pramukae</i>
		<i>Pristimantis prolatus</i>
		<i>Pristimantis proserpens</i>
		<i>Pristimantis pseudoacuminatus</i>
		<i>Pristimantis pugnax</i>
		<i>Pristimantis pycnodermis</i>
		<i>Pristimantis quaquaversus</i>
		<i>Pristimantis rhodoplichus</i>
		<i>Pristimantis rhodostichus</i>
		<i>Pristimantis riveti</i>
		<i>Pristimantis romeroae</i>
		<i>Pristimantis roni</i>
		<i>Pristimantis rubicundus</i>
		<i>Pristimantis rufiocularis</i>
		<i>Pristimantis sambalan</i>
		<i>Pristimantis saturninoides</i>
		<i>Pristimantis schultei</i>
		<i>Pristimantis serendipitus</i>
		<i>Pristimantis skydmainos</i>
		<i>Pristimantis spinosus</i>
Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis thymelensis</i>
		<i>Pristimantis tiktik</i>
		<i>Pristimantis tinajillas</i>
		<i>Pristimantis tinguichaca</i>
		<i>Pristimantis trachyblepharis</i>

		<i>Pristimantis ujujami</i>
		<i>Pristimantis unistrigatus</i>
		<i>Pristimantis variabilis</i>
		<i>Pristimantis ventrimarmoratus</i>
		<i>Pristimantis versicolor</i>
		<i>Pristimantis vidua</i>
		<i>Pristimantis w-nigrum</i>
		<i>Pristimantis waoranii</i>
		<i>Pristimantis yanezi</i>
		<i>Pristimantis yantzaza</i>
		<i>Strabomantis cornutus</i>
		<i>Strabomantis sulcatus</i>
		<i>Telmatobius cirrhacelis</i>
		<i>Telmatobius niger</i>
		<i>Telmatobius vellardi</i>
	Telmatobiidae	
		<i>Bolitoglossa altamazonica</i>
		<i>Bolitoglossa equatoriana</i>
		<i>Bolitoglossa palmata</i>
		<i>Bolitoglossa peruviana</i>
Caudata	Plethodontidae	
		<i>Caecilia abitaguae</i>
		<i>Caecilia albiventris</i>
		<i>Caecilia attenuata</i>
		<i>Caecilia bokermanni</i>
		<i>Caecilia crassisquama</i>
		<i>Caecilia disossea</i>
		<i>Caecilia dunni</i>
		<i>Caecilia orientalis</i>
		<i>Caecilia tentaculata</i>
		<i>Oscaecilia bassleri</i>
		<i>Amazops amazops</i>
		<i>Epicrionops petersi</i>
		<i>Microcaecilia albiceps</i>
		<i>Siphonops annulatus</i>
		<i>Chthonerpeton onorei</i>
		<i>Potomotyphlus kaupii</i>
Gymnophiona	Rhinatremitidae	
	Siphonopidae	
	Typhlonectidae	

### 3.1.3. Particularidades de la forma de vida

#### 3.1.3.1. Relación con la temperatura

Los anfibios son animales vertebrados ectotermos, por lo cual van a depender de las condiciones de temperatura en su entorno, indispensable para llevar a cabo sus procesos biológicos, debido a que no poseen mecanismos fisiológicos que produzcan calor significativo, por ende, han desarrollado y aplicado la termorregulación y la termoconformidad [39,40]. Por esta razón, gran parte de anfibios se termorregulan a través de la elección de los microhábitats durante el día y la noche [41]. Por otra parte, el aumento o disminución radical de temperatura evidentemente traerá consecuencias severas, como son alteraciones en su fisiología, fenología reproductiva y sistema inmune, lo que los hace propensos a infecciones [42]. Es así que, bajo condiciones estresantes, como altas temperaturas y/o baja humedad, éstos tienden a buscar protección y disminuir su actividad normal, lo que implica mayor limitación para su dispersión, migración u otras tendencias [43].

### 3.1.3.2. Baja capacidad de desplazamiento

La capacidad de desplazamiento de los anfibios es baja, a esto se suma su alta filopatría, que es la fidelidad al sitio de reproducción, por lo que los convierte en especies vulnerables a la perturbación de sus hábitats y los cambios ambientales [44]. Por tal razón, los rangos de distribución de varias especies son cada vez más restringidos, teniendo en cuenta su condición de vida terrestre y acuática, generando un problema doble al momento de encontrar nuevos hábitats [45].

### 3.1.3.3. Piel con pocas restricciones para el intercambio de agua

La piel de los anfibios permite que fácilmente estén propensos a perder agua corporal en el caso de no encontrarse en sitios que tengan alta humedad o si su entorno resulta seco o con mucho viento, además, en la mayoría de las especies generalmente acuáticas, la respiración es a través de la piel húmeda, que también permite el intercambio gaseoso y el balance osmótico que va a ser afectado si la temperatura del agua aumenta [46]. Por otro lado, su piel posee una alta permeabilidad, la cual los hace sensibles a contaminantes como fertilizantes, herbicidas o fungicidas, ya sea por contacto directo o indirecto, en consecuencia pueden sufrir graves efectos, como alteraciones en el desarrollo, pigmentación, deformaciones e incluso la muerte [45].

### 3.1.3.4. Dependencia del agua

Los anfibios tienen una vida que se asocia al agua, siendo indispensable en su reproducción, por lo cual, varias especies han llegado a adaptarse a condiciones que sean de mayor o menor exigencia de fuentes hídricas, permitiéndoles habitar en diversos entornos [47]. En efecto, la mayoría de los anfibios se desarrollan en el agua, especialmente cuando son larvas que, en dependencia de la especie, ésta puede durar semanas o incluso un par de años, siendo altamente susceptibles al deterioro del medio acuático en este ciclo reproductivo. De hecho, los efectos de las alteraciones en la temperatura y precipitación que se dan en los cuerpos de agua pueden determinar el cese del desarrollo larval [48].

### 3.1.3.5. Fragilidad de sus huevos

Los huevos de los anfibios no poseen capa protectora como generalmente tienen los huevos de otros grupos de vertebrados, por lo cual, son vulnerables a factores ambientales, como en el caso de contaminantes en el agua, lo que provoca efectos negativos durante el desarrollo embrionario [45]. A su vez, estos huevos son altamente sensibles a la radiación ultravioleta, lo que implica mutaciones, disminución de las tasas de eclosión y muerte celular [49].

### 3.1.3.6. Bioindicadores

Los anfibios son excelentes bioindicadores ambientales, dado que pueden indicar las condiciones en las que se encuentran los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos [50]. En este sentido, este grupo de vertebrados revelan las consecuencias ante la exposición a determinados elementos, mezclas o sustancias ajenas a su entorno, lo que se constata en cambios individuales en su nivel químico, fisiológico y de comportamiento, a su vez compromete su supervivencia [51]. A razón de esto, se evidencian problemas en el desarrollo embrionario, como deformidades y mutaciones en su estructura, al ser individuos altamente sensibles a la contaminación y cambios ambientales [42]. De la misma manera, la presencia de hidrocarburos, provoca en los anfibios alteraciones en la respiración cutánea y procesos de transpiración, siendo uno de las principales trastornos que sufre esta especie, esto debido a que la región Amazónica es una zona altamente propensa a los derrames de petróleo [52,53].

### 3.1.4. Conservación de anfibios

#### 3.1.4.1. Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* son técnicas aplicadas fuera del hábitat natural de la especie, se enfoca en la cría en cautividad además del muestreo, transferencia y almacenamiento de especies, con la finalidad de dar protección, conservación, uso sostenible y supervivencia [54]. Sin embargo, las especies deben ser susceptibles a la extinción para aplicar esta estrategia de conservación [55]. En el Ecuador existen proyectos de conservación *ex situ* como: “Balsa de los Sapos”, dentro de este proyecto se alberga alrededor de 1500 individuos de 5<sup>o</sup> especies, que incluye la búsqueda y monitoreo de especies silvestres; “La Balsa de los Sapos”, fue creada con fines de investigación, conservación y reproducción en cautiverio [56,57]. Es importante mencionar que este tipo de conservación sirve como herramienta de complemento a la conservación *in situ*, que a su vez genera conciencia pública sobre las especies [58].

#### 3.1.4.2. Conservación *in situ*

La conservación *in situ* son técnicas que consisten en proteger, gestionar y vigilar el hábitat natural de las especies [59]. No obstante, las estrategias de este tipo de conservación prometen mejores opciones a largo plazo para la conservación de la biodiversidad, la supervivencia de especies va a depender de las estrategias de conservación *ex situ*, tal es el caso de especies amenazadas que pueden tener un hábitat que está suficientemente seguro, sin embargo, la supervivencia está en peligro por otros factores, como el cambio climático, especies invasoras o la sobreexplotación [60]. En este sentido, en el Ecuador se contempla el “Proyecto Conservación de Anfibios del Ecuador y Uso Sostenible de sus Recursos Genéticos (PARG)”, que promueve la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras para el beneficio de los recursos genéticos de los anfibios [61]. Además, el Centro de Conservación de Anfibios, es una institución dedicada al monitoreo y manejo *in situ* y *ex situ* de anfibios, debido a que involucra la investigación científica como la gestión de procesos con relación a las especies amenazadas en estado crítico [62].

#### 3.1.4.3. Bioprospección

La bioprospección es una búsqueda sistemática, que va de la mano con la investigación científica, con fines comerciales para obtener fuentes de compuestos químicos, proteínas, genes, microorganismos, entre otros productos con valor económico y que se encuentran en la biodiversidad, como en el caso de la bioprospección de pieles de anfibios como: *Agalychnis spurrelli*, *Cruziohyala calcarifer*, *Boana picturata* y *Atelopus nanay*, que se realiza a través de la Universidad Regional Amazónica IKIAM [63].

### 3.1.5. Amenazas

Los anfibios son el grupo de animales más afectados por declinaciones y extinciones poblacionales, debido a que al menos una de cada tres de sus más de 6600 especies están propensas a desaparecer [64]. En este contexto, la fauna de anfibios del Ecuador es considerada altamente amenazada, con 138 especies clasificadas en las categorías de riesgo de extinción en la Amazonía según la IUCN [65].

#### 3.1.5.1. Pérdida de hábitat

La deforestación contribuye a la pérdida de hábitat de los anfibios, sus áreas de reproducción, refugio y alimento. Además, la agricultura y el urbanismo son otros factores que favorecen al descenso claro de sus especies, dejando pocas de ellas que puedan soportar estos cambios radicales [66].

### 3.1.5.2. Introducción de especies exóticas

La introducción de especies exóticas ha generado polémica, a causa de las diferentes formas que pueden afectar a los anfibios. Por un lado, la introducción de peces como trucha (*Salmo trutta*) o tilapia (*Oreochromis nicoticus*) ponen en riesgo a los anfibios, debido a que se alimentan de los huevos o renacuajos. Por otro lado, la introducción de ranas exóticas, como la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) que perjudican directa o indirectamente, compitiendo por alimento o trasportando enfermedades infecciosas [67].

### 3.1.5.3. Sobreexplotación y comercio

La exportación ilegal principalmente al extranjero de especies nativas, provoca una severa reducción en sus poblaciones, ya que varias especies presentan colores atractivos para comercializarlos como mascotas, así también, sus muslos son apreciados a nivel gastronómico, provocando la sobreexplotación de muchas especies [66].

### 3.1.5.4. Cambio climático

El cambio climático empieza a convertirse en una de las mayores amenazas hacia los anfibios, de esta manera, las variaciones climáticas como la temperatura y la precipitación que se generan, alteran los ciclos reproductivos, los microhábitats e intensifican la sensibilidad de las especies a patógenos y enfermedades como la quitridiomycosis [68–70].

### 3.1.5.5. Contaminantes

Los herbicidas, pesticidas, fungicidas, entre otros químicos, se esparcen hasta los lugares que ocupan los anfibios para reproducirse, teniendo consecuencias letales, como la interrupción del desarrollo metamórfico de los huevos y las larvas, ocasionándoles muertes prematuras. Adicional, en los anfibios adultos, su piel sirve como absorbente de los químicos que se encuentran en el agua o el ambiente, haciéndolos aún más vulnerables, lo que puede provocarles la muerte, deformidades, alteraciones reproductivas, entre otras alteraciones fisiológicas [67].

### 3.1.5.6. Zonas mineras y campos petroleros

Tanto en las zonas mineras como en los campos petroleros se dan varios grados de afectación latente, debido a que deforestan las áreas en donde se van a realizar estas actividades y la construcción de carreteras para su ingreso, contaminando el agua en ríos y riachuelos con los residuos que generan, lo que afecta directamente a la dinámica poblacional, no sólo a los anfibios sino a toda la biodiversidad en esas zonas [71].

## 3.1.6. Especies de anfibios mayormente amenazadas en la Amazonía ecuatoriana

En la Amazonía se describen las siguientes Categorías de la IUCN con el número de especies, donde se detallan, 12 especies en Peligro Crítico, 12 en Peligro, 11 en Vulnerable, 2 en Casi Amenazadas y 101 en Preocupación Menor (Tabla 2) [38].

**Tabla 2.** Especies de anfibios de la Amazonía del Ecuador en estado de amenaza según las Categorías de la IUCN [38].

Categoría	Especie	Endémicas	N °
Peligro Crítico	<i>Atelopus Boulengeri</i>	Si	1
	<i>Atelopus halihelos</i>	Si	2
	<i>Atelopus nepiozomus</i>	Si	3
	<i>Atelopus orcesi</i>	Si	4
	<i>Atelopus petersi</i>	Si	5
	<i>Atelopus planispina</i>	Si	6

	<i>Atelopus podocarpus</i>	No	7
	<i>Andinobates abditus</i>	Si	8
	<i>Hyloxalus anthracinus</i>	Si	9
	<i>Telmatobius cirrhacelis</i>	Si	10
	<i>Telmatobius niger</i>	Si	11
	<i>Telmatobius vellardi</i>	Si	12
En Peligro	<i>Osornophryne antisana</i>	Si	1
	<i>Hyloscirtus pantostictus</i>	No	2
	<i>Phyllomedusa ecuatoriana</i>	Si	3
	<i>Pristimantis acerus</i>	Si	4
	<i>Pristimantis balionotus</i>	Si	5
	<i>Pristimantis baryecuus</i>	Si	6
	<i>Pristimantis cremnobates</i>	Si	7
	<i>Pristimantis ignicolor</i>	Si	8
	<i>Pristimantis incanus</i>	Si	9
	<i>Pristimantis ocreatus</i>	Si	10
	<i>Pristimantis pycnodermis</i>	Si	11
	<i>Pristimantis vidua</i>	Si	12
	Vulnerable	<i>Atelopus spumarius</i>	No
<i>Hyloxalus pulchellus</i>		No	2
<i>Lynchius flavomaculatus</i>		Si	3
<i>Lynchius simmonsii</i>		Si	4
<i>Pristimantis colodactylus</i>		No	5
<i>Pristimantis inusitatus</i>		Si	6
<i>Pristimantis pataikos</i>		No	7
<i>Pristimantis petersi</i>		Si	8
<i>Pristimantis schultei</i>		No	9
<i>Pristimantis serendipitus</i>		No	10
Casi Amenazadas	<i>Hemiphractus bubalus</i>	No	1
	<i>Pristimantis riveti</i>	Si	2
Preocupación Menor	<i>Allobates femoralis</i>	No	1
	<i>Allobates insperatus</i>	Si	2
	<i>Allobates zaparo</i>	No	3
	<i>Rhaebo guttatus</i>	No	4
	<i>Rhinella margaritifera</i>	No	5
	<i>Rhinella marina</i>	No	6
	<i>Rhinella roqueana</i>	No	7
	<i>Hyalinobatrachium munozorum</i>	No	8
	<i>Teratohyla midas</i>	No	9
	<i>Ceratophrys cornuta</i>	No	10
	<i>Ameerega bilinguis</i>	Si	11
	<i>Ameerega hahneli</i>	No	12
	<i>Ameerega parvula</i>	No	13
	<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>	No	14
	<i>Adelophryne adiastrata</i>	No	15
	<i>Hemiphractus scutatus</i>	No	16
	<i>Agalychnis hulli</i>	No	17
	<i>Boana boans</i>	No	18
	<i>Boana calcarata</i>	No	19
	<i>Boana cinerascens</i>	No	20
	<i>Boana geographica</i>	No	21
	<i>Boana lanciformis</i>	No	22
	<i>Boana nympha</i>	No	23
	<i>Boana punctata</i>	No	24

	<i>Cruziophyla craspedopus</i>	No	25
	<i>Dendropsophus bifurcus</i>	No	26
	<i>Dendropsophus bokermanni</i>	No	27
	<i>Dendropsophus brevifrons</i>	No	28
	<i>Dendropsophus marmoratus</i>	No	29
	<i>Dendropsophus minutus</i>	No	30
	<i>Dendropsophus parviceps</i>	No	31
	<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	No	32
	<i>Dendropsophus sarayacuensis</i>	No	33
	<i>Dendropsophus triangulum</i>	No	34
	<i>Nyctimantis rugiceps</i>	No	35
	<i>Osteocephalus alboguttatus</i>	Si	36
	<i>Osteocephalus buckleyi</i>	No	37
	<i>Osteocephalus cabrerai</i>	No	38
	<i>Osteocephalus deridens</i>	No	39
	<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	Si	40
	<i>Osteocephalus planiceps</i>	No	41
Preocupación Menor	<i>Osteocephalus taurinus</i>	No	42
	<i>Osteocephalus yasuni</i>	No	43
	<i>Phyllomedusa tarsius</i>	No	44
	<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	No	45
	<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	No	46
	<i>Scinax cruentomma</i>	No	47
	<i>Scinax funereus</i>	No	48
	<i>Scinax garbei</i>	No	49
	<i>Scinax ruber</i>	No	50
	<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	No	51
	<i>Tepuihyla tuberculosa</i>	No	52
	<i>Trachycephalus coriaceus</i>	No	53
	<i>Trachycephalus cunauaru</i>	No	54
	<i>Adenomera andreae</i>	No	55
	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	No	56
	<i>Edalorhina perezii</i>	No	57
	<i>Engystomops petersi</i>	No	58
	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	No	59
	<i>Leptodactylus knudseni</i>	No	60
	<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	No	61
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	No	62
	<i>Leptodactylus petersii</i>	No	63
	<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	No	64
	<i>Leptodactylus wagneri</i>	No	65
	<i>Lithodytes lineatus</i>	No	66
	<i>Chiasmocleis antenori</i>	No	67
	<i>Chiasmocleis bassleri</i>	No	68
	<i>Chiasmocleis ventrimaculata</i>	No	69
	<i>Hamptophryne boliviana</i>	No	70
	<i>Synapturanus rabus</i>	No	71
	<i>Pipa pipa</i>	No	72
	<i>Rana palmipes</i>	No	73
	<i>Niceforonia nigrovittata</i>	No	74
	<i>Oreobates quixensis</i>	No	75
	<i>Pristimantis acuminatus</i>	No	76
	<i>Pristimantis altamazonicus</i>	No	77
	<i>Pristimantis altamnis</i>	Si	78
	<i>Pristimantis aureolineatus</i>	No	79

Preocupación Menor	<i>Pristimantis buckleyi</i>	No	80
	<i>Pristimantis carvalhoi</i>	No	81
	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	No	82
	<i>Pristimantis croceinguinis</i>	Si	83
	<i>Pristimantis diadematus</i>	No	84
	<i>Pristimantis kichwarum</i>	No	85
	<i>Pristimantis lacrimosus</i>	No	86
	<i>Pristimantis lanthanites</i>	No	87
	<i>Pristimantis lymani</i>	No	88
	<i>Pristimantis malkini</i>	No	89
	<i>Pristimantis martiae</i>	No	90
	<i>Pristimantis peruvianus</i>	No	91
	<i>Pristimantis quaquaversus</i>	No	92
	<i>Pristimantis skydmainos</i>	No	93
	<i>Pristimantis unistrigatus</i>	No	94
	<i>Pristimantis variabilis</i>	No	95
	<i>Strabomantis sulcatus</i>	No	96
	<i>Bolitoglossa equatoriana</i>	Si	97
	<i>Bolitoglossa peruviana</i>	No	98
	<i>Caecilia disossea</i>	No	99
	<i>Caecilia tentaculata</i>	No	100
<i>Siphonops annulatus</i>	No	101	

### 3.2. Posibles impactos del CC sobre las especies de anfibios

#### 3.2.1. Efecto invernadero

El efecto invernadero es el causante del calentamiento global, se genera por el aumento de gases contaminantes presentes en la atmósfera, evitando que se disipe el calor del sol en el espacio, lo que eleva la temperatura del planeta [72]. Es así que, en los anfibios, los días soleados son cada vez más calientes y las jornadas de lluvia son más extremas, una manifestación visible de este cambio son desastres como sequías e inundaciones, que se han visto incrementados, resultando ser situaciones que alteran sus hábitats y relación con los mismos, debido a que poseen características muy particulares que los convierte en especies vulnerables frente a estos cambios [45].

#### 3.2.2. Aumento de la temperatura

El incremento en la temperatura afecta directamente a los anfibios, ya que son especies ectodermos, por lo cual indican sensibilidad a los patrones de estacionalidad en temperatura por las fluctuaciones poblacionales en períodos cortos de tiempo [68]. Además, estas altas temperaturas originan entornos adecuados y propicios para el surgimiento del hongo quitridio, microorganismo que ataca a los anfibios [66]. Por otro lado, las bajas temperaturas también actúan negativamente sobre la habilidad de su sistema inmunológico, dejándolos incapaces de reaccionar frente a otros agentes infecciosos, como el *Aeromonas hydrophila*, habitante en intestinos de anfibios en temperaturas bajas [73].

#### 3.2.3. Cambios en los ciclos hídricos

Los cambios en los ciclos hídricos son cada vez más evidentes, debido a la contaminación y el calentamiento global, incrementando las precipitaciones, trayendo consigo eventos lluviosos frecuentes e intensos que se alternan por largas épocas secas [74]. Estos cambios drásticos en los ciclos en la Amazonía, ponen en riesgo la supervivencia de las especies de anfibios, por dos razones: una de ellas, es por el incremento o disminución en el caudal de las masas de agua; y la

otra, es por el aumento de la temperatura en dichas masas de agua, ya que comprometen la reproducción entre ellos y el desarrollo correcto de los renacuajos, esto por la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto y aumento de la eutrofización [75].

### 3.2.4. Disminución de nubosidad y aumento de la insolación y por tanto de la exposición a radiación UV

La destrucción de la capa de ozono por la generación de gases de efecto invernadero y emisión de compuestos fluorocarbonados hacia la atmósfera, trae como consecuencia la exposición directa a las radiaciones UV, este fenómeno destruye la piel permeable de los anfibios, atacando sus células y generando lesiones que en conjunto los hace susceptibles a pH bajos y enfermedades [76]. Esto ligado a la disminución de nubosidad y aumento de la insolación, componen uno de los factores más perjudiciales que contribuye a la disminución de poblaciones de anfibios en regiones tropicales como la Amazonía, en especial aquellos que ponen sus huevos en aguas abiertas y superficiales [77].

### 3.2.5. Alteración del nicho ecológico y pérdida de hábitat

El nicho ecológico hace referencia a todas las relaciones interespecíficas entre las especies y sus ecosistemas, de esta manera, el nicho de los anfibios puede estar definido por varios componentes: abióticos, dados por la temperatura, humedad, precipitación y luminosidad; y bióticos, que incluye a las comunidades vegetales como los bosques húmedo tropical, a las que se han adaptado fisiológicamente [75]. Por otra parte, el desplazamiento de otras especies y comunidades vegetales, así como de áreas agrícolas y asentamientos humanos, provocarán la pérdida de hábitats y, por ende, la reducción de muchas especies endémicas. Adicional, los anfibios se encuentran en el intermedio de las cadenas tróficas, es así que se alimentan de una gran diversidad de invertebrados, cuyas poblaciones estarán afectadas por la reducción de hábitats, lo que a su vez impacta la calidad de suelo y agua [74].

### 3.2.6. Desplazamiento o cambio en el rango de distribución

Generalmente, los anfibios poseen menor capacidad de dispersión que otras especies como las aves o mamíferos, posiblemente pocas especies podrían expandir sus áreas de dispersión y ocupar nichos ecológicos disponibles, desplazando a otras, optando por desplazarse hacia rangos altitudinales mayores que los existentes en la Amazonía, esto se evidencia en los modelos de cambio climático, los cuales proyectan una tendencia marcada al desplazamiento vertical antes mencionado [78].

### 3.2.7. Enfermedades infecciosas

El surgimiento de enfermedades infecciosas se relaciona directamente con muertes masivas de anfibios alrededor del mundo, debido a que el cambio climático es un factor que beneficia la propagación de agentes infecciosos en anfibios, debilitando su sistema inmune y alterando su fisiología [79]. A continuación, se describen las principales enfermedades infecciosas y los efectos que causan (Tabla 3).

**Tabla 3.** Enfermedades infecciosas en anfibios [67,73,80]

Enfermedad	Agente infeccioso	Efectos
Quitridiomycosis	<i>Batrachochytrium dendrobatidis</i>	Ataca la piel altamente permeable, dañando la capa de queratina, lo que altera el flujo de electrolitos en la sangre, causando insuficiencia cardíaca.

Ranavirus	<i>Ranavirus</i>	Produce una necrosis multisistémica y un síndrome hemorrágico.
Pata roja	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Lesiones con hemorragias en el abdomen y patas traseras, desarrollando septicemia y alta mortalidad en larvas y adultos.

### 3.2.8. Extinción

Las declinaciones severas de poblaciones próximas a la extinción, como las 12 especies en la Categoría Peligro Crítico de la IUCN mencionadas en la Tabla 2, se puede dar por el surgimiento de epidemias de patógenos, favorecido por el cambio climático y la reducción de hábitat [74]. Las bajas densidades poblacionales y poca ocupación del hábitat hacen que la población sea menos resistente a cualquier alteración, por lo cual, los procesos de adaptación evolutiva a los cambios no ocurren lo suficientemente rápido para prevenir la extinción [81].

## 3.3. Estrategias de mitigación frente al CC

### 3.3.1. Educación ambiental

La educación ambiental es una forma de pensamiento y acción de alcance internacional que busca promover la sensibilidad ambiental, la construcción de conocimientos, actitudes, aptitudes y comportamientos que sean favorables hacia la conservación, incluyendo la ciencia ciudadana y el voluntariado, como herramientas de comunicación entre las personas y la comunidad científica [82]. Los programas de educación ambiental sobre anfibios han manifestado ser efectivos, tanto para aumentar el conocimiento sobre los anfibios como para aumentar las poblaciones, ya que a través de ellos se conoce la importancia de esta especie, su apreciación y la necesidad de su conservación [66].

### 3.3.2. Protección de tierras

La protección de tierras es una acción a pequeña y mediana escala que permite solventar el problema de cambio de uso de suelo y su fragmentación, es así que, el proteger zonas de amortiguamiento de las áreas reproductivas, favorece parcialmente al aumento de las poblaciones de anfibios [66].

### 3.3.3. Creación de hábitats sustentables

La creación de hábitats sustentables, su manejo adecuado y regulación, demuestran que pueden aumentar o mantener las poblaciones de anfibios, debido a que permiten la restauración de la conectividad del hábitat [11]. En este sentido, los parques nacionales tienen un rol elemental en la protección de especies, pues poseen estrategias válidas con intenciones de mejora y conservación, es así que, de los 11 parques nacionales, 2 se encuentran en la Amazonía, el Parque Nacional Yasuní y el Parque Nacional Sumaco Napo - Galeras [83].

### 3.3.4. Restauración de hábitats acuáticos para reproducción

Los hábitats acuáticos son indispensables para la conservación de los anfibios, por lo que una alternativa, es la creación de pozas artificiales o semiartificiales y la profundización de estanques ya existentes para mejorar todos los escenarios en torno a la reproducción y aumentar las poblaciones con éxito, siendo una acción vital frente a las fuertes variaciones de lluvias que ocurren en la actualidad [79].

### 3.3.5. Remoción directa de las especies invasoras

Las especies invasoras son un problema ecológico de gran relevancia, ya que son capaces de transmitir enfermedades y compiten por alimento o espacio, alterando y destruyendo su hábitat, e incluso reproducirse con ellas, dando como resultado especies híbridas [45]. Por lo que la implementación de ciertas acciones con relación a la liberación de especies, debe ser evitada y prohibida para disminuir la invasión de éstas y sus efectos colaterales, ya que sólo así, la remoción directa de la especie invasora, puede aumentar las poblaciones de anfibios nativos [84].

### 3.3.6. Investigación en curas de enfermedades

Indudablemente la investigación en la cura de enfermedades en anfibios es muy importante, ya que no se tienen datos suficientes sobre la extensión de las infecciones que los atacan, por lo que mantener registros de los alcances de éstas, sirven para planear estrategias de manejo de la parasitosis a corto, mediano y largo plazo [45]. Además, se plantea que, el uso de antifúngicos en ambientes totalmente controlados, pueden ser efectivos para limpiar infecciones provocadas por agentes patógenos, como los mencionados en la Tabla 3, sin embargo, esta técnica no ha mostrado efectividad en especies de vida silvestre, ya que los resultados en laboratorio aún son discordantes [85].

## 3. Conclusiones

Los anfibios aportan considerablemente a que el Ecuador sea considerado un país megadiverso, debido a que habitan 268 especies endémicas, de las cuales 157 están en la región Amazónica, entre las que se destacan la Rana venenosa ecuatoriana (*Ameerega bilinguis*), la Rana arbórea de Alfaro (*Boana alfaro*) y la Rana de casco del Napo (*Osteocephalus fuscifacies*). Estos vertebrados poseen particulares formas de vida, relacionándose directamente con la temperatura, pues son animales ectotermos, su baja capacidad de desplazamiento, la dependencia total de agua, en conjunto con su piel altamente permeable y la fragilidad de sus huevos que no poseen capa protectora los convierten en una especie altamente vulnerable.

Las diferentes amenazas a las que se encuentran sometidos son: la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación, el comercio ilegal, los contaminantes que son mal manipulados por las personas, las zonas mineras y campos petroleros que contaminan el agua de los ríos y riachuelos. Además, la pérdida de hábitat junto con el cambio climático son las principales amenazas que enfrenta la especie, debido al gran crecimiento poblacional, la agricultura y la deforestación, las variaciones en la temperatura y precipitación, respectivamente, los mismos que alteran los ciclos reproductivos y los microhábitats, siendo altamente sensibles a enfermedades, tal es el caso de la especie Jambato de Morona Santiago (*Atelopus halihelos*), el Jambato de Peters (*Atelopus petersi*) y la Rana venenosa de Azuela (*Andinobates abditus*) que se encuentran en la Categoría Peligro Crítico de la Lista Roja de IUCN. Por otra parte, se han detallado los posibles impactos que el cambio climático genera en los anfibios, por ejemplo, el efecto invernadero, al ser el principal causante del calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono, provoca que su piel este propensa a degradarse por la exposición directa a las radiaciones UV y al aumento de la temperatura. De igual forma, los cambios en los ciclos hídricos que, debido a la contaminación, incrementa las precipitaciones provocando fuertes e intensas lluvias, destruyendo sus medios de reproducción. A esto se suma, las enfermedades infecciosas, como la quitridiomicosis, que provoca muertes masivas en los anfibios dejándolos propensos a la extinción.

Finalmente, entre las estrategias para mitigar los impactos negativos del cambio climático que amenaza a los anfibios, se encontró a la educación ambiental que, tiene como finalidad dar a conocer a la población sobre la importancia de esta especie y la necesidad de su conservación.

Así mismo, la remoción de especies invasoras que transmiten enfermedades y compiten por alimento o espacio, evitando la liberación de éstas en los ecosistemas a los que no pertenecen. Adicional, la investigación en curas de enfermedades, la misma que busca plantear estrategias de manejo de patógenos que las provocan con el uso o aplicación de antifúngicos. Por lo último y la más viable estrategia de conservación, es la protección y creación de hábitats sustentables que logren aumentar y/o mantener las poblaciones de anfibios, sin dejar de lado a los hábitats acuáticos que son indispensables para su reproducción y supervivencia.

**Contribución de autores:** Idea, revisión, investigación, metodología, software, redacción (M.V-C); tabulación, investigación, redacción, revisión (J. S-P); redacción, edición, investigación, revisión (B. F-A); metodología, redacción, edición, revisión (I. D-G).

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Agradecimientos:** Un agradecimiento profundo a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Sede Orellana. Este documento es resultado de un trabajo investigativo de aula en la Cátedra de Biodiversidad, Carrera Ingeniería Ambiental, Sede Orellana.

## Referencias

- Rodríguez, M.; Mance, H. *Cambio Climático: lo que está en juego*; Valderrama, J., Ed.; Primera.; Foro Nacional Ambiental: Bogotá, 2007;
- Bárcena, A.; Samaniego, J.; Perez, W.; Alatorre, J. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe*; CEPAL: Santiago, 2019;
- Díaz, G. 2012. Santo Domingo 2012, p. 15.
- González, M.; Jurado, E.; González, S.; Aguirre, Ó.; Jiménez, J.; Navar, J. 2011. Nuevo León March 2011, p. 383.
- Barquero, M. 2016. Limón, Costa Rica March 2015, p. 71.
- Valtonen, A.; Molleman, F.; Chapman, C.; Carey, J.; Ayres, M.; Roininen, H. *Tfenología ropical: ritmos bianuales y enteranual variación enun conjunto de mariposas atrotropicales*; Ecosfera, 2013;
- Herrera, B.; Paaby, P.; Muñoz, C. *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CON ÉNFASIS EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS: SÍNTESIS DEL ESTADO DEL ARTE 2009-2011*; Costa Rica, 2013;
- IPCC *Cambio Climático 2007 Informe de Síntesis*; Ginebra, Suiza, 2007;
- Uribe, E. *EL cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*; CEPAL: Santiago, 2015;
- Algodón, P. 2003. Plymouth, Reino Unido November 2003,.
- Wells, K. *The Ecology and Behavior of Amphibians*; The University of Chicago: Chicago, USA, 2007;
- Blaustein, A.; Wake, D. *Declining amphibian populations: a global phenomenon in conservation biology*; Científic America, 1990;
- AMBIENTALES, E.E. El cambio climático y sus impactos sobre los anfibios Available online: <https://www.emberizamedioambiente.es/noticia-medio-ambiente/el-cambio-climatico-y-sus-impactos-sobre-los-anfibios>.
- Stebbins, R.; Cohen, N. *A natural history of amphibians*; Pinceton University Press: New Jersey, USA, 1995;
- Blaustein, A.; Wake, D. *The puzzle of declining amphibian populations*; Scientific American, 1995;
- Hanselmann, R.; Rodríguez, A.; Lampo, M.; Ramos, L.; Aguirre, A.; Kilpatrick, M.; Daszak, P. *Biological Conservation*. Venezuela February 2004, pp. 115–119.
- Pounds, J.; Crump, L. *Amphibian declines and climate disturbance; the case of the golden toad and the harlequin frog*; Conservation Biology, 1994;
- Lips, K.; Reaser, J. *El Monitoreo de Anfibios en América Latina*; 1999;
- Carey, J. La biodiversidad de América Latina es crítica Available online: <https://www.nrdc.org/es/experts/jessica-carey-webb/biodiversidad-america-latina-es-critica-objetivos-climaticos-mundiales>.
- Alarcón, I. La biodiversidad de América Latina está en declive Available online: <https://www.elcomercio.com/tendencias/biodiversidad-america-latina-ambiente-planeta.html>.

21. Viano, L. 2015. November 2015,.
22. Angulo, A.; Rueda, J.; Rodríguez, J.; La Marca, E. *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*; Rodríguez, J., Rueda, J., González, A., Eds.; Conservación Internacional: Bogotá, Colombia, 2006;
23. Pounds, A.; Savage, J.; Bolaños, F. «*Inciilius periglenes*». Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2013.
24. Ito, S. *Rhinella Rostrata*.
25. UICN, G. de especialistas en anfibios de la C. de la Esplendida rana venenosa Available online: <https://www.iucnredlist.org/species/55201/54344718> (accessed on Nov 11, 2021).
26. Ron, S.; Merino-Viteri, A.; Ortiz, D. Anfibios del Ecuador. Version 2021 Available online: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb> (accessed on Nov 11, 2021).
27. Coloma, L. *Ecuador sapo diverso*; Quito, Ecuador, 2014;
28. Mora, G.; Armijos, D. Composición de la comunidad de anfibios y ocupación de hábitat en la reserva El Madrigal de la ciudad de Loja. *VinvestigaUTPL* **2017**, 68–72.
29. Varela, L.; Ron, S. Geografía y clima del Ecuador Available online: <https://bioweb.bio/geografiaClima.html/> (accessed on Nov 11, 2021).
30. Ron, S. Diversidad y Biogeografía Available online: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/DiversidadBiogeografia> (accessed on Nov 11, 2021).
31. Castellanos, A. Anfibios del Amazonas, diversidad y reporte de nuevas especies Available online: <https://anfibios.paradais-sphynx.com/informacion/anfibios-de-amazonas.htm> (accessed on Nov 11, 2021).
32. Ecuador, M. de A. del Línea base de deforestación del Ecuador continental Available online: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto mapa-parte1.pdf> (accessed on Nov 11, 2021).
33. GADPO *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015–2019*; Orellana, Ecuador, 2015;
34. Jambatu, C. Anfibios de Ecuador. Available online: <http://www.anfibiosecuador.ec/index.php?aw,2> (accessed on Dec 11, 2021).
35. Coloma L, Hoogmoed M, Q.-U. Osornophryne antisana. *Fund. Jambatu* 2012.
36. Bartlett, R.D.; Bartlett, P.P. *Reptiles and Amphibians of the Amazon; An Ecotourist's Guide*. Gainesville: Florida–USA, 2003;
37. Gallardo, G. *CRÍA DE UNA RANA NATIVA DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA Rusu Mama – Ranapalmipes*; Quito, Ecuador, 2004; ISBN 9978223940.
38. Bioweb Búsqueda de especies Available online: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/BusquedaEspecies> (accessed on Dec 14, 2021).
39. Begon, M.; J.L, H.; Townsend, C.R. Ecología, Individuos, Poblaciones y Comunidades. In *Ecología, Individuos, Poblaciones y Comunidades*; 1997; pp. 44–46.
40. Peters, J.A. *Dictionary of herpetology: a brief and meaningful definition of words and terms used in herpetology*; New York–USA, 1964;
41. Brattstrom, B. A preliminary review of thermal requirements of Amphibians. In *A preliminary review of thermal requirements of Amphibians*; Ecology, 1963; pp. 238–255.
42. Sanabria, E.; Quiroga, L.; Martino, A. Variation in the Thermal Parameters of *Odontophrynus occidentalis* in the Monte Desert, Argentina: Response to the Environmental Constraints. *J. Exp. Zool.* **2012**, 1–9.
43. Walguarney, J.; Goodman, R.; Echtenacht, A. Thermal Biology and Temperature Selection in Juvenile Lizards of Co-occurring Native and Introduced *Anolis* Species. *J. Herpetol.* **2012**, 620–624.
44. Segura, J.; Jiménez, J.; García-Cardenete, L. *Anfibios y Reptiles de la Gran Senda de Málaga y provincia*; abril de 2.; Málaga-España, 2020;
45. Lobos, G.; Vidal, M.; Correa, C.; Labra, A.; Díaz-Páez, H.; Charrier, A.; Rabanal, F.; Díaz, S.; Tala, C. *Anfibios de Chile, un desafío para la conservación*; 2013; ISBN 9789567204465.
46. Heyer, R. *Medición y monitoreo de la diversidad biológica: métodos estandarizados para anfibios*; Editorial Universitaria de la Patagonia: Washington–USA, 1994;
47. Wake, D. *Declining amphibian populations*; 1991;
48. Zaldívar, C. Los anfibios de la Rioja. *Inf. Ambient.* **2004**, 16, 5.
49. Belamendia, G. ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE ANFIBIOS Y REPTILES EN LA CUENCA DE BOLINTXU: PROPUESTA PARA EL CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA, DETECCIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS Y PROPUESTAS DE GESTIÓN, 2010.
50. Cooke, A.. Tadpoles as indicators of harmful levels of pollution in the field. *Environ. Pollut. Ser. A, Ecol. Biol.* **1981**, 25, 123–133.
51. Newman, M.; Clements, W. *Ecotoxicology A Comprehensive Treatment*, 1st ed.; CRC Press: Gloucester

- Point, VA, USA, 2007; ISBN 9780849333576.
52. Paz, A. *6/04/2018*. April 2018,.
  53. Morán, S. En Ecuador, cada semana hay dos derrames petroleros. *5/07/2021* 2021.
  54. Ambiente, M. del *Código Orgánico del Ambiente*; Quito, Ecuador, 2017;
  55. Meza, M.. *Ecología y Biodiversidad del Ecuador*, Texas, USA, 2002;
  56. Orozco, J. La “Balsa de los Sapos” Available online:  
<https://bioweb.puce.edu.ec/QCAZ/contenido/BalsaSaposNuestrosInicios> (accessed on Jan 31, 2022).
  57. Acosta, N. Museo del Banco de Vida “Arca de los Sapos” Available online:  
<http://www.anfibiosecuador.ec/index.php?as,15> (accessed on Jan 31, 2022).
  58. Gillespie, J. Protected Areas and Legal Ecology. *2020* 2020, 107–113.
  59. Visconti, P. *Objetivos de áreas protegidas después de 2020*; 2019;
  60. Balmford, A.; Beresford, J.; Green, J.; Naidoo, R.; Walpole, M.; Manica, A. Una perspectiva global sobre las tendencias en el turismo basado en la naturaleza. *2009* 2009.
  61. Ministerio del Ambiente, A. y T.E. Proyecto Anfibios Ecuador Available online:  
<https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-el-pais-mas-diverso-en-anfibios/#> (accessed on Jan 31, 2022).
  62. Siavichay, F.; Maldonado, G.; Mejía, D.; Webster, J.F.; Torres, N.; Costa, K. *Plan de Manejo para la Conservación de los Anfibios Urbanos de Cuenca. Municipalidad de Cuenca.*; Cuenca, Ecuador, 2016;
  63. Ambiente, M. del Sistematización del I Simposio Internacional sobre Conservación de Anfibios. **2019**.
  64. IUCN The IUCN Red List of Threatened Species. Available online: <http://www.iucnredlist.org>.
  65. Coloma, L.; Guayasamin, J.; Menéndez-Guerrero, P. Lista Roja de Anfibios de Ecuador Available online:  
<http://www.anfibiosecuador.ec/index.php?lr,10>.
  66. Abarca, J. Anfibios en peligro: amenazas y estrategias efectivas de conservación. *Rev. Ecucación Ambient.* **2021**, 13.
  67. Blaustein, A.; Kiesecker, J. *Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations*; 2002;
  68. MA, A.; JK, E. *Climate variability in regions of amphibian declines*; 2001;
  69. Carey, C.; Heyer, R.; Wilkinson, J.; Alford, R.; Amzen, J.; Halliday, T.; Hungerford, L.; Lips, K.; Middlenton, E.; Orchard, S.; et al. *Amphibian declines and environmental change: use of remote-sensing data to identify environmental correlates*; Conservation Biology, 2001;
  70. Pounds, A. *Climate and amphibian declines*; Nature, 2001;
  71. Paz, A. Más de 350 anfibios de Ecuador están en riesgo de extinción Available online:  
<https://es.mongabay.com/2021/05/anfibios-de-ecuador-en-riesgo-de-extincion/> (accessed on Dec 14, 2021).
  72. Aguilar, J. *El Efecto Invernadero, el Cambio Climático, la Crisis Medioambiental y el Futuro de la Tierra*; Instituto de España: Madrid, España, 2003;
  73. Carey, C. Hypothesis concerning the causas of the disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. *Conserv. Biol.* **1993**, 7, 355–362.
  74. Albán, F. Impactos potenciales del Cambio Climático en la biodiversidad de ecosistemas de alta montaña o páramo de Ecuador, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR, 2015.
  75. Anderson, E.; Marengo, J.; Villalba, R.; Halloy, S.; Young, B.; Cordero, D.; Gst, F.; Jaimes, E.; Ruiz, D. *Consecuencias del Cambio Climático en los Ecosistemas y Servicios Ecosistémicos de los Andes Tropicales*; Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, San José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente: Paris, Francia, 2012;
  76. Rueda, L. *PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ANFIBIOS AMENAZADOS DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, COLOMBIA*; Guajira, Colombia;
  77. Kiesecker, J.; Blaustein, A. *Synergism between UV-B radiation and pathogen magnifies amphibian embryo mortality in nature.*; Proc. Natl. Acad. Aci: USA, 1995;
  78. Cuesta, F.; Bustamante, M.; Becerra, M.; Postigo, J.; Peralvo, M. *Panorama andino de cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales*; CONDESANGSCAN: Lima, Perú, 2012;
  79. Wren, S.; Angulo, A.; Meredith, H.; Kielgast, J.; Dos Santos, M.; Bishop, P. *Amphibian Conservation Action Plan*; Amphibian Specialist Group., 2015;
  80. Daszak, P.; Berge, L.; Cunningham, A.; Hyatt, A.; Green, D.; Speare, R. *Emerging infectious diseases & amphibian population declines.*; Emerging Infectious Diseases, 1999;
  81. Parmesan, C. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **2006**, 37, 637–639.
  82. Hernández, L. Modelo de Educación ambiental para la conservación de recursos naturales: Una propuesta para el Parque Nacional Volcán Poas, Costa Rica. *Rev. Biocenosis* **2012**, 26, 1–2.

83. Ambiente, M. del Áreas Protegidas Región Amazónica Available online: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/todas-areas-protegidas-por-region?t=A> (accessed on Dec 17, 2021).
84. Sanguinetti, J.; Buria, L.; Malmierza, L.; Valenzuela, A.; Núñez, C.; Pastore, H.; Chauchard, L.; Ferreyra, N.; Massaccesi, G.; Gallo, E.; et al. Manejo de especies exóticas invasoras en Patagonia, Argentina: Priorización, logros y desafíos de integración entre ciencia y gestión identificados desde la Administración de Parques Nacionales. *Asoc. Argentina Ecol.* **2014**, *24*, 183–192.
85. Santos, G. ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN POBLACIONES DE ANFIBIOS. *Biodiversitas* **2004**, *56*, 5.

#### Reseña de autores:



**María Belén Flores**, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Su área de interés es el medio ambiente y sus ecosistemas. Miembro del proyecto de vinculación Huertos Urbanos, en el área de compostaje.



**Miguel Angel Verdezoto**, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se inclina a la investigación en las ciencias ambientales e impactos hacia la biodiversidad. Se considera una persona organizada y con gran motivación, capaz de fomentar valores éticos y siempre dar lo mejor.



**Jefferson Alexis Simbaña**, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Su interés personal se inclina hacia la biodiversidad y el medio ambiente. Miembro del proyecto de vinculación Huertos Urbanos, en el área de compostaje.



**Isabel Domínguez-Gaibor**. Docente investigadora Epoch-Sede Orellana. Doctorando de la Universidad de Transilvania. Las áreas de interés e investigación, se enfocan en el manejo de recursos naturales, biodiversidad, servicios ambientales, economía circular e innovación empresarial. Conferencista a nivel nacional e internacional, cuenta con publicaciones científicas a nivel regional y de alto impacto.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

# Producto turístico cultural en Puerto Francisco de Orellana-Ecuador

Rita Sulema Lara Vasconez   Daniel Curicho  & Flor Maria Quinchuela Pozo 

Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba EC090514, Ecuador

 Correspondencia: [rita.lara@esPOCH.edu.ec](mailto:rita.lara@esPOCH.edu.ec)  + 593 99 860 9914

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51007>

**Resumen:** La cultura es un componente indispensable en los viajes, que motiva el desplazamiento de visitantes y turistas hacia los sitios donde se encuentra el patrimonio material e inmaterial, con el interés de conocer otras culturas. El turismo en Ecuador es la tercera actividad económica en importancia tras la extracción de petróleo y la producción de plátano, atrayendo a unos 700 mil visitantes al año. El objetivo principal de la presente investigación fue diseñar un paquete turístico de acuerdo con el potencial de cada atractivo natural y cultural que posee la parroquia Puerto Francisco de Orellana. Para determinar el producto turístico a ofertar se realizó varias salidas de campo para constatar los atractivos culturales con potencial turístico priorizados en la validación de atractivos. Los resultados indicaron que es viable la implementación del paquete turístico, aunque para que el producto turístico sea competitivo se debe mejorar los servicios básicos, infraestructura, y facilidades turísticas, realizando gestiones en el GAD-Municipal y Provincial puesto que forman parte de sus competencias, además es importante incentivar y apoyar los proyectos turísticos innovadores, brindando capacitaciones, asesoramiento técnico y jurídico, destinando presupuesto a la iniciativa, promoción y difusión del producto turístico.

**Palabras claves:** Turismo, cultura, paquete turístico, Orellana, Ecuador.

## Cultural tourism product in the parish of Puerto Francisco de Orellana-Ecuador

**Abstract:** Culture is an indispensable component of travel, motivating visitors and tourists to travel to sites where tangible and intangible heritage is found, with the interest of learning about other cultures. Tourism in Ecuador is the third most important economic activity after oil extraction and banana production, attracting some 700,000 visitors per year. The main objective of this research was to design a tourism package according to the potential of each natural and cultural attraction in the parish of Puerto Francisco de Orellana. To determine the tourism product to offer, several field trips were made to verify the cultural attractions with tourism potential prioritized in the validation of attractions. The results indicated that the implementation of the tourism package is feasible, although for the tourism product to be competitive, basic services, infrastructure, and tourism facilities must be improved, making efforts in the Municipal and Provincial GAD, since they are part of their competencies. It is also important to encourage and support



**Cita:** Lara Vásconez, R. S., Curicho, D., & Quinchuela Pozo, F. M. (2022). Producto turístico cultural en Puerto Francisco de Orellana-Ecuador. Green World Journal, 5(1), 007.

<https://doi.org/10.53313/gwj51007>

**Received:** 20/December/2022

**Accepted:** 17/February/2022

**Published:** 18/February /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

innovative tourism projects, providing training, technical and legal advice, allocating budget for the initiative, promotion, and dissemination of the tourism product.

**Keywords:** Tourism, culture, tourism package, Orellana, Ecuador.

## 1. Introducción

El turismo ha sido reconocido como uno de los sectores económicos más importantes en los principales países del mundo. Según el Consejo Mundial de Viajes y Turismo, en 2018, el sector de viajes y turismo experimentó un crecimiento del 3,9%, superando al de la economía mundial (3,2%) por octavo año consecutivo[1]. En los últimos 5 años, uno de cada cinco puestos de trabajo fue creado por el sector, lo que convierte a los viajes y el turismo en el mejor socio para que los gobiernos generen empleo[2]. A nivel mundial se considera al sector turístico, como uno de los ejes importantes para el desarrollo local, involucrando los aspectos: sociales, económicos, y ambientales, el cual con lleva un desarrollo organizado en todas sus actividades y relacionando sus aspectos entre sí[3,4]. En el mundo el concepto de turismo ha sido visto como la actividad de trasladarse fuera de su ambiente cotidiano con un tiempo determinado, en dicha actividad donde el turista disfruta, conoce y aprende nuevas culturas, relación con el ambiente natural tanto como flora y fauna, visita a lugares extraordinarios, únicos en el mundo otorgando empleo a cambio de servicio de calidad[5–7].

El turismo en Ecuador es la tercera actividad económica en importancia tras la extracción de petróleo y la producción de plátano, atrayendo a unos 700 mil visitantes al año. La extraordinaria biodiversidad y riqueza cultural de este pequeño país sudamericano son los catalizadores del sector turístico[8]. Sin embargo, el desarrollo del turismo convencional es muy reciente. Ecuador es un país biodiverso, multiétnico y pluricultural, en el que se pueden vivir experiencias únicas, razones que lo convierten en potencia turística[9]. Actualmente vive un hecho histórico como es el cambio de matriz productiva, en donde está inmerso el turismo[10].

Ecuador es uno de los 12 países megadiversos del mundo, con ecosistemas y culturas vivas; posee el 11% de la biodiversidad del mundo. Estas condiciones han permitido el desarrollo de las actividades turísticas en todos sus espacios geográficos[11]. Así como en el mundo el turismo toma fuerza, el Ecuador empezó a dedicarse al ámbito turístico desarrollando este campo de una manera organizada, permitiendo planificar al turismo como un puntal económico importante dentro del país, siendo poseedor de grandes riquezas naturales como cuatro regiones: Litoral, Andes, Amazonia e Insular o Galápagos, en una extensión territorial inferior en comparación de otros países de Sudamérica, riquezas culturales cada región con diferentes culturas, tradiciones y costumbres que muestran al Ecuador como un “Mundo Pequeño” donde de un clima cálido en pocas horas nos podemos encontrar en un clima frío, Ecuador tiene potencial turístico para ser desarrollado[6,12,13].

La provincia de Orellana posee un sin número de atractivos turísticos naturales y culturales además en su territorio está el Parque Nacional Yasuni una de las áreas protegidas más importantes del país y del mundo debido a su riqueza natural abundante la misma que en su totalidad no ha sido estudiada, especies endémicas que habitan endicha área protegida mencionada[14]. Su cultura diversa, así como los Kiwchuas, Shuaras y Waoranis forman parte de esta rincón denominado “El último paraíso”[15]. En la actualidad el cantón Francisco de Orellana emprendió el trabajo en el campo turístico con el programa denominado “Destino de Vida”, la misma que permite capacitar a

todos los servidores turísticos involucrados interna y externamente para brindar un servicio de calidad, siendo amigables con el ambiente e involucrando a la sociedad, de manera organizada trabajo en relación dependiente con los involucrados dando así una buena imagen turística del cantón[16,17]. En este sentido, el propósito principal de esta investigación fue desarrollar un paquete turístico cultural con los principales atractivos turísticos de Puerto Francisco de Orellana.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en Puerto Francisco de Orellana, Puerto Francisco de Orellana es una parroquia que se encuentra ubicada al nororiente de la Región Amazónica Ecuatoriana, tiene una superficie de 15.154 Km<sup>2</sup>. Sus límites son: al Norte con la Parroquia Nuevo Paraíso y el cantón La Joya de los Sachas, al sur con las parroquias El Dorado, y Gracia Moreno, al este con el Cantón La Joya de los Sachas y al oeste con las parroquias Nuevo Paraíso y San Luis de Armenia. La parroquia presenta un clima esencialmente tropical cálido húmedo, con una temperatura promedio entre los 24 a 26 °C. El nivel de precipitación promedio anual gira entorno a los 3.300 msnm, con una distribución bastante regular durante todo el año. Puerto Francisco de Orellana está inmerso en el gran ecosistema amazónico. Considerando las clasificaciones adoptadas por el MAE 2008 y Sierra 1999, se pueden identificar 4 ecosistemas principales, en terrestres se tiene el Bosque Húmedo Amazónico y Bosque Húmedo Amazónico Inundable; y en los ecosistemas acuáticos comprende a los Humedales y Ríos y esteros continentales.

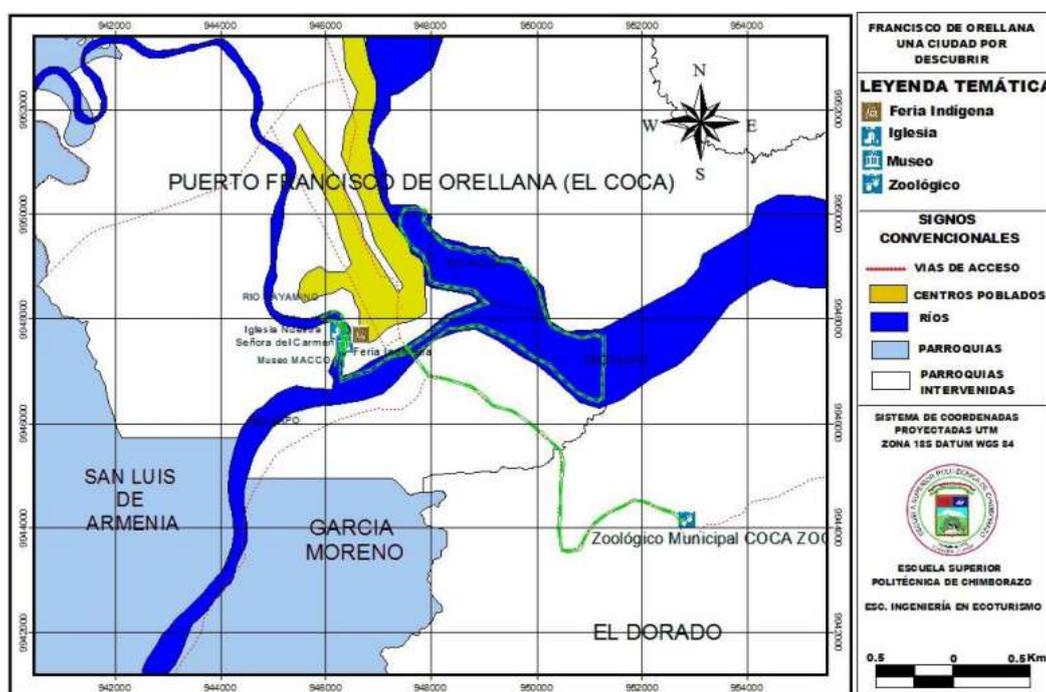


Figura 1. Mapa de ubicación del País Ecuador y sus ciudades de estudio.

### 2.2 Metodología

La metodología utilizada en la investigación empleó un conjunto de técnicas que dieron respuesta a cada objetivo planteado. Primeramente, para validar el diagnóstico turístico de la parroquia puerto Francisco de Orellana se realizó un análisis de las fuentes de información secundaria y primaria relacionadas con aspectos: físico-espacial, ecológico territorial, político-administrativo, sociocultural, económico-productivo, la información se obtuvo de bibliografía gris, es decir, del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón, además, se realizó un análisis FODA, el cual permitió identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas.

Finalmente, para diseñar técnicamente el producto turístico sostenible cultural se realizó varias salidas de campo para constatar los atractivos culturales con potencial turístico priorizados en la validación de atractivos.

### 2.2.1 Validación del diagnóstico turístico

La validación del diagnóstico turístico, se realizó un análisis de las fuentes de información secundaria y primaria relacionadas con aspectos: físico-espacial, ecológico territorial, político-administrativo, sociocultural, económico-productivo; la información se obtuvo de bibliografía gris, es decir, del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón. Finalmente, para establecer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Tabla 1), se realizó salidas de campo, las cuales ayudaron a plantear estrategias para mejorar cada uno de los aspectos de la matriz FODA.

**Tabla 1.** Matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Oportunidades).

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Oportunidades
¿Cuáles son las ventajas?	¿Qué está afectando?	¿Qué se hace mal?	¿Qué cosas hacen mejor otras zonas turísticas?
¿Qué se hace bien?	¿Qué oportunidades pueden surgir de las problemáticas?	¿Qué no debería ocurrir?	¿Qué obstáculos enfrenta el turismo en la parroquia?

### 2.2.2 Diseño técnico del producto turístico sostenible cultural

Para determinar el producto turístico a ofertar se realizó varias salidas de campo para constatar los atractivos culturales con potencial turístico priorizados en la validación de atractivos, con esto se logró distanciar entre los atractivos a más de georreferenciación y fotografías, así mismo se identificaron los servicios turísticos existentes en los diferentes recorridos, la infraestructura, facilidades y equipamiento (alojamiento, transporte, restauración, recreación etc.) como también las vías óptimas para acceder a los mismos. El paquete fue diseñado de acuerdo con el potencial de cada atractivo natural y cultural que posee la parroquia Puerto Francisco de Orellana, para ello se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla 2.** Estructura del paquete.

Características generales del paquete		
Denominación:	Estilo:	
Carácter:	Duración:	
Idioma de guianza:	Dificultad:	
Recorrido:		
ITINERARIO		
Día	Hora	Actividades
Descripción del paquete		
Requerimiento para la visita		
Prohibiciones		
Normas de comportamiento		
Incluye		
No incluye		

## 3. Resultados y discusión

Una vez explicado el proceso metodológico para realizar la validación del diagnóstico turístico, el diseño técnico del producto turístico sostenible cultural y la viabilidad económica y financiera. A continuación, se presentan los resultados de forma ordenada.

### 3.2.1 Validación del diagnóstico turístico

#### 3.2.1.1 Físico-espacial

La parroquia urbana Puerto Francisco de Orellana perteneciente al cantón Francisco de Orellana de la provincia de Orellana. Tiene una altitud de 200 a 300 m.s.n.m. Se encuentra entre los 76° 18' de longitud. W y 0° 03' 30 latitud sur y entre los 76° 00' 4 de longitud W y 1° 04' 40 de latitud sur, con una temperatura promedio de 26 °C, una humedad de 86 y 94% y una precipitación: 2800 a 4500 mm. La parroquia Puerto Francisco de Orellana conocido también como "El Coca" tiene una superficie de 15.154 Has., que representa el 2,2 % del cantón, propiamente objeto del proyecto a realizarse. Sus límites son: al Norte, con la parroquia Nuevo Paraíso, al Sur con las parroquias El Dorado y García Moreno, al Este con el cantón Joya de los Sachas y al Oeste con la parroquia San Luis de Armenia. La parroquia está dividida políticamente en 27 barrios, que se detallan a continuación: 12 de Noviembre, El Moretal, Paraíso Amazónico, 20 de Mayo, Flor de Oriente, Perla Amazónica, 24 de Mayo, Flor del Pantano, Río Coca, 27 de Octubre, Julio Llori, Santa Rosa, 28 de Marzo, La Florida, Turismo Ecológico, 30 de Abril, Las Américas, Unión Imbabureña, 6 de Diciembre, Los Ceibos, Unión y Progreso, Cambahuasi, Los Rosales, Central, Los Sauces, Conhogar y Ñucanchihuasi.

### 3.2.1.2 Socio-cultural

Los omaguas habitaron parte del río Napo, eran una de las culturas más avanzadas de la selva, conocidos como los piratas del río, los españoles y los quijos los destruyeron y los pocos sobrevivientes fueron absorbidos por otras etnias de la amazonia. En 1901 empieza la actividad productiva en base al caucho. Después de la guerra con el Perú en la que se privó el acceso al Amazonas, se levantaron centros poblados con apoyo de la Misión en la cabecera del río Napo. En la presidencia de Galo Plaza se firma la creación del Coca, para que en el años de 1954 el padre Miguel Gamboa es designado Prefecto Misional y la Misión Capuchina acepta administrar el territorio desde la bocana del río Suno hasta Nuevo Rocafuerte. La mayor parte de la población que habita en la provincia de Orellana está compuesta por mestizos, indígenas, afro ecuatorianos, montubios y blancos. Los grupos indígenas con mayor presencia en el cantón son 3; kichwas amazónicos, waoranis y shuaras. Los dos primeros son reconocidos como propios de la localidad y habitan en la provincia desde antes de la colonización, el ultimo proviene de las provincias de Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Pastaza. Adicionalmente, en el caso de la nacionalidad waorani también están presentes los grupos en aislamiento voluntario como los tagaeris y taromenani. Entre los años 2001-2010 la población se incrementó en 30.785 personas de las cuales el 59% nació en el cantón y el 41% son migrantes de otros lugares del país y un porcentaje pequeño proviene del exterior. De 42.010 habitantes en el año 2001 ha pasado a 72.795 en el 2010. La emigración que en otros cantones y provincias represente un flujo permanente de salida, en el cantón es muy pequeña y nunca supero el 0.0 1% del total de habitantes.

### 3.2.1.3 Ecológico-territorial

Puerto Francisco de Orellana por su situación geográfica tiene una temperatura media anual de 26 °C y disminuye a medida que nos desplazamos hacia el oeste y ascendemos hacia la región Andina, los niveles de precipitación en las zonas bajas constantes con un promedio anual de 3000 mm de lluvia al año. La parroquia bordeada por tres Ríos: Napo, Payamino y Coca, por su ubicación es susceptible de afecciones directas por desbordamiento cuando las lluvias son intensas, además estos ríos sirven como accesibilidad para las diferentes comunidades existentes a las orillas del Río Napo. Se estima que dentro de la parroquia Puerto Francisco de Orellana se han identificado 1.525 especies de árboles. Actualmente se tiene identificadas 204 especies de mamíferos.

En el cantón Francisco de Orellana se han identificado diferentes fuentes de contaminación del aire (pozos petroleros, mecheros, vehículos). Además de la actividad industrial, movilización y transporte aéreo y fluvial son las principales fuentes de ruido. Los mayores niveles de ruidos

registrados se localizan en el área urbana del cantón Francisco de Orellana. En las parroquias de Puerto Francisco de Orellana por ser una parroquia urbana, es la más expuesta a indicar problemas ambientales debido a la poca gestión por parte de las autoridades competentes enfrentan problemas con la recolección de basura ocasionando un gran impacto visual.

#### 3.2.1.4 Económico-productivo

De las actividades económicas que se desarrollan en el cantón Francisco de Orellana sin duda alguna la explotación petrolera es la que más contribuye al PIB nacional, tanto así que a nivel nacional Francisco de Orellana es el cantón que registra los mayores volúmenes de producción. Si bien la explotación petrolera se realiza a nivel rural, en los diferentes campos petroleros. Puerto Francisco de Orellana por ser una parroquia urbana, es el sitio donde se desarrollan los servicios vinculados a actividades petroleras, agropecuarias, forestales y turísticas. En el área rural la actividad económica más difundida es la agropecuaria, cuyo desarrollo ha sido apoyada por numerosas instituciones locales y nacionales. El cultivo permanente más importante es el café, en cuanto a importancia la palma africana es la siguiente, el plátano, el cacao, el palmito y el banano le siguen a continuación. Todos estos productos son comercializados en la parroquia Puerto Francisco de Orellana, siendo cabecera cantonal.

En cuanto a la actividad forestal ha sido un sitio de paso, control y comercialización de diferentes tipos de madera que son extraídos de la gran cobertura boscosa, así como la gran diversidad de especies maderables que existen en áreas rurales del cantón Francisco de Orellana, presentando un gran potencial para la actividad forestal. Por lo general la madera extraída es aserrada y transportada fuera del cantón siendo los principales destinos las provincias de Pichincha, El Oro, Guayas, Imbabura y Chimborazo. Apenas entre el 20 y 30% es utilizado a nivel local en trabajos de carpintería y ebanistería, en la construcción de viviendas y obras civiles. Se han contabilizado un total de 38 aserraderos y carpinterías en la parroquia, el 92% están ubicadas en la ciudad del Coca.

#### 3.2.1.5 FODA

Las salidas a campo permitieron identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas respecto al turismo en la parroquia Puerto Francisco de Orellana, Región Amazónica, Ecuador. Se identificaron nueve fortalezas, siete oportunidades, ocho debilidades y cuatro amenazas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Descripción de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poseer biodiversidad.</li> <li>▪ La mayoría de los atractivos se encuentran conservados.</li> <li>▪ Poseer belleza paisajística al estar rodeado por tres ríos.</li> <li>▪ El sector privado cuenta con buena planta turística.</li> <li>▪ Interés del sector privado, para trabajar con el sector público y comunitario.</li> <li>▪ El clima</li> <li>▪ La flora y fauna existente.</li> <li>▪ Excelente escenario para estar en contacto con la naturaleza y aprender de cultura.</li> <li>▪ Accesibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de un plan de desarrollo turístico.</li> <li>▪ Perdida de los recursos naturales.</li> <li>▪ Algunos atractivos no poseen planta turística.</li> <li>▪ Carencia de buenos servicios básicos.</li> <li>▪ No existen productos turísticos que relacionen la ciudad y su entorno.</li> <li>▪ Crecimiento poblacional inadecuado.</li> <li>▪ Deforestación.</li> <li>▪ Carencia de señalética turística.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presupuestos para proyectos turísticos.</li> <li>▪ Asistencia técnica por parte del Ministerio de Turismo, y de GAD municipal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Catástrofes naturales</li> <li>▪ Inundaciones por la presencia de ríos alrededor.</li> <li>▪ Baja calidad educativa.</li> </ul>

- Crecimiento del turismo a nivel mundial.
- Apoyo institucional tales como: Ministerio del Ambiente y Ministerio de Cultura.
- Promoción turística por el MINTUR.
- Las nuevas preferencias y gustos de la nueva demanda en productos con responsabilidad ambiental.
- Inversión en proyectos coherentes en el PLANDETUR 2020.
- Contaminación ambiental por empresas petroleras.

### 3.2.2 Diseño técnico del producto turístico sostenible cultural

Para el diseño y elaboración del paquete turístico (Tabla 4) se tomó en cuenta las características de la demanda, la potencialidad turística y la disponibilidad de servicios. El producto turístico está estructurado por circuitos en torno al ecoturismo, turismo sostenible y al turismo cultural, que a su vez viene a ser atractivo natural y cultural, agrupados de una forma sostenible, mostrando flora y fauna de la zona, añadiendo el hecho histórico aborigen de los pueblos ancestrales, en el cual dan a conocer sus costumbres y tradiciones.

**Tabla 4.** Características generales del paquete.

Características generales del paquete		
Denominación: Francisco de Orellana, una ciudad por descubrir.		Estilo: Senderismo/observación de flora y fauna/turismo en la ciudad
Carácter: Naturaleza y cultura		Duración: 1 día
Idioma de guianza: Español/Ingles		Dificultad: Moderado
Recorrido: Ciudad Pto Francisco de Orellana- parroquia El Dorado – Ríos Napo, Payamino y Coca.		
ITINERARIO		
Día	Hora	Actividades
1	08h00	Desayuno
	09h00	Salida a la parroquia El Dorado km 9 vía al Auca.
	09h15	Llegada al zoológico "Cocazoo"
	09h30	Registro e ingreso al zoológico "Cocazoo"
	11h45	Regreso a la ciudad Francisco de Orellana
	12h00	Almuerzo tradicional
	13h30	Recorrido por la ciudad, conociendo parques, el malecón, las malocas (casas de venta de artesanías), iglesia de la ciudad y una pequeña exhibición de los implementos que utilizo el padre Alejandro Labaka e Inés Arango
	15h00	Ingreso al museo de la ciudad "MACCO"
	16h00	Traslado al muelle y embarcación para un recorrido por los tres ríos (Napo, Payamino y Coca) e ingreso al paradero a orillas del Río Payamino "Makita Kuy"
	17h45	Retorno a la ciudad.
18h00	Fin del tour.	

**Descripción del paquete**

El desayuno es la primera actividad que el grupo de turistas deberá realizar, para posteriormente trasladarse a la parroquia El Dorado km 9 vía al Auca, siendo partícipes y conocedores de la fauna nativa de la región en el zoológico “Cocazoo”, terminado la actividad 128 los turistas se dirigirán a degustar de un delicioso y tradicional almuerzo en la “feria indígena”, para en seguida realizar una caminata por la ciudad conociendo los puntos más relevantes, históricos e importantes, se sabrá el origen histórico de la ciudad se visitara los parques de la ciudad, la iglesia “Nuestra señora del Carmen” y su exhibición de algunos accesorios utilizados por el padre Alejandro Labaka e Inés Arango, quienes fueron uno de los primeros pobladores quienes tenían la misión de evangelizar a la población nativa del sector, en su misión fueron acribillados por lanzas indígenas. El museo “MACCO” en el cual podrá descubrir sobre la cultura Omagua, los primeros pobladores del sector, considerados los piratas del río Napo. Siguiendo con las actividades, realizaremos un recorrido en canoa por los tres ríos Napo, Payamino y Coca observando la flora, y practicando algunas tradiciones ancestrales en el paradero “Makita Kuy” escuchando algunas leyendas del sector, para retornar a la ciudad y terminar con el tour.

**Requerimiento para la visita**

Documentos personales/ Ropa cómoda/ Gorra/ Cámara o filmadora en una funda plástica / Protector solar/ Repelente para los insectos/ Agua o bebida hidratante/ Poncho de agua.

**Prohibiciones**

Llevar armas blanca/ Armas de fuego/ Bebidas alcohólicas/ Sustancias estupefacientes.

**Normas de comportamiento**

No arrojar basura/ No salirse del sendero/ No destruir la infraestructura o materiales de la zona.

**Incluye**

Entradas / Desayuno/Almuerzo/ Guía / Transporte.

**No incluye**

Comidas y bebidas extras/ Gastos no especificados/ Todo lo que no incluye dentro del paquete programado.

#### 4. Conclusión

La parroquia Puerto Francisco de Orellana disponen de 3 atractivos naturales y 5 atractivos culturales con potencial para la práctica del turismo natural. Se diseñó un paquete turístico involucrando atractivos turísticos culturales y naturales de la parroquia, que se deben promocionar en los diferentes canales de difusión (ferias, guías/ o folletos, amigos/familiares y el internet), debido a lo investigado en el estudio de mercado. Resulto viable la implementación del paquete turístico, aunque para que el producto turístico sea competitivo se debe mejorar los servicios básicos, infraestructura, y facilidades turísticas, realizando gestiones en el GAD-Municipal y Provincial puesto que forman parte de sus competencias, además es importante incentivar y apoyar los proyectos turísticos innovadores, brindando capacitaciones, asesoramiento técnico y jurídico, destinando presupuesto a la iniciativa, promoción y difusión del producto turístico.

La cultura es un componente indispensable en los viajes, que motiva el desplazamiento de visitantes y turistas hacia los sitios donde se encuentra el patrimonio material e inmaterial, con el interés de conocer otras culturas. Las zonas arqueológicas, edificios, museos, actividades artísticas, gastronomía, artesanías, música, danzas y leyendas son cada día más solicitados por la industria del turismo. El turismo cultural posee un positivo instrumento de desarrollo local, entendido esto último desde una visión socioeconómica que permitió una equitativa distribución de los beneficios, ya sean de carácter económico, social y cultural en las comunidades anfitrionas, reflejando en una mejora de la educación, la formación, la creación de empleo, y la generación de ingresos, colaborando en la erradicación de la pobreza.

**Contribución de autores:** El desarrollo de la investigación corresponde a aportes del único del autor.

**Financiamiento:** El autor financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** El Autor declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Streimikiene, D.; Svagzdiene, B.; Jasinskas, E.; Simanavicius, A. Sustainable tourism development and competitiveness: The systematic literature review. *Sustain. Dev.* **2021**, *29*, 259–271.
2. Waseema, M. Enhancing destination competitiveness for a sustainable tourism industry: The case of Maldives. *OIDA Int. J. Sustain. Dev.* **2017**, *10*, 11–24.
3. Molina Sandoval, L.J. Evaluación de la actividad antioxidante de los extractos etanólicos de cinco especies de orquídeas de los géneros *Maxillaria*, *Catasetum* y *Epidendrum*, presentes en el Ecuador 2020.
4. Mestanza-Ramón, C.; Henkanaththegedara, S.M.; Duchicela, P.V.; Tierras, Y.V.; Capa, M.S.; Mejía, D.C.; Gutierrez, M.J.; Guamán, M.C.; Ramón, P.M. In-situ and ex-situ biodiversity conservation in Ecuador: A review of policies, actions and challenges. *Diversity* **2020**, *12*, doi:10.3390/D12080315.
5. Lavín, J.M.; Martínez-Bonilla, C.; Medina-Guerra, F.N.; Viteri-Torres, W.F. Diferencias entre el perfil del turista cultural y el turista religioso. La festividad del Señor del Terremoto en Patate (Ecuador). *methaodos. Rev. ciencias Soc.* **2017**, *5*, 142–154.
6. Villacís Mejía, M.; Cantos Aguirre, E.; Pons García, R.; Ludeña Villacís, L. La Eco Ruta Cultural Mojanda-Cochasquí: Una Propuesta De Desarrollo Turístico Sostenible Para La Zona Rural De La Provincia De Pichincha, Ecuador (Cultural Eco-Route Mojanda-Cochasqui: A Sustainable Tourism Development Proposal for the Rural Area of Pichincha, Ecuador). *Rev. Tur. Y Soc.* **2016**.
7. Endara, A.F. Determinación del potencial turístico de las comunidades kichwas ubicadas en Zona de Amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, Ecuador.: Determination of the tourism potential of the Kichwas communities located in the Cotacachi Cayapas Ecological Reserve Buffer Zone, Ecuador. *Tur. Desarro. y buen vivir. Rev. Investig. la Cienc. Turística-RICIT* **2016**, 97–119.
8. Solís, D. El proceso histórico del Turismo Comunitario en Ecuador y sus retos actuales. *Quito Univ. Cuenca* **2002**.
9. Palacios, C.G. Turismo comunitario en Ecuador:¿ quo vadis? *Estud. y Perspect. en Tur.* **2016**, *25*, 597–614.
10. Prieto, M. Los estudios sobre turismo en Ecuador. *Espac. en Disput. el Tur. en Ecuador* **2011**, 9–28.
11. Bravo, L.L.; Alemán, A.A.; Pérez, M.P. La actividad turística en el Ecuador:¿ Turismo consciente o turismo tradicional? *ECA Sinerg.* **2018**, *9*, 97–108.
12. Chávez, N.I.S.; Fernández, A.J.R.; Gómez, G.A.Á. Actualidad y proyecciones de desarrollo del turismo internacional en Ecuador. *Rev. UNIANDÉS Episteme* **2017**, *4*, 276–287.
13. Alles, M.T.F. Turismo accesible: importancia de la accesibilidad para el sector turístico. *Entelequia Rev. Interdiscip.* **2009**, *9*, 211–224.
14. Pajuña, V.L.J.; Pacheco, J.; Jaramillo, C.; Bravo, X.B.L. El uso del marketing en el turismo: desarrollo del mercado de artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga, Orellana, Ecuador. *Siembra* **2016**, *3*, 155–166.
15. Vásconez, R.S.L.; Mendoza, C.A.H.; Latorre, M.V.C. El sistema turístico de Puerto Francisco de Orellana como herramienta operativa para el diseño de un modelo de gestión. *Polo del Conoc. Rev. científico-profesional* **2020**, *5*, 86–104.
16. Galarza Villafuerte, J.R. Diseño de un plan de marketing turístico para el cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, período 2016–2017 2018.
17. Gutiérrez, M.Y.J.; Cargua, A.L.C.; Copa, M.P.P.; Proaño, M.C.C. Estudio del perfil de la comunidad Pasohurco como potencial turístico, en el Cantón Loreto, Provincia de Orellana. *Cienc. Digit.* **2019**, *3*, 287–298.

# Medios de comunicación y su influencia en la decisión del turista o visitante al seleccionar un destino: Un caso especial en la Ciudad de El Coca, Orellana-Ecuador

Marco Toledo Villacís <sup>1,2</sup>   Kelly Jaramillo-González <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca 20001, Ecuador.

<sup>2</sup> Doctorando en Turismo en la Universidad de Islas Baleares UIB Palma de Mallorca-España

 Correspondencia: : [marco.toledo@esPOCH.edu.ec](mailto:marco.toledo@esPOCH.edu.ec)

 + 593 99 530 6948

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51008>

**Resumen:** Los medios de comunicación dentro del sector turístico han tomado gran importancia en la toma de decisiones en cuanto a la selección de destinos turísticos. El presente artículo tiene como objetivo analizar la influencia de los medios de comunicación en la decisión de los visitantes que llegan al Cantón Francisco de Orellana, mediante indicadores cualitativos y cuantitativos para determinar estrategias comunicacionales bien direccionadas que optimicen los recursos; mediante la aplicación de un método mixto cuantitativo y cualitativo utilizando técnicas de investigación como: la encuesta dirigida a visitantes, para conocer los medios por los cuales se informan sobre los sitios y las campañas turísticas; a su vez se realizó entrevistas a funcionarios del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal del cantón Orellana y de la Asociación Hotelera de Orellana; como resultados se evidencia que la mayoría de encuestados prefieren utilizar medios digitales, siendo Facebook la red social más utilizada, mientras que en los medios tradicionales el medio más utilizado en la televisión; y en relación a si han visualizado campañas turísticas en medios; la mayoría han mencionado que no; lo que permite concluir que ambos tipos de medios son importantes, pero la selección de uno de ellos dependerá del segmento al cual se dirija la campaña turística a desarrollarse.

**Palabras claves:** Medios de comunicación; estrategias comunicacionales; Redes sociales; Promoción turística; Turismo; Orellana

Influence of the media in the decision of the tourist or visitor when selecting a destination: A special case in the city of El Coca, Orellana-Ecuador



**Cita:** Toledo Villacís, M., & Jaramillo-González, K. (2022). Medios de comunicación y su influencia en la decisión del turista o visitante al seleccionar un destino: Un caso especial en la Ciudad de El Coca, Orellana-Ecuador. Green World Journal, 5(1), 008. <https://doi.org/10.53313/gwj51008>

**Received:** 04/January/2022

**Accepted:** 20/February/2022

**Published:** 23/February/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Academic Editor / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

**Abstract:** The media within the tourism sector have taken great importance in making decisions regarding the selection of tourist destinations; therefore this article aims to analyze the influence of the media in the decision of visitors who come to the Canton Francisco de Orellana, through qualitative and quantitative indicators to determine well-directed communication strategies that optimize resources; by applying a mixed quantitative and qualitative method using research techniques such as: the survey directed to visitors, to know the means by which they are informed about the sites and tourist campaigns; at the same time, interviews were conducted with officials of the Decentralized Autonomous Government (GAD) of the Orellana Canton and the Hotel Association of Orellana; The results show that most respondents prefer to use digital media, with Facebook being the most used social network, while in traditional media the most used medium is television; and in relation to whether they have visualized tourism campaigns in the media, most have mentioned no, which leads to the conclusion that both types of media are important, but the selection of one of them will depend on the segment to which the tourism campaign to be developed is directed.

**Keywords:** Communication channels, communication strategies; Social networks, Tourism promotion, Tourism, Orellana

## 1. Introducción

La provincia de Orellana en sus inicios y por varios años tenía como primera y más importante fuente de recursos económicos la actividad petrolera, acción que fue tomando importancia y provocando el desplazamiento de personas de otros sitios al nororiente del Ecuador en busca de fuentes de empleo, provocando la urbanización y el crecimiento de la población en Orellana. [3] Con el pasar de los años y el incremento de la contaminación a causa de las petroleras, se dio el inicio a la actividad económica relacionada con la alimentación y el hospedaje para años siguientes incrementar actividades turísticas como una forma de realizar actividades creativas familiares [7]. En el año 2013 las instituciones vinculadas al turismo como la Organización Mundial de Turismo (OMT), el Ministerio de Turismo, el Gobierno Municipal de Orellana, la Federación Hotelera Ecuatoriana y la Asociación de Chefs del Ecuador, Certifica , ADS, entre otros actores turísticos, otorgaron a Puerto Francisco de Orellana el sello denominado calidad turística, “Ecuador, Destino de Vida”, adoptando su slogan “El Coca, La puerta al Yasuni”, evento en cual también se certificó a 45 establecimientos hoteleros y restaurantes en la urbe amazónica [ 8–20]

Los medios de comunicación surgieron con la finalidad de mantener informados a los ciudadanos sobre diversos sucesos, es por ello que se han visto señalados como instrumento para informar de diversas formas permitiendo gran facilidad de comunicación entre una o varias personas [ 23–25]. La comunicación en el sector turístico es la forma más directa de dar a conocer sobre la existencia de lugares que brindan servicios de entretenimiento y que pueden ser optados por los turistas para futuros desplazamientos, en primera instancia se identifica a la imagen del atractivo que se publica como el influyente causando el deseo de conocer [14]. Por ende, [24], una relación entre la generación de noticias en los medios de comunicación social y la probabilidad de impacto sobre turistas potenciales que está comprobado que la relación entre el número de turistas y el número de lectores es muy poco significativa, si tenemos en cuenta el cómputo total de individuos que leen la prensa diariamente, pero, esto no significa que no exista tal relación, puesto que Ecuador no cuenta con comunicación 2.0 hasta el 2018 destacando a Quito con una valoración de óptimo y dos empresas privadas como aceptables, por eso se comprueba que las empresas turísticas han aprovechado el entorno social que brinda el internet en cuanto al desarrollo de la promoción de los productos turísticos para nacionales y extranjeros [4]. Un claro ejemplo esta Argentina [5], en donde la mayoría de los visitantes viajan en busca de autoconocimiento y crecimiento personal, porque tienen interés en conocer la diversidad cultural de manera vivencial, escapar de la realidad mediante

la experimentación de nuevas actividades recreacionales, buscando novedades, aventuras y desafíos, historias para compartir con otros y en busca de la autenticidad y libertad.

El presente proyecto tiene como finalidad conocer ¿Cuáles son los medios de comunicación que influyen en la decisión del visitante que llega a los sitios turísticos del Cantón Francisco de Orellana y cuáles son los más utilizados para acceder a información sobre los diferentes atractivos que posee el cantón? Este problema surge gracias al desconocimiento del medio que más es utilizado por los visitantes para informarse acerca de los diferentes atractivos turísticos, es por eso que se ha definido que el análisis y estudio de las personas que visitan la ciudad en cuanto a la relación con los medios de comunicación, por eso es importante conocer y entender los motivos por los que los turistas deciden visitar una zona, este conocimiento puede ayudar en el diseño del mensaje que se ha de transmitir en la comunicación [1]. En el cantón la mayoría de las empresas dedicadas a la actividad turística, publican información de sus sitios en los diferentes medios de comunicación digitales como son (internet, sitios web, archivos y revistas digitales, etc.) y tradicionales como son (televisión, radio, periódico, etc.) considerados importantes para llegar a los espectadores que a futuro se convertirán en consumidores, estos medios se han ido convirtiéndose en instrumentos clave de la información, ya que sin ellos se hace difícil estar informados, conjuntamente con las facilidades que brindan hoy en día no solo para el sector turístico sino que para diversos sectores económicos que buscan interactuar con sus clientes.[2] El desconocimiento o falta de un estudio de los medios de comunicación más utilizados por parte del turista para tomar una decisión y dirigirse a un destino; es un factor que debe investigarse, con el objetivo de que la publicidad o promoción este bien direccionada y ayude a los emprendimientos y/o establecimientos existentes en el cantón.

El turismo es considerado hoy en día como una de las actividades que brinda más rentabilidad a nivel global por eso es menester su buen desempeño para el crecimiento de empleos y por ende el desarrollo tanto local como económico [17]. Para su buen funcionamiento se agrupan los stakeholders son como servicios que comprende el producto turístico (alojamiento, restauración, transporte, intermediación, etc.) a lo que hemos de añadir toda la infraestructura turística que hace posible facilitar el acceso a los turistas, otorgarles comodidades, ofrecerles alojamiento placentero para disfrutar del entorno y del paisaje, pasar momentos felices, y llevarse un grato recuerdo del lugar visitado. [10] La presente investigación permitirá a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) e instituciones destinadas a la promoción de los atractivos turísticos del Cantón Francisco de Orellana conocer el medio de comunicación más utilizado por los visitantes que llegan con el objetivo de conocer sitios, para más tarde informarse sobre la accesibilidad y servicios que brindan los diferentes atractivos, es por ello que el estudio de los medios de comunicación en el cantón beneficia a todos los establecimientos directos e indirectos de las actividades [9]. Por estas razones es importante realizar esta investigación para determinar cuál de todos los medios es el más rentable para realizar una direccionada y correcta promoción turística [6]. Por otro lado, la metodología a ejecutar es cualitativa y cuantitativa que ayuda a medir y recolectar información y si en alguno de los casos no se llegue a desarrollar completamente con la investigación en las instituciones públicas y privadas relacionadas a la actividad turística aún se desconocería si la publicidad esta direccionada de una forma correcta o existen falencias.

Para determinar las estrategias comunicacionales [21], en el sector turismo, los comunicadores son los encargados de elegir las diversas estrategias comunicacionales, relacionadas a la realidad social, a las necesidades detalladas, a las normativas estipuladas en beneficio del sector y a las del receptor, para alcanzar el éxito en la relación entre sí. Mismas que están centradas en la publicidad, promoción, gestión de imagen, lanzamiento de productos y servicios, posicionamiento, alianzas, relaciones públicas, utilizando medios de comunicación tradicionales o los calificados como innovadores, establecidos en el internet y sus caracteres, con la intención de obtener un avance el sector [21]. Por lo tanto, la comunicación estratégica es útil en el campo turístico ya que brinda facilidades para desarrollar lazos entre las ideas y los hechos generando relaciones entre la comunidad y las organizaciones, al enfocarse en cumplir retos que consisten en invitar a la reflexión y estudio de una empresa, producto o servicio. Sin embargo, [15] al realizar las publicaciones por lo general deben contener fotografías ya que son más atractivas para los usuarios y por ende tendrán más reacciones dependiendo del tipo de información que publiquen de los destinos. Los stakeholders son todos los involucrados con el sector turístico, especialmente los servidores turísticos (alojamiento, restauración, transporte, intermediación, etc.) a lo que hemos de añadir toda la infraestructura turística que hace posible facilitar el acceso a los turistas, otorgarles comodidades, ofrecerles alojamiento placentero para disfrutar del entorno y del paisaje, pasar momentos felices, y llevarse un grato recuerdo del lugar visitado [10].

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

La Ciudad de EL Coca está ubicada en la provincia de Orellana (Figura 1), que a su vez se localiza en la zona norte de la región amazónica del Ecuador, El Coca es la cabecera cantonal del cantón Francisco de Orellana y está rodeada por los ríos Payamino, Napo y Coca, cerca de la densa selva tropical típica en la Amazonía [13]. Su nombre se debe al español Francisco de Orellana quién a través de sus expediciones llegó y exploró estas tierras [23]. Sus límites son al norte con el cantón Joya de los Sachas y la provincia de Sucumbíos; al sur con las provincias Pastaza y Napo; al este con el cantón Aguarico y al oeste con el cantón Loreto y la provincia de Napo. El territorio de la ciudad ocupa una superficie aproximada de 146 km<sup>2</sup> y su población en el último censo que se realizó en el año 2010 era de 45.163 habitantes [18].

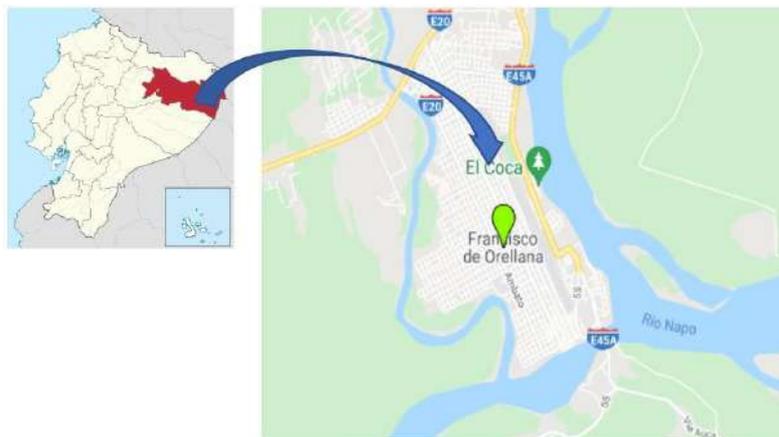


Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia de Orellana y de la ciudad de El Coca

## 2.2 Metodología

Para llevar a cabo el presente proyecto de investigación se determinó realizarlo de manera explicativa usando una técnica de investigación mixta. La entrevista es aquella que permite conocer información de manera descriptiva la cual es aplicada a los encargados o administradores de los diferentes atractivos turísticos del cantón. Por otra parte, la encuesta es aquella que consiente en explorar y recolectar información estadística, es decir, numérica la misma que será aplicada a un porcentaje de visitantes que realizan turismo en la ciudad para conocer la perspectiva acerca de la influencia de los medios de comunicación en la decisión de los visitantes que llegan a el cantón Francisco de Orellana.

Para alcanzar los objetivos se establece la visita a los atractivos turísticos de la ciudad basándonos en las técnicas descriptiva y bibliográfica para la etapa de inicial del trabajo de investigación complementada en el marco teórico, solicitando al Ministerio de Turismo información sobre los atractivos turísticos que posee el cantón para ejecutar de manera más ordenada y precisa el estudio. Luego se accede a la Dirección de Turismo de la municipalidad (ITUR) para fortalecer información acerca de los atractivos que posee y el número de visitantes que llegan al cantón anualmente.

La selección de las técnicas de investigación se evidencia en base a la perspectiva de saber los resultados desde una vista imparcial a lo que se plantea en el objetivo que se enfoca en analizar la influencia de los medios de comunicación en la decisión de los visitantes que llega al cantón Francisco de Orellana, mediante indicadores cualitativos y cuantitativos para determinar estrategias comunicacionales bien direccionadas que optimicen los recursos. Por ello se comprobó que son las técnicas más oportunas para mostrar los resultados.

## 3 Resultados y Discusión

### 2.6 Descripción y estado de conservación de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

Pregunta 1

¿Qué medios de comunicación utiliza para informarse sobre atractivos turísticos del Cantón Francisco de Orellana?

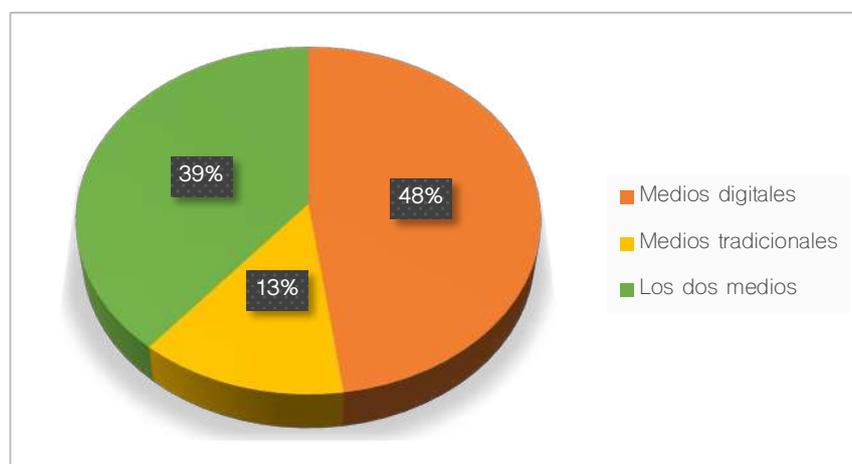


Grafico 1. Medio de comunicación más utilizado

Según los resultados de la investigación es importantes señalar que la mayor cantidad de encuestados optan por utilizar medios de comunicación digitales para obtener información necesaria que les permita tomar una decisión correcta en sus comprar, es decir, que se basan en las redes sociales para informarse de los contenidos turísticos, sin embargo, los estudios reflejan que también es necesario inclinarse en los medios tradicionales para complementar una comunicación óptima.

**Pregunta 2.**

¿Qué contenido observa con mayor frecuencia en la tv?

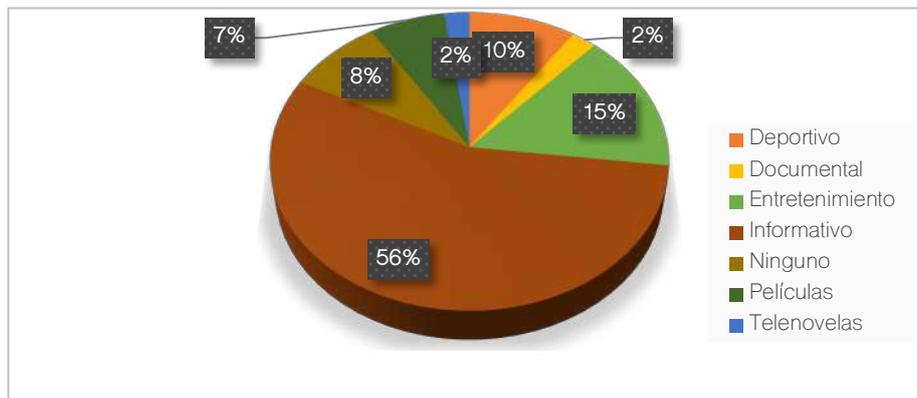


Gráfico 2. Contenido más observado en Televisión

Teniendo en cuenta que la televisión en el sector de estudio es la más utilizada dentro de los medios tradicionales por los usuarios, es necesario indicar que al optar por hacer promoción por medios televisivos se deberá direccionar el mensaje en un segmento informativo, en un horario accesible para el segmento relacionados con noticieros, teniendo en cuenta que los noticieros abarcan una gran cantidad de televidentes, sería óptimo que los recursos se direccionen hacia estos programas para que exista una retribución eficiente pautando en programas más escuchados del sector, repitiendo la publicidad de entre dos o tres veces al día.

**Pregunta 3**

¿Cuál es la red social que más utiliza?

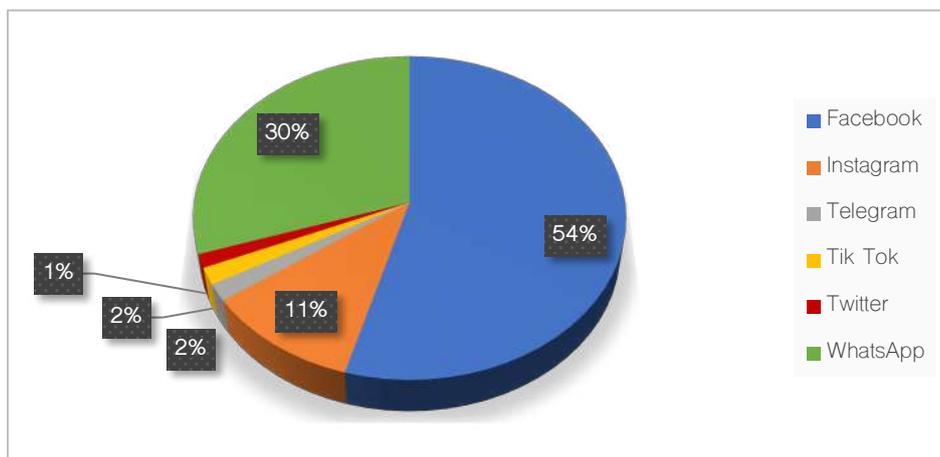


Gráfico 3. Red Social más utilizada

En cuanto a la red social que más utilizan los usuarios se evidencia que en su mayoría utiliza es Facebook, por lo cual la información, sobre atractivos turísticos y sus diversas actividades y recursos debe estar direccionada en publicaciones o anuncios que proyecten estándares y que sean publicados en horarios estratégicos que por lo general suelen ser entre las 5:00 am hasta las 8:00 am, desde 12:00 pm hasta 14:00 pm y desde las 18:00 pm hasta aproximadamente 20:00 pm.

#### Pregunta 4

¿Qué tipo de campañas turísticas ha visualizado o escuchado con más frecuencia?

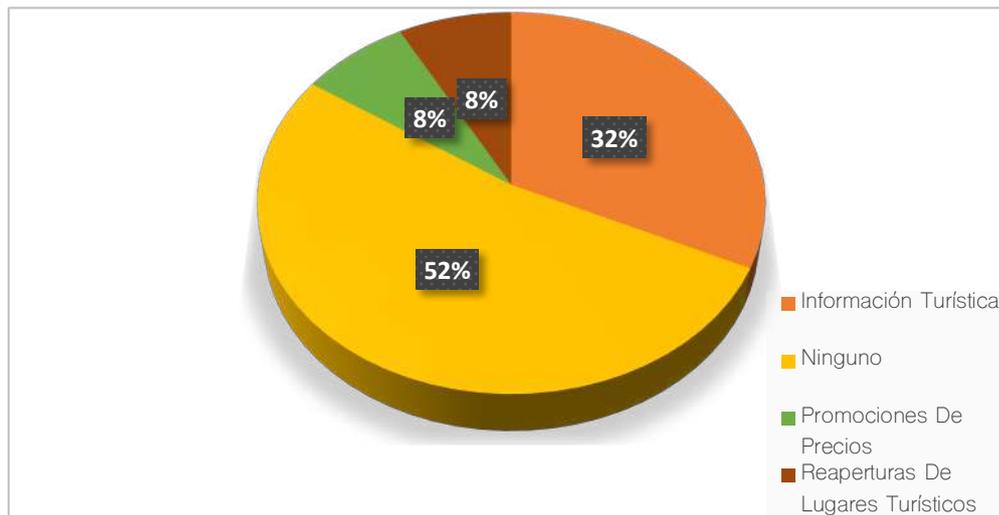


Gráfico 4. Campañas turísticas más utilizadas

De acuerdo a los resultados sobre campañas turísticas se determina que existe un desinterés o falta de compromiso en cuanto a la creación, promoción y publicación de campañas turísticas sobre el potencial que tienen los diferentes atractivos turísticos del Cantón Francisco de Orellana, puesto que la gran mayoría superando el 50 % manifiestan que no han escuchado acerca de campañas turísticas, Sin embargo, si ha habido presencia de publicaciones tanto en medios tradicionales o digitales sobre información turística, promociones de precios y sobre reaperturas que de hecho ha habido algunas pero no han presentado un alto compromiso por promocionar.

#### 4 Conclusiones

Entender al visitante y sus preferencias en consumo de medios es importante para generar estrategias de comunicación direccionadas a un grupo específico de audiencia, por ende se concluye que los medios de comunicación sean estos tradicionales, como la televisión o radio difusoras y los medios digitales como: las redes sociales influyen directamente en los visitantes puesto que dentro de ellos pueden encontrar gran cantidad de información sobre atractivos turísticos a nivel mundial y local.

Mediante la ejecución de encuestas se identificó que los medios más utilizados por los visitantes que se encontraban en los diferentes atractivos turísticos son los medios digitales enfocados en las redes sociales como: Facebook, WhatsApp y YouTube, esto se debe a que con el surgimiento de

la pandemia a causa de COVID-19 la mayoría de las empresas y actividades turísticas tuvieron que adaptarse a la digitalización, complementando la promoción con el aporte en los medios tradicionales, en especial con las radios difusoras que se mantienen sintonizadas por un buen porcentaje de personas. Y con las entrevistas se identificó que está bien direccionada la promoción, sin embargo, lo que falta es más compromiso en mantenerse activos en los medios.

Para finalizar se establecieron estrategias de comunicación y promoción turística de los diversos atractivos turísticos que son representativos del cantón, para fortalecer su presencia en los medios de comunicación; por otro lado, es una manera de aportar al desarrollo y dinamización de la economía en el Cantón Francisco de Orellana. Así también se propone estrategias para mejorar la comunicación interna de los atractivos turísticos mediante capacitaciones que ayuden a incrementar su actividad en redes sociales, mejorar la atención personalizada e intensificar el potencial de los colaboradores buscando autonomía en el área de creación de contenido y así no dependan directamente de otros departamentos externos.

**Contribución de autores:** Los autores participaron a integridad en todas las actividades previas a la realización.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Referencias:

- [1] Albesa, J. G., Sans, M. A., & Figueras, N. R. (2016). INCIDENCIA DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION TURÍSTICOS EN LOS MERCADOS EMISORES. EL CASO DE LA COSTA DORADA. 7,8. Obtenido de <https://usuaris.tinet.cat/jgene/varis/papers/Italia2.pdf>
- [2] Almeida García, F., & Jiménez Serrano, S. (2018). Turismo y terrorismo. Crisis y medios de comunicación. *Investigaciones Turísticas*(16), 23-45. doi:10.14198/INTURI2018.16.02
- [3] Almirón, A. V. (2004). TURISMO Y ESPACIO. APORTES PARA OTRA GEOGRAFÍA DEL TURISMO. *GEOUSP*(16), 166 - 180. Obtenido de <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/73963/85356>
- [4] Altamirano-Benítez, V., Marín-Gutiérrez, I., & Ordóñez-González, K. (2018). Comunicación turística 2.0 en Ecuador. Análisis de las empresas públicas y privadas. *Revista Latina de Comunicación Social*, 73(6), 633-647. doi:<http://www.revistalatinacs.org/073paper/1273/RLCS-paper1273.pdf>
- [5] Araújo Pereira, G., & de Sevilha Gosling, M. ( 26 de enero de 2017). LOS VIAJEROS Y SUS MOTIVACIONES. Un estudio exploratorio sobre quienes aman viajar. *Sistema de Información Científica Redalyc*, 26(1), 62-85. doi:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180749182004>
- [6] Arguello Nuñez, L. B., & Loor Villavicencio, L. A. (2021). Loor Villavicencio, Lidia Anatolia. *UTEQ*, 181. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6375>
- [7] Benítez, L. F. (21 de 11 de 2016). Influencia de las características demográficas y situacionales en la satisfacción y toma de decisiones de las actividades turísticas a través del mobile marketing. *Universidad de Málaga*(38), 147-169. doi:<https://doi.org/10.6018/turismo.38.271391>
- [8] Cedeño, F. (2016). Dspace. Recuperado el 19 de 04 de 2021, de MODELO DE GESTIÓN DE TURISMO SOSTENIBLE PARA LA CIUDAD DE PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA.: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7353/1/63T0006.pdf>
- [9] Constante Mejía, D. C. (01 de 08 de 2013). Difusión de servicios turísticos y su impacto en la

- demanda turística del cantón pállaro, provincia de tungurahua. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/5176>
- [10] Cortijo, G. I., & Mogollón, J. M. (2011). Los stakeholders del turismo. *Tourism & Management Studies*, 1, 894–903. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388743867081>
- [11] Díaz Zárate, P. C. (2014). Influencia de la combinación de marketing digital y marketing tradicional en el comportamiento de las ventas empresariales. Caso: música digital Universal Music Ecuador. Tesis de Maestría. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10644/4397>
- [12] Echanique Pesántez, E. F. (20 de 09 de 2018). Nuevo modelo de negocio para medios de comunicación deportivos digitales en Ecuador. Universidad de Los Hemisferios. Obtenido de <http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/792>
- [13] Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Francisco de Orellana. (10 de 11 de 2020). Obtenido de Datos del Cantón: [Orellana.gob.ec](http://Orellana.gob.ec)
- [14] González, P. J. (2020). Clacso. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Barcelona, España: Icaria Editorial. Obtenido de Medios de comunicación ¿Al servidor que quién?: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20200423054514/Medios-de-comunicacion.pdf>
- [15] Huertas, A., Setó-Pàmies, D. S.-P., & Míguez-González, M.-I. M.-G. (17 de enero de 2015). Comunicación de Destinos Turísticos a través de los Medios Sociales. *Profesional de la Información*, 24(1), 15–21. doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2015.ene.02>
- [16] Jaramillo, M., Macas, C., & Moscoso, A. (2020). Marketing de contenidos pieza clave para la generación del engagement. Caso fútbol ecuatoriano. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(6), 270–284. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7897669>
- [17] Lara, S., Hidalgo, C., & Carrión, M. (03 de Febrero de 2020). El sistema turístico de Puerto Francisco de Orellana como herramienta operativa para el diseño de un modelo de gestión. *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria*, 05(02), 89–92. doi:[10.23857/pc.v5i2.1254](https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1254)
- [18] Mestanza, C., Sánchez Capa, M. C., & Jiménez Gutiérrez, M. (20 de 12 de 2019). Capacidad de Carga turística una herramienta para la gestión sostenible en áreas protegidas. *Tierra Infinita*, 5, 5–21.
- [19] Ministerio del Turismo. (15 de enero de 2019). El universo. Obtenido de Plato de Uchumanga: <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/01/15/nota/7139141/uchumanga-sopa-ansiada-orellana>
- [20] MINTUR. (2013). Turismo.gob.ec. Recuperado el 19 de 04 de 2021, de El Coca es el primer 'Destino de Vida' de Ecuador: <https://www.turismo.gob.ec/el-coca-es-el-primer-destino-de-vida-de-ecuador/>
- [21] Navarro, F., Almaguer, R., Moreno, F., & Hernández, N. (2020). Estrategias comunicacionales en el sector turismo. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVII(1), 77–90. Recuperado el 14 de 07 de 2021, de <https://www.redalyc.org/journal/280/28063104009/html/#:~:text=En%20el%20C3%A1mbito%20del,avance%20en%20el%20sector.>
- [22] Palacio, C., & Castaño, M. (2015). LA PROMOCIÓN TURÍSTICA A TRAVÉS DE TÉCNICAS TRADICIONALES Y NUEVAS. *Estudios y Perspectivas en Turismo*.
- [23] Piró, R. (07 de agosto de 2017). Economipedia. Recuperado el 19 de abril de 2021, de Medios de Comunicación: <https://economipedia.com/definiciones/medios-de-comunicacion.html>
- [24] Rodríguez, N. (2011). Influencia de los medios de comunicación social en la percepción de la imagen. *REDMARKA UIMA*, III(6), 27. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4126807.pdf>
- [25] Sánchez Jiménez, M. Á., & Fernández Allés, M. T. (2018). Revisión teórica de la relevancia de las nuevas tecnologías de la comunicación (TIC) en el sector turístico. *Dialnet Métricas*, 11(24). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7845416>

- [26] Mestanza-Ramón, C.; Jiménez-Caballero, J.L. Nature Tourism on the Colombian—Ecuadorian Amazonian Border: History, Current Situation, and Challenges. *Sustain.* 2021, *13*.
- [27] Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and impacts generated by the filming of Discovery Channel's reality series "Naked and Afraid" in the Amazon: A Special case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustain.* 2018, *11*, doi:10.3390/su11010050.
- [28] Mestanza-Ramón, C.; Sanchez Capa, M.; Figueroa Saavedra, H.; Rojas Paredes, J. Integrated Coastal Zone Management in Continental Ecuador and Galapagos Islands: Challenges and Opportunities in a Changing Tourism and Economic Context. *Sustain.* 2019, *11*.
- [29] Mestanza-Ramón, C.; Cunalata-García, Á.E.; Jiménez-Gutiérrez, M.Y.; Chacha-Bolaños, A.N. Disposición a pagar por el ingreso a zonas de uso público en el Parque Turístico "Nueva Loja", Sucumbios-Ecuador. *Polo del Conoc.* 2019, *4*, 67–82.
- [30] Ramón, C.M.; Villacís, M.A.T.; García, A.E.C. Tortugas Charapa un aporte para el turismo comunitario y conservación de la biodiversidad. *Explor. Digit.* 2020, *4*, 55–65.

#### Author's review:



**Marco Toledo Villacís**, con una trayectoria y experiencia profesional en el área turística por más de 17 años, durante 5 años trabajó en la Gestión Pública como Funcionario del Ministerio de Turismo del Ecuador como Director Provincial y como Coordinador Zonal, se encuentra cursando el último año de un Doctorado en Turismo en la Universidad de Islas Baleares (UIB) en Palma de Mallorca-España. Actualmente se desempeña como profesor investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana y como catedrático de varias asignaturas de la Carrera de Turismo, ha realizado algunas publicaciones sobre turismo especialmente en la zona andina y amazónica



**Kelly Alexandra Jaramillo**, estudiante de la Carrera de Turismo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana durante 5 años de formación pre-profesional ha trazado una trayectoria y experiencia destacada como estudiante en el campo turístico de la provincia. Actualmente se encuentra culminando su carrera y en ese año 2022 defenderá su trabajo de tesis y formará parte de los primeros graduados como licenciados en Turismo de la ESPOCH en la provincia de Orellana.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# Análisis técnico entre Steel Framing y Hormigón Armado en estructuras regulares

Erik J. Chavez Amaguaña  Jonnathan R. Lalangui García  David P. Guerrero Cuasapaz 

Universidad Politécnica Salesiana, Departamento de Ingeniería Civil – Quito, Ecuador

✉ Correspondencia: [dguerrero@ups.edu.ec](mailto:dguerrero@ups.edu.ec)  +593 99 576 1929

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51010>

**Resumen:** El uso de diferentes alternativas para la construcción implica de igual manera un correcto análisis y diseño aplicando normativas y recomendaciones, con el fin de obtener estructuras sismorresistentes. La presente investigación tuvo como finalidad evaluar comparativamente doce modelos estructurales con diferentes tipos de cubiertas (dos, cuatro y múltiples aguas), separadas en Hormigón Armado y Steel Framing. Mismos que cumplieron con los parámetros sismorresistentes establecidos en la NEC-SE-DS-2015. Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante gráficas analíticas y comparativas que demostraron que las estructuras de Steel framing son significativamente más livianas con respecto al Hormigón Armado encontrando una disminución del 94,1 %; lo que influye directamente con los cortantes dinámicos y estáticos. El sistema Steel framing es de baja ductilidad, eso no significa que sea un material que no resista fuerzas sísmicas ya que es un sistema de masa reducida y de gran rigidez debido a que se colocan arriostramientos diagonales en los paneles de los muros, esto permite que las oscilaciones de un sismo sean de alta frecuencia en periodos muy bajos concluyendo que las estructuras son adecuadas.

**Palabras claves:** Cortante estático, cortante dinámica, estructura, hormigón armado, steel framing.

## Technical analysis between Steel Framing and Reinforced Concrete in Regular Structures

**Abstract:** The use of different alternatives for construction also implies a correct analysis and design applying regulations and recommendations, in order to obtain seismic-resistant structures. The purpose of this research was to comparatively evaluate twelve structural models with different types of roofs (two, four and multiple waters), separated in Reinforced Concrete and Steel Framing. These models complied with the seismic-resistant parameters established in the NEC-SE-DS-2015. The results obtained were evaluated by means of analytical and comparative graphs that showed that Steel framing structures are significantly lighter with respect to reinforced concrete, finding a 94.1% reduction, which directly influences the dynamic and static shear. The Steel framing system has low ductility, but this does not mean that it is a material that does not resist seismic forces since it is a system of reduced mass and high stiffness due to the fact that diagonal bracing is placed in the wall panels, which allows the oscillations of an earthquake to be of high frequency in very low periods, concluding that the structures are adequate.

**Keywords:** Static shear, dynamic shear, structure, reinforced concrete, steel framing.



**Cita:** Chavez Amaguaña, E. J., Lalangui García, J. R., & Guerrero Cuasapaz, D. P. (2022). Análisis técnico entre Steel Framing y Hormigón Armado en estructuras regulares. Green World Journal, 5(1), 010. <https://doi.org/10.53313/gwj51010>

**Received:** 03/January/2022  
**Accepted:** 18/February/2022  
**Published:** 22/February /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## 1. Introducción

A pesar de ser considerada como una tecnología nueva, el origen del Steel Framing se remonta al inicio del siglo XIX. De hecho, históricamente se inicia con las casas de madera construidas por colonizadores en el territorio norteamericano en esa época.

A partir de ahí, las construcciones en madera se convirtieron en la tipología residencial más común en los Estados Unidos, en 1933 producto de un gran desarrollo industrial del acero se lanzó en la feria mundial de la construcción en Chicago, el primer prototipo de una residencia construida a través del Steel Framing que utilizó perfiles de acero en lugar de una estructura de madera [1].

El Steel Framing es utilizado en otros países de América latina como: Colombia y Chile que han sufrido fenómenos naturales a causa de terremotos y han evolucionado en su manera de construir, en nuestro país se pudo observar que frente al desastre del 2016 varias estructuras no cumplían con parámetro alguno de diseño sismorresistente. La finalidad del estudio es dar a conocer un nuevo proceso constructivo que pueda presentar características sismorresistentes que sean adecuadas a fenómenos naturales como lo ocurrido en el año 2016.

En lo que respecta al sistema constructivo Steel Framing se puede expresar como un sistema estructural con varias ventajas y beneficios constructivos los cuales son: un sistema estandarizado de tecnología avanzada, alta durabilidad, resistencia, aislamiento térmico, construcción en seco, facilidad de montaje y flexibilidad arquitectónica; debido a que se adapta a proyectos de viviendas unifamiliares hasta construcciones mixtas. Teniendo como un dato referencial a la empresa Ecoliving, expone que el sistema Steel Framing es un 75 % más liviano que el sistema tradicional [2].

Se utilizó una herramienta de elementos finitos (Sap2000), que permite modelar y chequear estructuras regulares de Hormigón Armado y Steel Framing en parámetros sismorresistentes [3] [4]. Mediante la recolección de información que se enfoca en Steel Framing recomienda que el sistema constructivo trabaje con suelos de perfiles tipo A, B y C guiados por la normativa ASCE 7-10 que es equivalente a la NEC-SE-DS, 2015; La presente investigación trabajó con un perfil de suelo D, debido que es el suelo más predominante en el Ecuador, esto se pudo notar gracias al estudio de la Unidad Nacional Metro de Quito (UNMQ) que expone que la ciudad de Quito está compuesta en un 80 % de cangahua (suelo rígido), que es un suelo de perfil tipo D [5] [6] [7].

### 1. Materiales y métodos

#### 2.1 Vista (3D) de los sistemas constructivos

Se realizó un render de los modelos de estudio como se observa en la Figura 1, con la finalidad de mejor apreciación de las estructuras y cubiertas. Para poder observar las características arquitectónicas de cómo se plasmaría en la realidad.

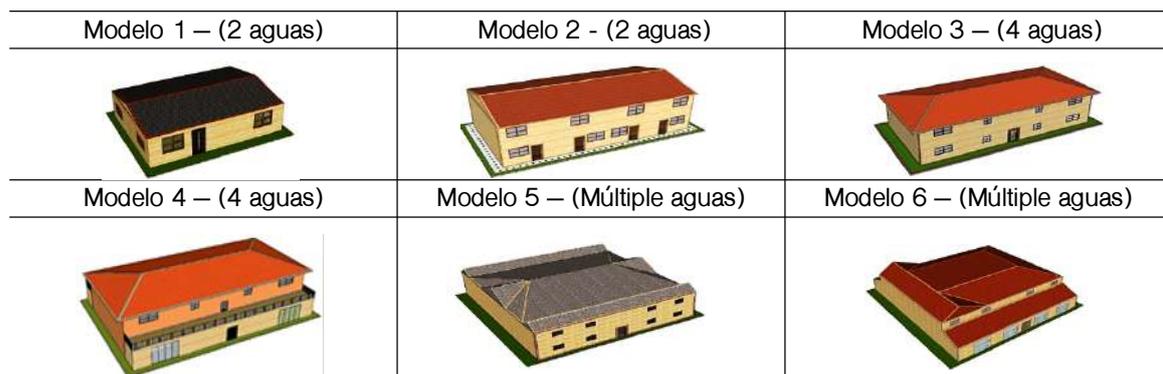


Figura 1. Modelos arquitectónicos (vista 3D)

2.2 Arquitectura de los modelos

Se muestra la vista en planta de la Figura 2, de los modelos de estudio para una mejor apreciación de luces y cubiertas.

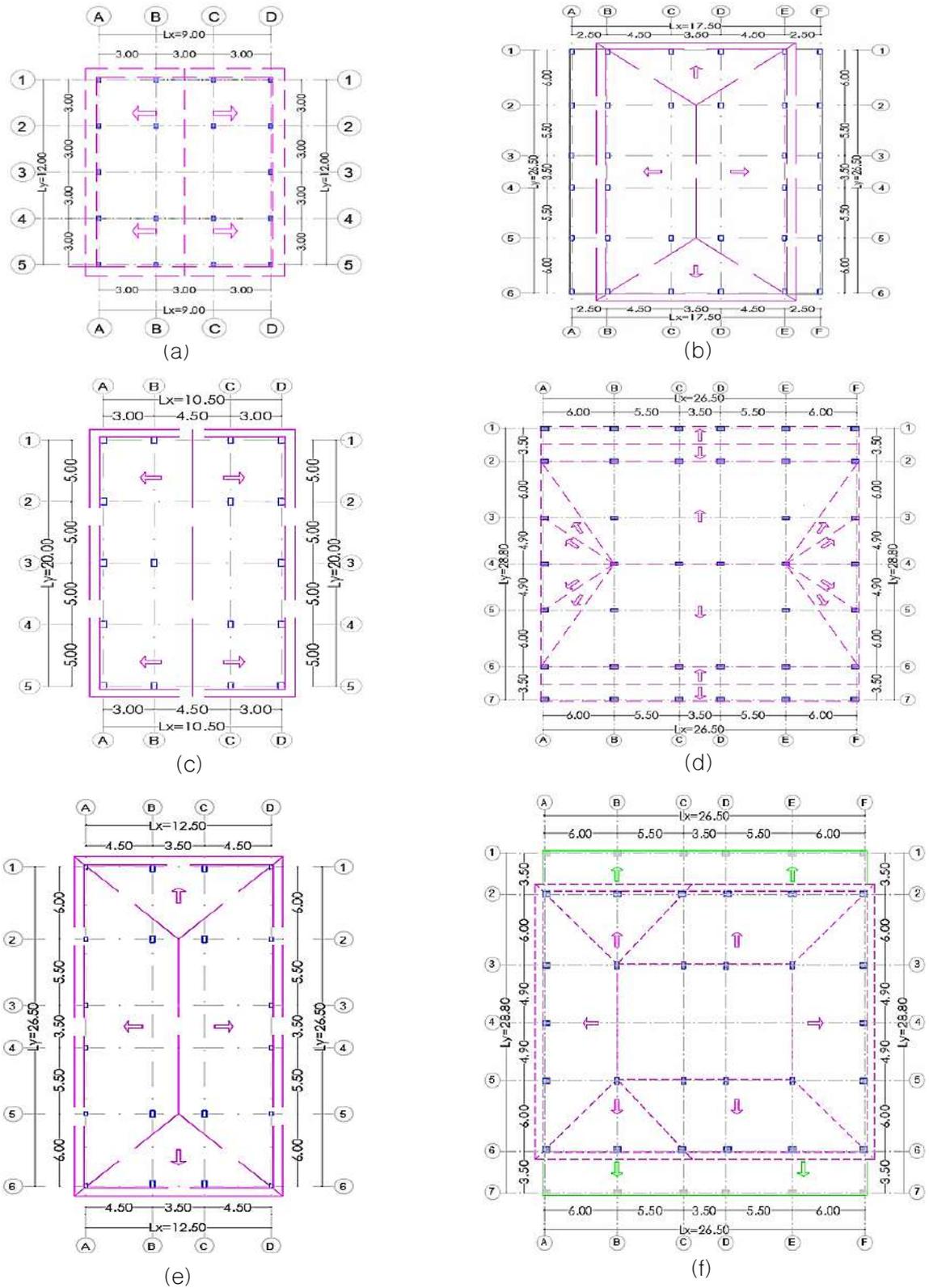


Figura 2. Vista en planta: (a) Modelo 1; (b) Modelo 2; (c) Modelo 3; (d) Modelo 4; (e) Modelo 5; (f) Modelo 6

Se analizó seis modelos de viviendas unifamiliares de uno a dos niveles, con diferentes tipos de complejidad en sus cubiertas, áreas y distribuciones arquitectónicas. En la Tabla 1 se muestran las características de los modelos estudiados.

**Tabla 1.** Características de los modelos

Especificaciones técnicas					
Modelos	Lx (m)	Ly (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )	Cubierta
M1	9,0	12,0	3,8	108,0	2 aguas
M2	10,5	20,0	7,4	210,0	2 aguas
M3	12,5	26,5	7,4	331,3	4 aguas
M4	17,5	26,5	7,4	463,8	4 aguas
M5	26,5	28,8	8,0	763,2	múltiple
M6	26,5	28,8	8,0	763,2	múltiple

Las estructuras que forman parte de la investigación fueron modeladas considerando los materiales que se muestran en la Tabla 2 [8] [9].

**Tabla 2.** Materiales: Hormigón Armado (a); Steel Framing (b)

(a)		(b)	
Material	Valor	Material	Valor
f'c	20,59 [Mpa]	$\gamma_{ace}$	78500 [N/m <sup>3</sup> ]
f'y	411,88[Mpa]	f'y	344.74[Mpa]
E	$4,7*\sqrt{f'c}$	E	203395.32[Mpa]

Para esta investigación se utilizó los catálogos de la empresa Tugalt tanto con perfilera (G) y (C) para los modelos de Steel Framing. Se realizó prediseños, diseños según la arquitectura y el área del proyecto; tomando en cuenta las características de los materiales y los parámetros normados para la delimitación de los elementos estructurales [10] [11].

### 2.3 Sistema aporticado de Hormigón Armado.

El sistema aporticado se encuentra conformado por columnas y vigas, a partir de las dimensiones de las mismas; se logran controlar los desplazamientos bajo cargas horizontales cumpliendo los límites permitidos de deriva, usado generalmente en zonas de baja, media y alta sismicidad [12] [13].

### 2.4 Sistema constructivo de Steel Framing.

Es un sistema constructivo que utiliza perfiles de acero galvanizado, siendo un sistema liviano y resistente. Los marcos de acero galvanizado son un sistema constructivo que han tenidos fuertes demandas después de diversos casos de terremoto como en el caso de Chile en el año 2015.

#### 2.4.1 Paneles estructurales

Están sometidos a cargas horizontales de viento y vibraciones sísmicas como igualmente a cargas verticales que son de entrepisos, tejados y otros paneles. Por lo tanto, la principal función de los paneles consiste en resistir estos esfuerzos y transmitirlos a sus cimientos. Los paneles están compuestos por una cantidad de elementos de perfiles (G), llamados montantes y elementos horizontales transversales tipo (C) denominados soleras [14].

### 2.4.2 Paneles no estructurales

No soportan ningún tipo de carga y son utilizados a modo de pared o separación en el lugar requerido para satisfacer la distribución arquitectónica que se le dio a la estructura. Como no soportan carga no necesitan ser rigidizados, es suficiente con el recubrimiento que se le da y en caso de aberturas para puertas y ventanas su configuración es mucho más sencilla, ya que no necesitan dinteles o puntales. En la Figura 3 se muestran las partes de un esquema de panel de Steel Framing [15].

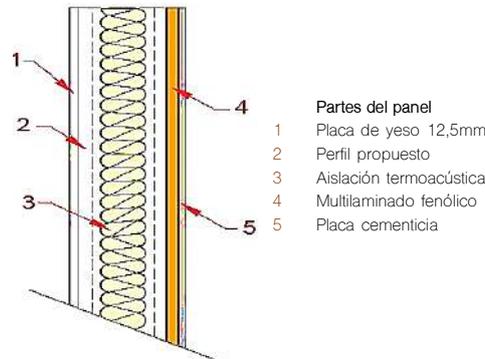


Figura 3. Panel de Steel Framing [5].

### 2.4.3 Entrepisos

El Steel Framing trabaja con dos tipos de entrepiso los cuales son entrepiso seco y húmedo, por información recopilada en catálogos, manuales, se aprecia que el entrepiso seco sobresale en el mercado. Partiendo con ventajas en la que destaca su seguridad, resistente al fuego, hongos y recalando que su principal premisa es ser liviana. En la Figura 4 se muestran las partes correspondientes de un esquema de entrepiso seco [5] [16].

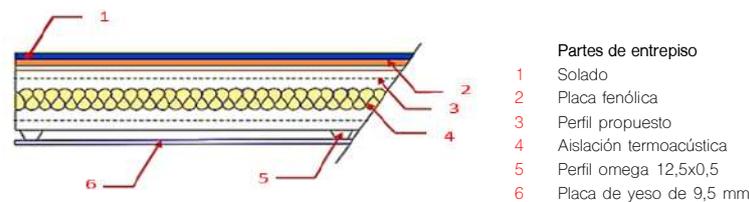


Figura 4. Entrepiso seco [5].

### 2.4.5 Cubiertas

En cuanto al tipo de cubiertas el Steel Framing admite la realización de techos tanto inclinados como planos, en general las cubiertas tienen como concepto principal dividir la estructura en una gran cantidad de elementos de manera que cada uno resista una fracción de la carga total, se observa un esquema de las partes de la cubierta en la Figura 5 [17].

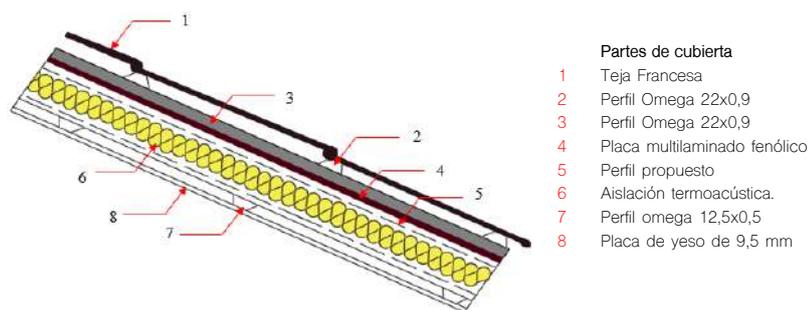


Figura 5. Cubierta teja francesa [24]

### 2.5 Parámetros de diseño (Norma AISI)

Las dimensiones de los perfiles del sistema Steel Framing fueron analizadas en base a diseño; debidamente por normativa (AISI), manuales, seminarios y teoría científica [5] [18] [9].

#### 2.5.1 Resistencia al pandeo por flexión

Lo descrito en las ecuaciones 1 a 8, se utilizó para encontrar ciertos parámetros de diseño de montantes para la obtención de la tensión por pandeo elástico crítico [18].

Determinación de la esbeltez

$$\lambda = \frac{\pi^2 \times L}{r} \quad (1)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (2)$$

Análisis por pandeo flexional

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F'_y}{F_e}} \quad (3)$$

$$\lambda_c > 1.5 \quad F_n = \left(\frac{0.877}{\lambda c^2}\right) F'_y \quad (4)$$

$$\lambda_c \leq 1.5 \quad F_n = (0.658^{\lambda c^2}) F'_y \quad (5)$$

$$\rho = 1 \quad \text{donde } \lambda \leq 0.673 \quad (6)$$

Verificación por pandeo

$$\rho = \left(1 - \frac{0.22}{\lambda}\right) \lambda \quad \text{donde } \lambda > 0.673 \quad (7)$$

Tensión de pandeo elástico crítico

$$F_{cre} = k \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{t}{w}\right)^2 \quad (8)$$

Donde

- L: Longitud.
- r: Radio de giro pandeo elástico crítico (flexión).
- Fe: Tensión de pandeo elástico por flexión
- F'y: Esfuerzo de fluencia.
- E: Módulo de elasticidad.
- μ: Coeficiente de poisson del acero.
- λ, λc: Factor de esbeltez.
- ρ: Factor de reducción local.
- Fcre: Esfuerzo de pandeo elástico crítico.
- Fn: Esfuerzo de compresión.
- ρ: Factor de reducción local.
- k: Tensión crítica.

### 2.5.2 Vigas de entrepiso

En la Figura 6 se observa el diagrama de cargas del perfil G, en base a los esfuerzos de compresión que actúan sobre el elemento plano; con lo descrito de la ecuación 9 a 20 hasta llegar a obtener el esfuerzo de pandeo de las vigas [18].

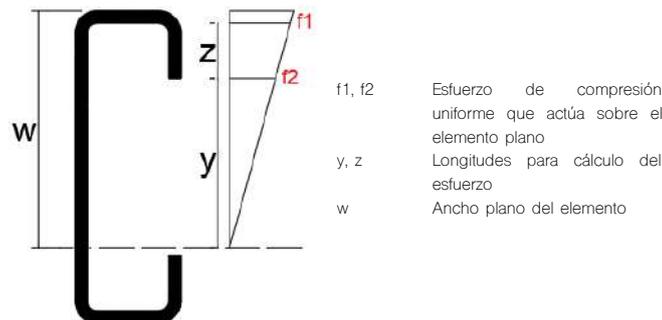


Figura 6. Gráfica de esfuerzos [21].

Sección de labio a compresión

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} \quad (9)$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1} \quad (10)$$

$$k = \frac{0.578}{\psi + 0.34} \quad (11)$$

Sección efectiva de ala ha compresión

$$I_s = \frac{t \times d^3}{12} \quad (12)$$

Se cálculo la inercia adecuada de la pestaña de borde para que el ala se comporte como elemento atiesado.

$$I_a = 399t^4 \left( \frac{w/t}{S} - 0.328 \right)^3 \quad (13)$$

$$I_a \leq t^4 \left( 115 \frac{w/t}{S} + 5 \right) \quad (14)$$

Para esto se debe evaluar los siguientes parámetros:

$$S = 1.28 \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (15)$$

$$R_I = \frac{I_s}{I_a} \leq 1 \quad (16)$$

$$k = \left(4.82 - 5 \frac{D}{w}\right) R^n + 0.43 \quad (17)$$

$$0.25 < \frac{D}{w} \leq 0.8$$

$$k = 3.57R^n + 0.43 \leq 41 \quad (18)$$

$$\frac{D}{w} \leq 0.25$$

Donde

$$n = \left(0.582 - \frac{w/t}{4S}\right) \geq \frac{1}{3} \quad (19)$$

Con los parámetros evaluados se calculó el esfuerzo de pandeo.

$$F_e = k \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{t}{w}\right)^2 \quad (20)$$

Donde

- w: Ancho plano de la pestaña
- t: Espesor.
- Fe: Esfuerzo de pandeo.
- F'y: Esfuerzo de fluencia.
- $\mu$ : Coeficiente de poisson del acero.
- E: Modulo de elasticidad.
- $\lambda$ : Factor de esbeltez.
- k: Tensión crítica.
  
- Is: Inercia de la pestaña con respecto a un eje paralelo.
- Ia: Momento de inercia adecuado del rigidizador.
- f: Tensión en compresión de la brida
- d: Profundidad de la sección transversal
- $\Psi$ : f2/f1.
- S: 1,28  $\sqrt{E/f}$ .
- Ri: Is/Ia.
- Rn: Esfuerzo nominal.
- n: Coeficiente.
- D: Profundidad total del labio [18]

### 2.6 Análisis estático lineal (AEL)

En el AEL influyen varios parámetros a ser controlados, como son: modos de vibración y derivas inelásticas; donde es necesario asegurar que la estructura no genere desplazamientos excesivos de acuerdo como indica la normativa [19]. Los dos primeros modos de vibración deben ser estrictamente traslacionales en sentido "x-x" y "y-y"; de esta forma se puede concluir que en los modelos no existe torsión, presentando modos de vibración adecuados que al momento del sismo no se presenta un colapso estructural [8] [9].

### 2.7 Parámetros del cortante basal

En la Tabla 3 se expresan la simbología de cálculo del cortante basal aplicada para cada sistema constructivo. Como constante los dos sistemas constructivos trabajan con el mismo tipo de suelo (D) y la misma zonificación sísmica (V) [19] [20].

**Tabla 3.** Parámetros que interviene en el cálculo del cortante basal.

Parámetro	Simbología
Factor de aceleración de la zona	Z
Factor de sitio Fa	Fa
Factor de sitio Fd	Fd
Factor comportamiento inelástico del suelo	Fs
Factor asociado a la ubicación geográfica	r
Relación de amplificación espectral	$\eta$
Aceleración en T=To	Sa[g]
Período Límite en T=Tc	Tc[s]
Coeficiente Ct	Ct
Coeficiente para cálculo del período	$\alpha$
Factor de reducción de fuerzas sísmicas	R
Coeficiente de configuración en planta	$\emptyset P$
Coeficiente de configuración en elevación	$\emptyset E$

En la Tabla 4, se expresan los valores de cálculo del cortante basal aplicado para los sistemas constructivos [19] [20].

**Tabla 4.** Parámetros de cortante basal.

Simbología	H. A		S. F
Modelos	M1	M2-M6	M1-M6
Z	0,40	0,40	0,40
Fa	1,2	1,2	1,2
Fd	1,19	1,19	1,19
Fs	1,28	1,28	1,28
r	1	1	1
$\eta$	2,48	2,48	2,48
Sa[g]	1,19	1,19	1,19
Tc[s]	0,7	0,7	0,7
Ct	0,055	0,055	0,073
$\alpha$	0,9	0,9	0,75
R	3	5	2,5
$\emptyset P$	1	1	1
$\emptyset E$	1	1	1

Los elementos estructurales dependen del tipo de cubierta (dos, cuatro y múltiples aguas), tipo de carga, luces y nivel de la estructura. Las secciones en el Hormigón Armado y Steel Framing fueron variando dependiendo de la dificultad de los modelos arquitectónicos y características de diseño como se observa en la Tabla 1. En la Tabla 5 se observa las secciones usadas para el sistema constructivo de Hormigón Armado.

**Tabla 5.** Secciones críticas del sistema del Hormigón Armado

Modelos	# Pisos	Columnas (cm)	V.Central (cm)	V.Borde (cm)
M1	1P	30x40	25x30	30x40
	2P	40x55	30x40	35x45
M2	1P	40x55	35x50	35x45
	2P	40x60	35x45	40x50
M3	1P	40x60	35x50	40x50
	2P	40x60	40x50	40x50
M4	1P	40x60	35x50	40x50
	2P	45x65	40x55	40x55
M5	1P	45x65	40x55	40x50
	2P	45x60	35x50	40x50
M6	1P	45x60	40x55	40x55

Como se observa en la Tabla 5, se muestran las secciones con mayor área que predomina en cada modelo de Hormigón Armado, esto se puede explicar en base a la normativa NEC-SE-VIVIENDA, explica que para viviendas de dos pisos las luces no deben sobrepasar la luz máxima de 4m y su altura máxima de entrepiso no debe pasar de 2,5m para obtener secciones optimas.

En base a las características de los modelos de estudio se observan luces de eje a eje de gran longitud, altura de entrepiso mayor de 2,5m lo que determino a diseñar secciones de mayor área que cumplan con parámetro sismorresistentes. En la Tabla 6 se observa las secciones usadas para el sistema constructivo de Steel Framing.

**Tabla 6.** Secciones críticas del sistema Steel Framing

Modelos	# Pisos	Montantes (mm)	V. Central (mm)	V. Borde (mm)
M1	1P	G150x1,64	C150x1,64	C150x1,64
	2P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
M2	1P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
	2P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
M3	1P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
	2P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
M4	1P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
	2P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
M5	1P	G200x1,64	C150x1,64	C200x1,64
	2P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64
M6	1P	G200x1,64	C200x1,64	C200x1,64

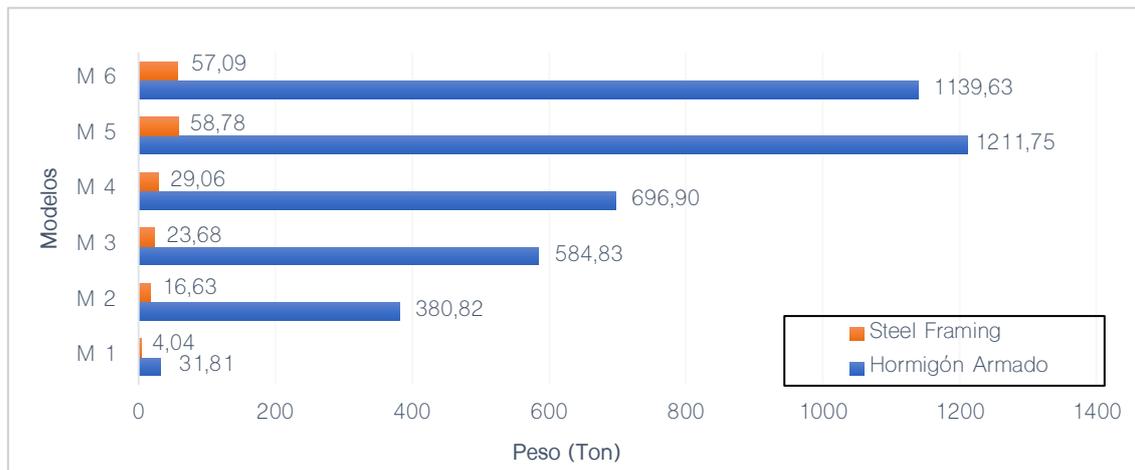
Otro factor que involucra el tamaño de secciones en ambos sistemas constructivos es el factor de reducción de resistencia sísmica ( $R$ ), para estructuras en Steel Framing es 2,5 y para Hormigón Armado es 5 siendo valores pequeños, al realizar un análisis sismorresistente involucra que las secciones crezcan debido a las acciones sísmicas.

### 3. Resultados y Discusión

En los modelos de estudio se realizó un análisis comparativo, bajo las condiciones sismorresistentes obteniendo los siguientes resultados.

#### 3.1 Peso de la estructura

En la Figura 6, muestra el peso total de las estructuras de los sistemas constructivos siendo predominante el Hormigón Armado.



Con respecto a las estructuras de Steel Framing se muestra los porcentajes del peso total con respecto a las estructuras de Hormigón Armado como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Porcentajes de peso total de Steel Framing con respecto al Hormigón Armado.

Modelos	Porcentaje
M6	5,01
M5	4,85
M4	4,17
M3	4,05
M2	4,37
M1	12,70

Se encontró un valor promedio de 5,9 % de los, modelos de Steel Framing con respecto al Hormigón Armado con una disminución del 94,1 % del peso total de las estructuras. Demostrando que las estructuras modeladas en base al Steel Framing son significativamente livianas, dependiendo del tipo de entepiso, cubierta y paneles empleados [21].

#### 3.2 Periodo de vibración

Se obtuvo a través de una herramienta de elementos finitos los periodos de vibración de las diferentes modelaciones para los sistemas de estudio, como se observa en la Figura 7; los cuales cumplieron con la condición de estar por debajo del periodo límite de vibración ( $T_c$ ) [3].

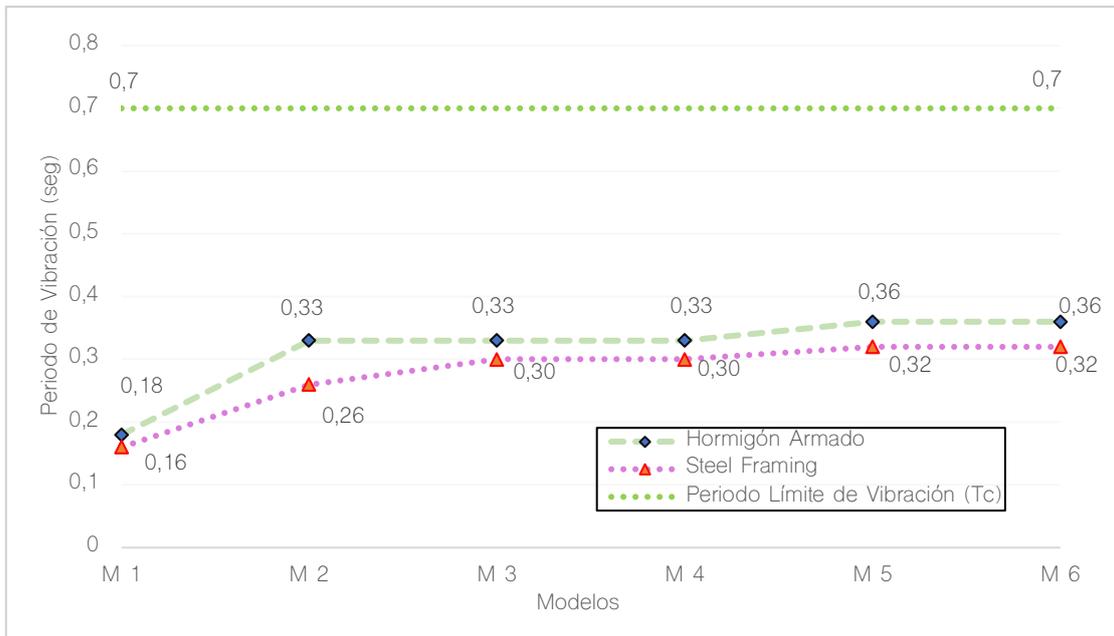


Figura 7. Periodo de vibración entre ambos sistemas constructivos

3.3 Cortante basal estático

El cortante basal estático depende directamente del peso de la edificación esto significa que a menor peso se obtiene un menor impacto frente a un fenómeno sísmico, como se observa en la Figura 8 los resultados del cortante basal estático favorecen al sistema constructivo Steel Framing [19] [8].

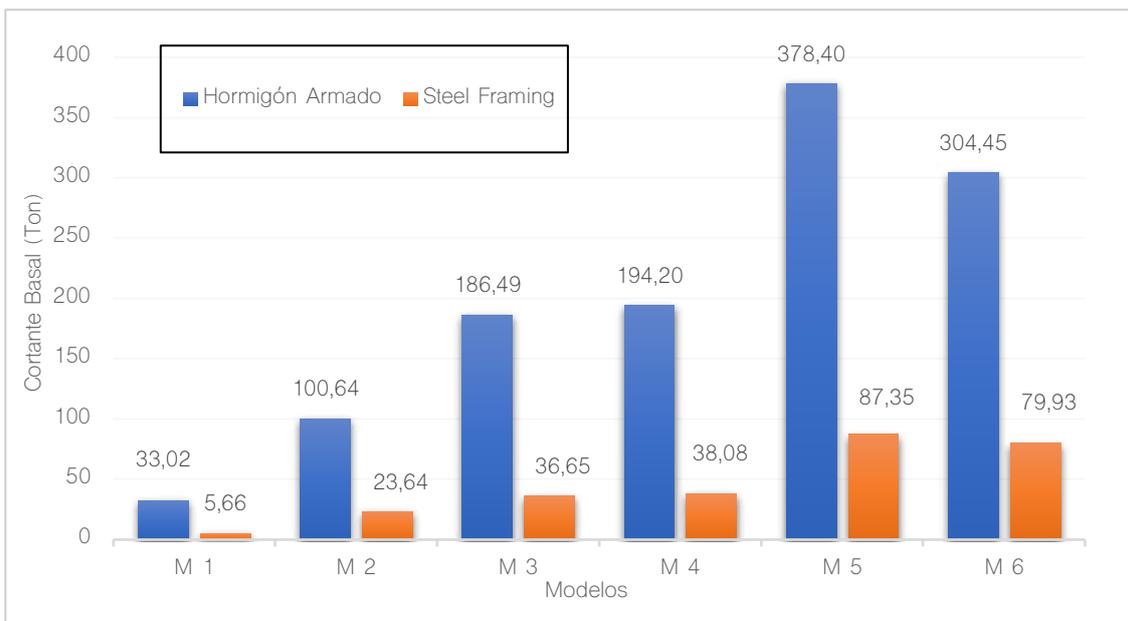


Figura 8. Cortante basal estático entre ambos sistemas constructivos.

3.4 Cortante basal dinámico

En la Figura 9 se observan los resultados que se obtuvieron para el chequeo de cortante basal dinámico del sistema Hormigón Armado en los sentidos “x-x” y “y-y” [19].

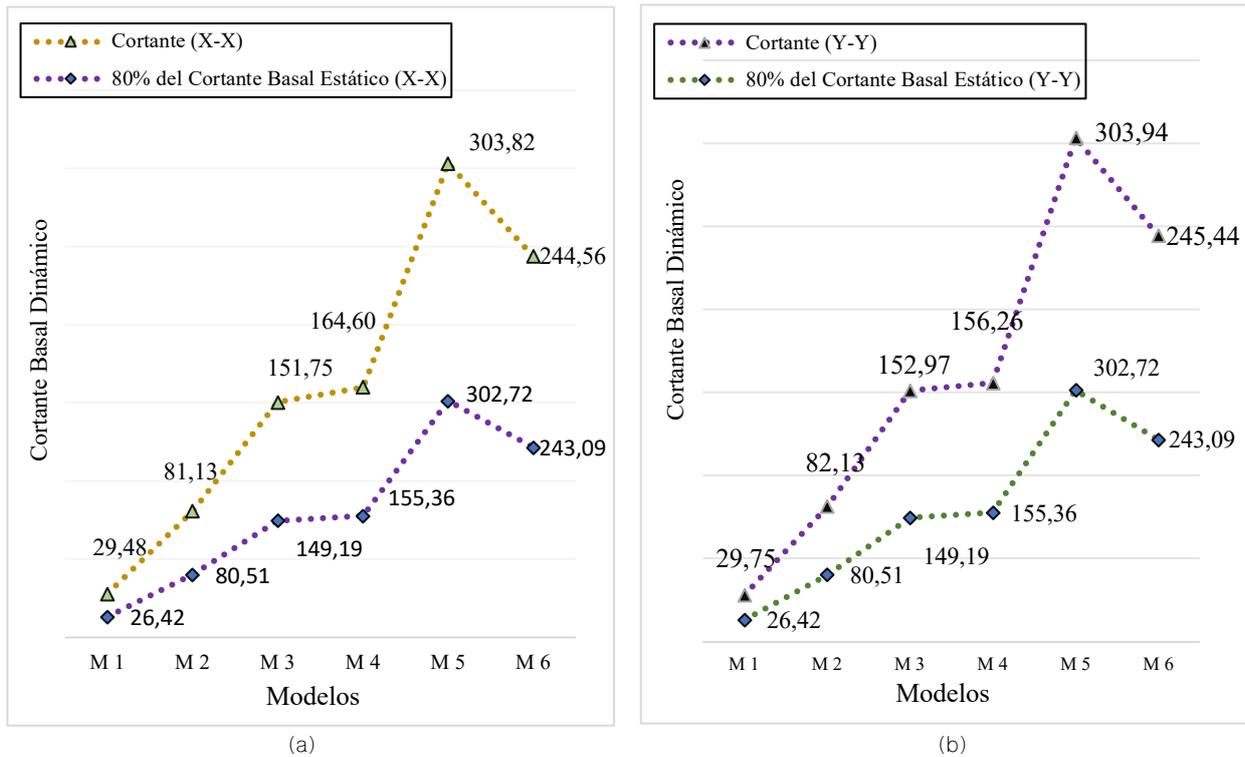


Figura 9. Cortante basal dinámico de Hormigón Armado: (a) sentido (X-X); (b) sentido (Y-Y)

En la Figura 10, se procedió a realizar un chequeo de cortante basal dinámico del sistema Steel Framing en los sentidos “x-x” y “y-y”. Asegurando lo que explica la normativa que no debe ser menor que el 80 % del cortante basal estático, calculado en estructuras regulares [19].

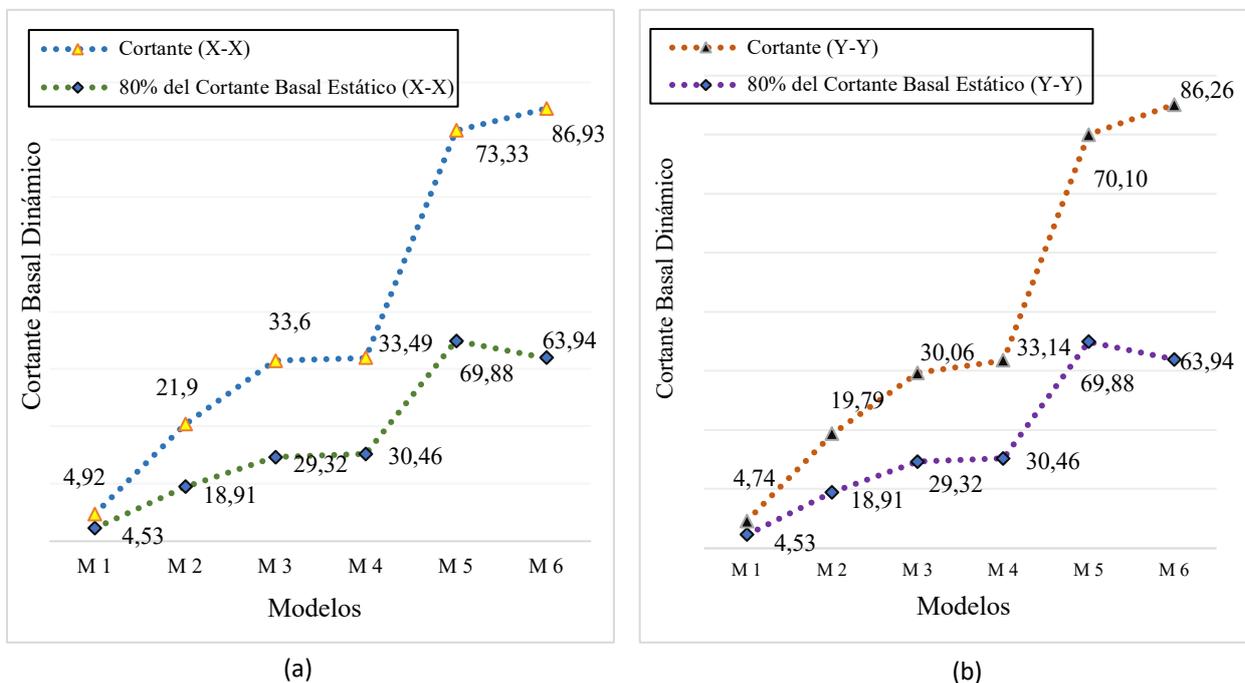


Figura 10. Cortante basal dinámico de Steel Framing: (a) sentido (X-X); (b) sentido (Y-Y)

3.5 Derivas de piso

Con los resultados obtenidos en las Figuras 11 y 12 entre los dos sistemas constructivos se observó que los valores máximos se encuentra en el modelo 5, el Hormigón Armado obtuvo valores en “x-x”, “y-y” de 0,00375 y 0,00377 respectivamente ; el Steel Framing presentó valores en “x-x”, “y-y” de 0,00580 y 0,00989 cumpliendo con las derivas máximas inelásticas expresados por la norma, la que expresa que el valor máximo permitido es de 0,02; lo que garantiza que las estructuras pueden soportar vibraciones por cargas laterales expuestas [8] [19].

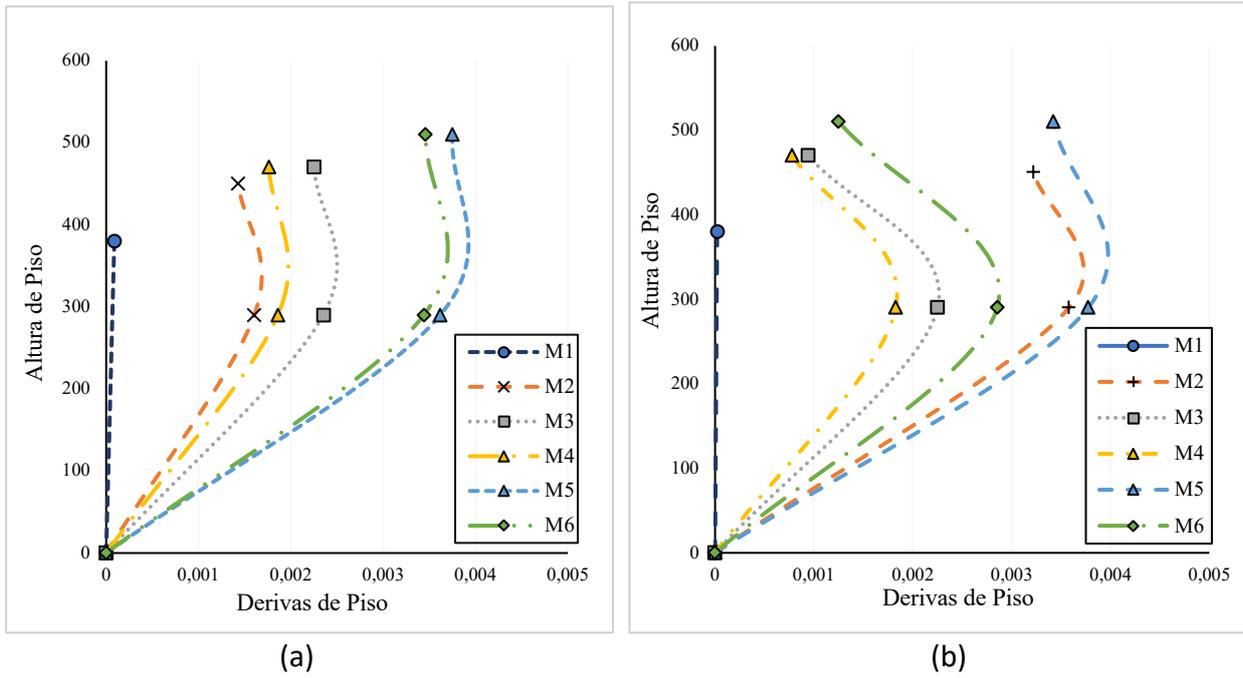


Figura 11. Derivas de Hormigón Armado: (a) sentido (X-X); (b) sentido (Y-Y)

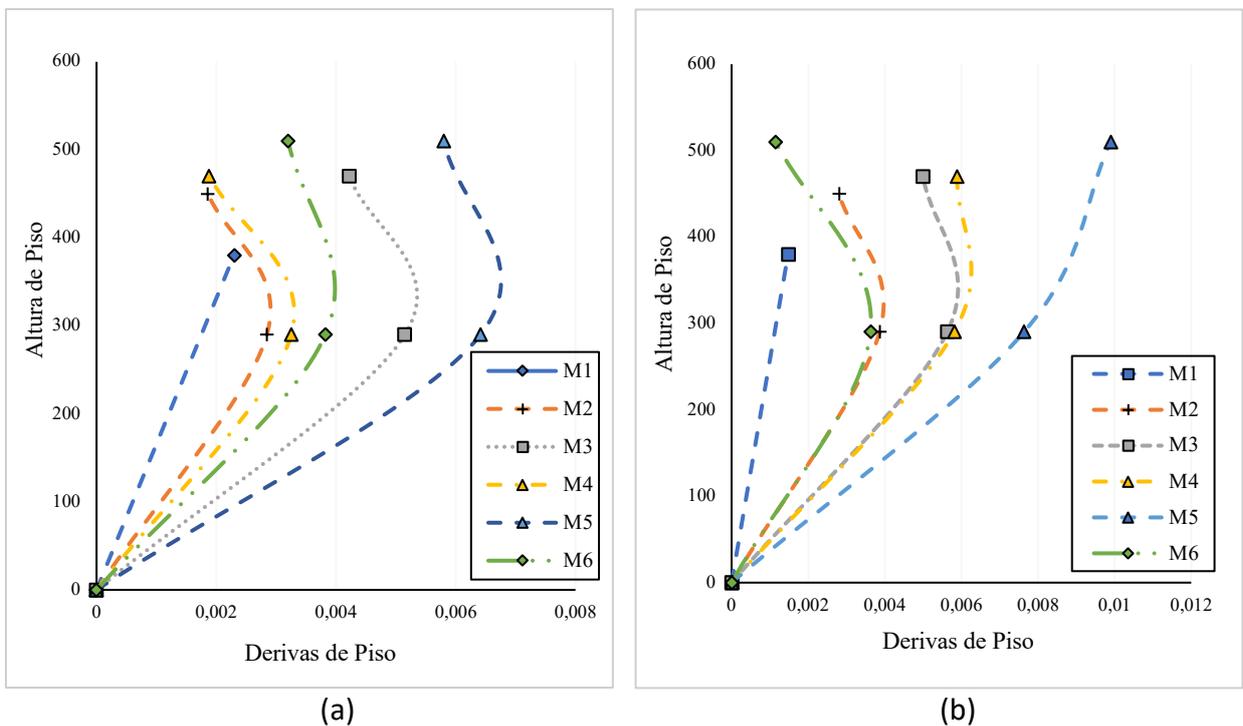


Figura 12. Derivas de Steel Framing: (a) sentido (X-X); (b) sentido (Y-Y)

3.6 Torsión

En el Hormigón Armado y en el Steel Framing se realizó un chequeo en los dos primeros modos como se observa en las Figuras 13 y 14. Dando como resultado traslación, de esta forma se puede concluir que no existen torsión, presentando modos adecuados que al momento del sismo no se presenta un colapso estructural [8] [9]. Cuando las estructuras presentan irregularidades pueden complicar el panorama de la torsión por lo que se debe asegurar que no excede el 10 % en los dos primeros modos, en caso que se supere este porcentaje deberá tomarse medidas correctivas en el planteamiento de las estructuras. Como se observa en la Figura 13 y 14 de ambos métodos constructivos se garantizó la estabilidad de la estructura [22] [23].

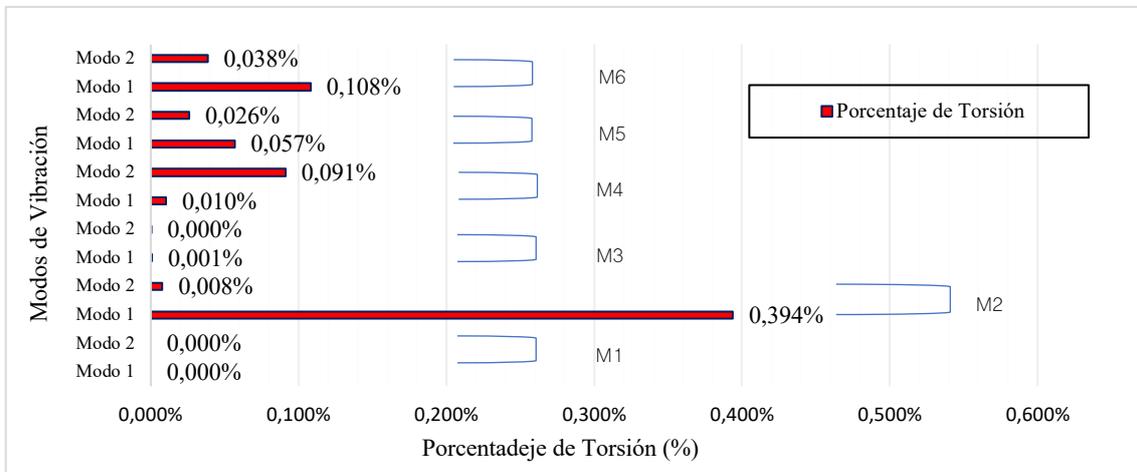


Figura 13. Torsión (Hormigón Armado)

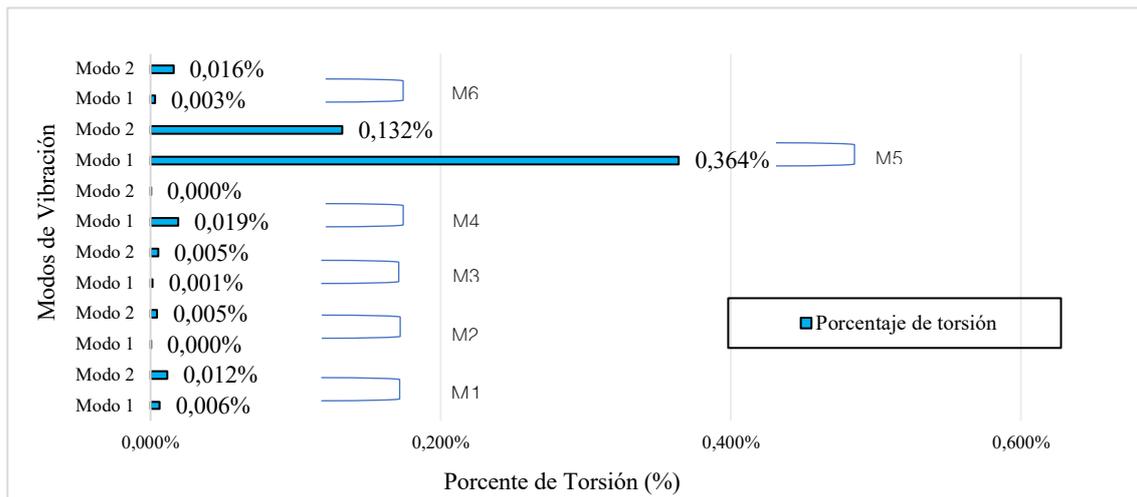


Figura 14. Torsión (Steel Framing).

3.7 Espectro de diseño

Se muestran las curvas de espectro de diseño inelástico en la Figura 15 de los modelos 1 a 6, las cuales fueron utilizadas en los modelos de estudio, se puede apreciar la diferencia de las curvas de espectro de diseño, debido a la ductilidad de cada uno de los sistemas constructivos por diferente tipología y distinto comportamiento. En ambos sistemas constructivos el espectro de diseño elástico es el mismo, ya que ningún factor es afectado, por lo contrario, el espectro inelástico cambia debida que las estructuras de Steel Framing tiene un factor de reducción de resistencia sísmica (R) bajo (2,5) a diferencia del Hormigón Armado de un valor de (5) [19].

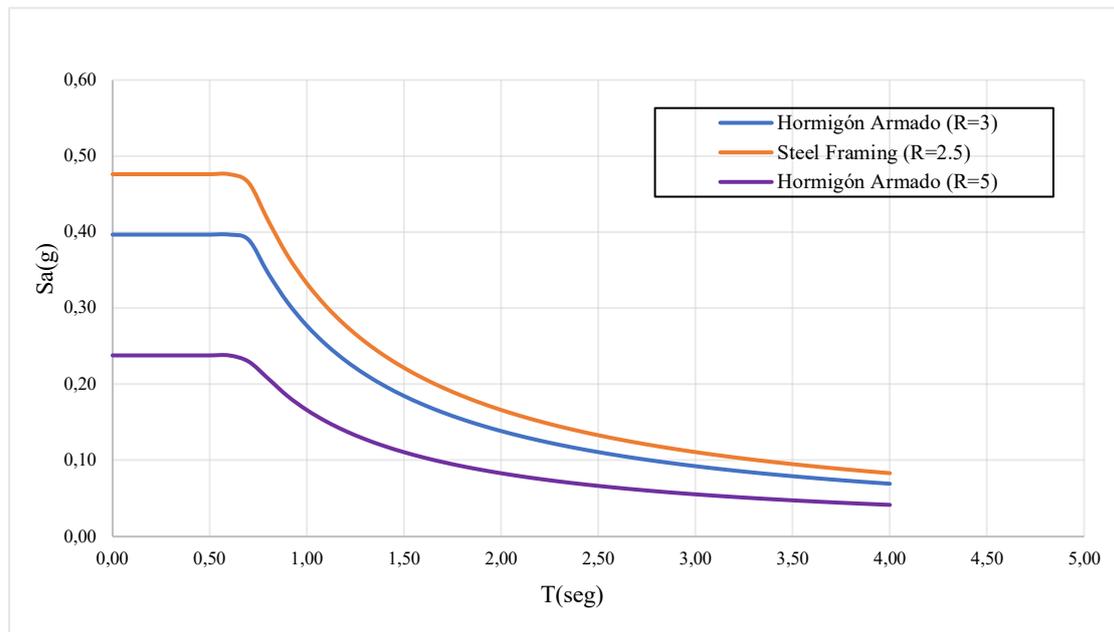


Figura 15. Comparación de espectros inelásticos.

#### 4. Discusión

Los resultados obtenidos en base a parámetros sísmicos son adecuados y favorables, que coinciden con las investigaciones de Lucero, [14], Cáceres [21] y Morocho [15]. Por otra parte, no existe contradicciones específicas sobre los aspectos sísmicos del Steel Framing en parámetros de modelación en cubiertas a lo que se enfoca esta investigación, debido a que es un sistema constructivo nuevo y puede trabajar con distintos tipos de configuraciones de cubierta sin que genere inconvenientes en la estructura.

#### 5. Conclusiones

Tras el análisis y evaluación de los sistemas constructivos mediante resultados comparativos se pudo observar que los dos sistemas son rígidos, el Steel Framing al tener un factor de reducción de resistencia sísmica ( $R=2.5$ ) tiene mayores fuerzas sísmicas, pero al tener menor peso en comparación del Hormigón Armado tiene un buen comportamiento sísmico. Además, el Steel Framing, es un sistema que no dispone de mecanismos propios para generar puntos de plastificación, es decir es un sistema de baja ductilidad, debido a que se instalan arriostramientos diagonales en los paneles de los muros, esto permite que las oscilaciones de un sismo sean de alta frecuencia o de periodos muy bajos, de manera que, los desplazamientos del suelo en la edificación se ven forzados a vibrar en alta frecuencia y con movimientos laterales de pocos milímetros.

Adicionalmente se pudo observar durante la investigación que, mediante el uso de la herramienta de elementos finitos, el Steel Framing es adaptable a cualquier tipo de arquitectura y tipo de suelo. Asimismo, el sistema constructivo conformado en frío no presenta mayor afectación por cargas de viento debido una baja velocidad del viento por ser analizado con propiedades de viento del Ecuador.

Como restricción que presento el estudio fue el coeficiente de reducción sísmica ( $R$ ), para el análisis de estructuras de Steel Framing ya que normativa y manuales expresan un valor de (2.5), para edificaciones máximo de 2 niveles. Como futuras investigaciones que se puede abarcar con el sistema conformado en frío; es realizar un análisis no lineal para encontrar un valor ( $R$ ) para estructuras superiores a 2 niveles, con el fin de evaluar y analizar el punto límite o falla que puede tener este sistema constructivo ante un análisis sismorresistente. Mediante los resultados obtenidos se podría realizar una comparación con otros sistemas constructivos utilizados en el Ecuador con la prioridad de ver qué sistema constructivo tiene mejor aceptación ante eventos sísmicos.

**Contribución de autores:** Idea y conceptualización, P. G., J. L. y E. C.; metodología, J. L., E. C. y P. G.; software, E. C., J. L. y P. G.; investigación, E. C., J. L. y P. G.; redacción, J. L., E. C. y P. G.; revisión, P. G.; supervisión, P. G.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Casas Premier, «Steel Framing: Mas de 300 años de historia,» 16 02 2021. [En línea]. Available: <https://www.casaspremier.com.ar/noticias/steel-framing-mas-de-300-anos-de-historia>. [Último acceso: 09 10 2021].
2. Ecoliving, «Casas de Steel Framing,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ecolivingec.com/contacto>.
3. SAP2000, Structural and Earthquake Engineering Software, 2018.
4. E. Hernández, «Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14,» CSI, Computer and Structures,, Madrid, 2010.
5. R. G. Dannemann . C, «Manual de Ingeniería de Steel Framing,» Asociación Latinoamericana del Acero, Las condes, 2007.
6. D. A. Verduga García, «Diseño de las modificaciones de los elementos estructurales del sistema Steel Framing para las condiciones de sismicidad y características de suelo de la ciudad de Manta,» Manta, 2016.
7. Unidad Metro de Quito, «Las características del suelo facilitan la construcción del sistema metro,» El Comercio, 2 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/caracteristicas-del-suelo-facilitan-construccion.html>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
8. E. Chavez, Interviewee, Diseño de Estructuras Sismoresistentes en Hormigón Armado. [Entrevista]. 1 Marzo 2021.
9. E. Machado , Interviewee, Curso SAP 2000 Steel Framing. [Entrevista]. 2017.
10. Tugalt, TUGALT El futuro se construye con acero, Cumbaya, 2015.
11. A. Viteri, Interviewee, Experiencias y proyectos con Steel Framing. [Entrevista]. 28 Enero 2021.
12. J. C. McCormac y R. H. Brown, Diseño de Concreto Reforzado, Decima ed., Mexico: Alfaomega, 2017, p. 664.
13. T. A. Amtamba Rivas y J. F. Cuical Quelal, «Análisis comparativo del comportamiento estructural de una edificación de 6 y 16 pisos implementando losas con paneles de tecnología M2 frente a losas con placa cooperante,» Quito, 2018.
14. D. E. Lucero Castro, «Diseño de una vivienda del programa Casa Para Todos en sistema "Steel Framing" y análisis comparativo económico con sistema de construcción tradicional,» Quito, 2019.
15. N. S. Morocho Narváez, «Análisis comparativo y constructivo de una edificación de cuatro pisos entre el sistema Steel Framing, el Hormigón Armado y la Estructura Metálica,» Sangolquí, 2020.
16. ConsulSteel, «Soluciones para construcción en seco,» Manual de apoyo Steel Frame, p. 35, 2016.
17. C. F. Haro Rubio, «Sistema constructivo aplicado para la construcción de viviendas de interés en la provincia del Guayas,» Samborondón, 2015.
18. AISI Atandard, «Especificación especificación norteamericana de miembros estructurales de acero conformado en frío,» p. 505, 2016.
19. Norma Ecuatoriana de la Construcción, «Peligro sísmico,» NEC-SE-DS, p. 148, 2015.

20. Norma Ecuatoriana de la Construcción, «Vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m,» NEC-SE-VIVIENDA, p. 152, 2015.
21. C. A. Cáceres Gaibor, «Análisis comparativo técnico-económico de un sistema tradicional aporticado y un sistema estructural liviano para la construcción de viviendas,» Quito, 2018.
22. Organizacion Munidal de la Salud, «Fundamentos para la mitigacion de desastres en estableciemientos de salud,» Washington, 200.
23. MIDUVI, «Manual para la Regulación de Procesos Constructivos,» THAMIA imagen, Quito, 2019.
24. A. M. Sarmanho Freitas y R. C. Moraes Castro, «Steel Framing Arquitectura,» Alacero, Santiago, 2007.

#### Reseña de autores:



**Erik Javier Chavez Amaguaña.** Ingeniero Civil graduado de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito-Ecuador. Su interés personal es el estudio del comportamiento de las estructuras ante eventos sísmicos.



**Jonnathan Rene Lalangui García.** Ingeniero Civil graduado de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito-Ecuador. Su interés personal se inclina a la investigación en el área de la construcción para garantizar una correcta planificación, diseño y control de infraestructuras.



**David Patricio Guerrero Cuasapaz.** Ingeniero Civil en 2008 en la Universidad Central del Ecuador, Magister en Estructuras en 2016 en la Escuela Politécnica Nacional, Miembro afiliado en American Society of Civil Engineers (ASCE), Métodos de Elementos Finitos en UTN FRBA (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires), Constructor y Diseñador estructural para empresas privadas, Profesor en Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, en el Departamento de Ingeniería Civil.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# Artificial Intelligence for Cancer Detection Using Medical Image: Highlights and Limitations

Leo Ramos  

Yachay Tech University, School of Mathematical and Computational Sciences, Hda. San Jose s/n y Proyecto Yachay, San Miguel de Urququí, 100115, Imbabura, Ecuador.

 Correspondencia: [leo.ramos@yachaytech.edu.ec](mailto:leo.ramos@yachaytech.edu.ec)  + 593 96 107 9749

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51011>

**Abstract:** Artificial intelligence refers to systems capable of performing tasks, imitating human intelligence. These novel techniques are already being applied in various fields, and medical diagnosis is one of them. For this work, a bibliographic review of scientific literature was used. In this way, some relevant results that show the benefits of using artificial intelligence techniques in the medical field and the limitations and problems that still exist were addressed. The most relevant results indicate that, although there are limitations such as cost or lack of development, artificial intelligence has great potential in clinical diagnosis since it allows automating many analysis and decision-making processes, equating its precision to that of humans. Likewise, there is a promising outlook for these techniques since there is still much room for improvement and enhancement, starting from the academic foundations.

**Keywords:** Artificial Intelligence · Clinical Diagnosis · Machine Learning · Medical Image



**Cita:** Ramos, L. (2022). Artificial Intelligence for Cancer Detection Using Medical Image: Highlights and Limitations. Green World Journal, 5(1).

<https://doi.org/10.53313/gwj51011>

**Received:** 01/December/2021

**Accepted:** 20/February/2022

**Published:** 25/February /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## 1. Introduction

Artificial intelligence (AI) is a field of computer science that seeks to simulate human intelligence processes by machines, especially computer systems [1]. This field has gained prominence recently due, in part, to the large amounts of data or the increased velocity, size, and variety of data that companies are collecting [2]. Using this data, and after a series of processes, it is possible to find efficient and effective solutions to various problems. The applications of AI range

from parallel versions of existing methods to solutions for new problems related to autonomous agents (software programs with autonomy to make decisions and interact with others) [3]. Therefore, the goal of AI is to enable machines to approach the human cognitive capacity; in other words, it seeks that machines can abstract, learn, categorize, reason, and act similarly, equal to, or even better than a human being [4, 5].

Medicine is one of the fields of knowledge that could benefit most from close interaction with computation and mathematics. This multidisciplinary communication makes it possible to optimize complex and imperfect processes such as differential diagnosis [6–8]. Currently, the clinical diagnosis begins with gathering information about a patient's condition. This procedure can be done through simple questions and local observations to more complex processes such as laboratory tests imaging, among others. Subsequently, the health professional, sometimes together with a team, analyzes, compares, and contrasts all this information to arrive at a specific diagnosis.

Two important points can be highlighted from this: first, medical diagnosis is a series of steps that must be carried out in order to reach a conclusion that is capable of providing relief to the patient; second, it indicates that during the process involved in making a medical diagnosis, a large amount of data is involved that is processed, analyzed, classified and contrasted in order to conclude. This is what machine learning (ML) is all about, a branch of AI that builds and studies systems capable of learning from a training dataset and improving classification and prediction processes [9–11].

Therefore, with the help of AI, not only can the decision-making process be automated, but the answer obtained would be one that has sufficient arguments to be accepted as valid. All this with the bonus of obtaining an accurate diagnosis in less time than it would take a person. An electronic or computational aid facilitates this process because it makes it systematic and exhaustive, not dependent on the clinician's experience, and eliminates the need for a working memory beyond human capacity [6, 9]. A well-trained diagnostic program can be, at least, as effective as an expert clinician and greatly simplify the work of human doctors [6].

This paper discusses and describes some relevant research results related to the application of AI in clinical diagnosis. The focus is on cancer diagnosis through the analysis of medical images. A systematic literature review is used to identify the positive points of the results of these studies and the existing limitations and barriers. Finally, the aim is to conclude the feasibility of applying AI techniques in the clinical diagnosis of cancer, with projection to the present and future.

## 2. AI in medical image analysis: Highlights

Given that cancer continues to be one of the leading causes of death worldwide, optimizing the process of its diagnosis is a job of great importance [12]. Medicinerelated activities accelerate to produce a large amount of health and disease data [13]; this with the aim that, with the help of AI, health professionals can provide more efficient and accurate medical services [14]. Thanks to being a worldwide trend, AI has already begun to be applied in cancer diagnosis, and some results are beginning to be evident.

The capacity and power that AI can have in information classification and decision making has been mentioned, but this may lead one to think that it works only with previously collected data. However, this is not an accurate assumption since AI can also collect information efficiently and effectively [15–17]. One of the standard procedures for suspected cancer or tumors is imaging tests. A health professional carefully analyzes the image in search of any outstanding data or indicator, collects that information, and then performs the entire analysis process until a diagnosis is reached. However, there is a possibility that the professional may not get the diagnosis right, and more invasive interventions may be required to find the right one. Because of this, AI promises to be a great ally in image analysis, data collection, and subsequent decision-making for diseases such as breast and lung cancer [18].

AI is especially useful in the field of pattern recognition and image analysis [19]. Its usefulness is since a machine, or trained program could analyze an image in a more complete, detailed, and faster way and collect more and better information than a human being can due to its physical or mental limitations [18, 20, 21]. The process of data collection and analysis is usually a qualitative and subjective task when performed by an individual; but, with the help of AI, it is possible to transform it into a quantifiable and reproducible task without much effort [18].

Some types of cancer, such as colorectal cancer, are mostly diagnosed by endoscopy [12]. AI has been extensively investigated in colonoscopy as a tool to improve the detection and classification of lesions [22]. In this field, AI has been shown to limit operator variability. In other words, AI can overcome the inexperience of novice endoscopists and even the errors of more experienced ones [23]. Therefore, endoscopy's detection rate of polyps and adenomas improves markedly with AI [23, 24]. The programs trained for this task extract and analyze specific features such as microsurface topological patterns, color differences, microvascular patterns, pit patterns, appearance under filtered light such as narrow-band images, and more to detect, predict, and diagnose pathologies [23–25].

Finally, AI plays an increasingly important role in tracking changes in a tumor over time, either in natural history or in response to treatment [18]. Without a doubt, AI is already part of some procedures in the oncology area. It is beginning to be used daily in some tumor detection centers and image analysis. It also supports professionals in the area, both novices, and experts, since the combination of man and machine provides the best results [26].

### 3. AI in medical image analysis: Limitations and Challenges

Despite the reported successes of AI in medical image processing, several limitations and obstacles must be overcome before widespread adoption [18]. It should be remembered that AI models work with data streams. However, these data often need to be curated as they do not always have labeling, segmentation, or categorization. Therefore, data quality assurance is not always guaranteed [27], and models can be vulnerable to well-designed false inputs, causing diagnostic uncertainty and false positives to persist [27, 28].

The security of AI systems is also a crucial issue. This is because, like any computer system, these techniques can be victims of cyber-attacks. Since these procedures are directly related to

human lives, a possible cyber-attack can not only threaten the proper functioning of a system but cause deaths [29].

In addition, the models need further refinement in order to reduce some of the existing gaps in accuracy and efficiency. For example, some models do not consider other elements that can alter the output in medical image analysis, such as folds, subepithelial lesions, extrinsic compressions, blood vessels, and lumen [25]. Also, when some systems work with complex images and noisy features, they generate inconsistent results [30]. For these reasons, one of the objectives and challenges of AI within this field is to develop more sophisticated algorithms that can work with many variables, old and new, involved in clinical decisionmaking [27], and in the future, to be able to reduce the gap between human precision and AI. [31].

Another challenge is to generalize the use of artificial intelligence techniques in clinical diagnosis [27]. The cost, difficulty of acquisition, development, and learning of these techniques are factors that limit their daily use. Not all countries can apply these techniques because technological development is not the same for all. In fact, there is a significant economic, technological, and even human gap that does not allow the development of these and other techniques to be promoted at the same pace in all countries [32]. Therefore, it is a pending task for governments and private enterprises to promote, support, and develop these techniques, starting from the academy and supporting local talent.

#### 4. Conclusions

AI is a potent tool with multiple applications. Among all the fields in which AI techniques can be applied, medicine, specifically medical diagnostic imaging, is where AI can help automate and improve many processes. Although there is still much work to be done to increase the accuracy and sensitivity of AI systems, early applications of these techniques show significant improvements in image analysis. This is because a well-trained system can analyze an image equal to or better than the human eye.

Thanks to the application of AI techniques in medical imaging diagnosis, it is possible to improve the processes of pattern recognition, finding relationships, estimations, and predictions that allow the medical professional to provide a better conclusion. Moreover, since these are algorithms created by a person, there is the possibility of developing more and better techniques and systems to solve the existing problems and limitations. Finally, it is essential to support the study and development of these techniques in order to exploit the full potential offered by AI. These techniques can improve current diagnostic systems and revolutionize the entire field without harming medical professionals.

**Author Contribution:** The author contributed to integrity research.

**Funding:** The author funded integrity research.

**Conflicts of interest:** The author declare that they have no conflicts of interest.

## Referencias

1. Cihan Cobanoglu, Seden Dođan, and Mehtap Yücel Güngör. Emerging Technologies at the Events. Impact of ICTs on Event Management and Marketing, pages 53–68, nov 2020.
2. Alexander Y. Sun and Bridget R. Scanlon. How can Big Data and machine learning benefit environment and water management: A survey of methods, applications, and future directions. Environmental Research Letters, 14(7), jul 2019.
3. Vicenç Torra. Artificial Intelligence. Lychnos, pages 14–18, dec 2011.
4. Christian Meske, Enrico Bunde, Johannes Schneider, and Martin Gersch. Information Systems Management ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/uism20> Explainable Artificial Intelligence: Objectives, Stakeholders, and Future Research Opportunities. Information Systems Management, 2020.
5. Rosemarie Velik. AI Reloaded: Objectives, Potentials, and Challenges of the Novel Field of Brain-Like Artificial Intelligence. BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 3(3):25–54, 2012.
6. Saúl Oswaldo Lugo-Reyes, Guadalupe Maldonado-Colín, and Chiharu Murata. Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina, mar 2014.
7. J.A. Gegúndez Fernández. Technification versus humanisation. Artificial intelligence for medical diagnosis. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 93(3):e17–e19, 2017.
8. Ana Vitória Braga, Alane Franco Lins, Lucas Souza Soares, Lygia Gomes Fleury, Júlia Cândido Carvalho, and Renata Silva do Prado. Inteligencia Artificial Na Medicina. CIPEEX, 2:937–941, dec 2018.
9. W. Kaiser, T. S. Faber, and M. Findeis. Automatic learning of rules: A practical example of using artificial intelligence to improve computer-based detection of myocardial infarction and left ventricular hypertrophy in the 12-lead ECG. Journal of Electrocardiology, 29(SUPPL.):17–20, jan 1996.
10. Alejandro Rodríguez-Ruiz, Kristina Lång, Albert Gubern-Merida, Jonas Teuwen, Mireille Broeders, Gisella Gennaro, Paola Clauser, Thomas H. Helbich, Margarita Chevalier, Thomas Mertelmeier, Matthew G. Wallis, Ingvar Andersson, Sophia Zackrisson, Ioannis Sechopoulos, and Ritse M. Mann. Can we reduce the workload of mammographic screening by automatic identification of normal exams with artificial intelligence? A feasibility study. European Radiology 2019 29:9, 29(9):4825– 4832, apr 2019.
11. Ivar M. Salte, Andreas Østvik, Erik Smistad, Daniela Melichova, Thuy Mi Nguyen, Sigve Karlsen, Harald Brunvand, Kristina H. Haugaa, Thor Edvardsen, Lasse Lovstakken, and Bjørnar Grenne. Artificial Intelligence for Automatic Measurement of Left Ventricular Strain in Echocardiography. JACC: Cardiovascular Imaging, jun 2021.
12. Jingsi Dong, Yingcai Geng, Dan Lu, Bingjie Li, Long Tian, Dan Lin, and Yonggang Zhang. Clinical Trials for Artificial Intelligence in Cancer Diagnosis: A CrossSectional Study of Registered Trials in ClinicalTrials.gov. Frontiers in Oncology, 10:1629, sep 2020.
13. Tao Zeng, Tao Huang, and Chuan Lu. Editorial: Machine Learning Advanced Dynamic Omics Data Analysis for Precision Medicine, feb 2020.
14. Alvin Rajkomar, Jeffrey Dean, and Isaac Kohane. Machine Learning in Medicine. New England Journal of Medicine, 380(14):1347–1358, apr 2019.

15. Yan Xiong, Xiaojun Ba, Ao Hou, Kaiwen Zhang, Longsen Chen, and Ting Li. Automatic detection of mycobacterium tuberculosis using artificial intelligence. *Journal of Thoracic Disease*, 10(3):1936–1940, mar 2018.
16. Zoubin Ghahramani. Probabilistic machine learning and artificial intelligence. *Nature* 2015 521:7553, 521(7553):452–459, may 2015.
17. Akiyoshi Tsuboi, Shiro Oka, Kazuharu Aoyama, Hiroaki Saito, Tomonori Aoki, Atsuo Yamada, Tomoki Matsuda, Mitsuhiro Fujishiro, Soichiro Ishihara, Masato Nakahori, Kazuhiko Koike, Shinji Tanaka, and Tomohiro Tada. Artificial intelligence using a convolutional neural network for automatic detection of small-bowel angioectasia in capsule endoscopy images. *Digestive Endoscopy*, 32(3):382–390, mar 2020.
18. Wenya Linda Bi, Ahmed Hosny, Matthew B. Schabath, Maryellen L. Giger, Nicolai J. Birkbak, Alireza Mehrtash, Tavis Allison, Omar Arnaout, Christopher Abbosh, Ian F. Dunn, Raymond H. Mak, Rulla M. Tamimi, Clare M. Tempny, Charles Swanton, Udo Hoffmann, Lawrence H. Schwartz, Robert J. Gillies, Raymond Y. Huang, and Hugo J. W. L. Aerts. Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 69(2):127–157, mar 2019.
19. Mar'ia Del Pilar G'omez, Gil Editora Academia, and Mexicana De Computaci'on. *El Reconocimiento de Patrones y su Aplicaci'on a las Se~nales Digitales*. Academia Mexicana de Computaci'on, A. C., 2019.
20. John Stoitsis, Ioannis Valavanis, Stavroula G. Mougiakakou, Spyretta Golemati, Alexandra Nikita, and Konstantina S. Nikita. Computer aided diagnosis based on medical image processing and artificial intelligence methods. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 569(2 SPEC. ISS.):591–595, dec 2006.
21. Mar'ia del Carmen Exp'osito Gallardo and Rafael Avila ' Avila. *Aplicaciones de la ' inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas*. *Acimed*, 17(5):0–0, 2008.
22. Joel Joseph, Ella Marie LePage, Catherine Phillips Cheney, and Rishi Pawa. Artificial intelligence in colonoscopy, aug 2021.
23. Ahmad El Hajjar and Jean Fran,cois Rey. Artificial intelligence in gastrointestinal endoscopy: General overview, 2020.
24. Yuichi Mori, Tyler M. Berzin, and Shin-ei Kudo. Artificial intelligence for early gastric cancer: early promise and the path ahead. *Gastrointestinal Endoscopy*, 89(4):816–817, apr 2019.
25. Cristina S'anchez-Montes, Jorge Bernal, Ana Garc'ia-Rodr'iguez, Henry C'ordova, and Gloria Fern'andez-Esparrach. Review of computational methods for the detection and classification of polyps in colonoscopy imaging, 2020.
26. Rafael Barreto Z'u~niga, Jorge Garc'ia Leiva, Jos'e de Jes'us Herrera Esquivel, Salvador Herrera G'omez, Aurelio L'opez Colombo, Miguel Angel Ram'irez Luna, Dra ' Fabiola Romano Munive, Dra Nancy Aguilar Olivos, Jos'e Mar'ia Remes Troche, Juan Carlos L'opez Alvarenga, Jes'us Alberto Camacho Escobedo, Fredy Chabl'e Montero, Antonio Sosa Lozano, Jos'e Alberto Gonz'alez-Gonz'alez, Enrique MurcioP'erez, F'elix Ignacio T'ellez Avila, and Antonio De la Torre Bravo Manuel Mara~n'on ' Sep'ulveda. *Inteligencia artificial en endoscopia*. *ENDOSCOPIA*, 33:62–64, jul 2021.

27. Ellen B. Mendelson. Artificial Intelligence in Breast Imaging: Potentials and Limitations. <https://doi.org/10.2214/AJR.18.20532>, 212(2):293–299, nov 2018.
28. Chowdhury Mashrur and Sadek Adel. Advantages and Limitations of Artificial Intelligence . Artificial Intelligence Applications to Critical Transportation Issues, pages 6–8, 2012.
29. Oksana Iliashenko, Zilia Bikkulova, and Alissa Dubgorn. Opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. In E3S Web of Conferences, volume 110, page 02028. EDP Sciences, aug 2019.
30. Raghav K Pai, Derek J Van Booven, Madhumita Parmar, Soum D Lokeshwar, Khushi Shah, Ranjith Ramasamy, and Himanshu Arora. A review of current advancements and limitations of artificial intelligence in genitourinary cancers. American journal of clinical and experimental urology, 8(5):152–162, 2020.
31. William W. Stead. Clinical implications and challenges of artificial intelligence and deep learning, sep 2018.
32. Amy Jocelyn Glass and Kamal Saggi. International technology transfer and the technology gap. Journal of Development Economics, 55(2):369–398, apr 1998.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

# Factibilidad para implementar una hostería ecológica en el cantón Archidona, Napo-Ecuador

Pedro Ariel Ordoñez-Jiménez <sup>1</sup>  Cristhian David Chicaiza-Ortiz<sup>1,2,3\*</sup>  María Victoria Reyes-Vargas<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Vida;

<sup>2</sup> Universidad Regional Amazónica Ikiam, Facultad Ciencias de la Vida;

<sup>3</sup> Shanghai Jiao Tong University. China-UK Low Carbon College.

✉ Correspondencia: [cristhianchicaiza@hotmail.com](mailto:cristhianchicaiza@hotmail.com) ☎ + 593 98 310 4801

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51012>

**Resumen:** El turismo ecológico nace a partir de las nuevas tendencias y del interés de visita a las áreas naturales, poco intervenidas y con la presencia de una alta biodiversidad (natural y cultural), cuyas actividades se enmarquen en la sostenibilidad. En este sentido, el turismo ecológico constituye una fuente de dinamización económica y desarrollo local sostenible, en las últimas décadas se ha mostrado como una actividad con potencial para diversificar la estructura económica, cuidar el ambiente y generar puestos de trabajo. En este contexto, se plantea un estudio para evaluar la factibilidad de implementación de una hostería ecológica en la parroquia San Pablo de Ushpayacu, en la provincia de Napo. La metodología empleada inició con el análisis de la perspectiva de la población local, así como las necesidades de la demanda potencial. Los resultados evidencian que existe la predisposición de colaborar y participar en la prestación y consumo de servicios de alojamiento, alimentación y tours organizados por los sitios aledaños, identificados con potencial turístico. La propuesta incluye el análisis del impacto ambiental en la matriz de Leopold, así como el diseño arquitectónico, además del análisis técnico, legal y financiero, mismos que muestran la factibilidad de ejecución en el corto plazo, puesto que el impacto ambiental a generarse es mínimo y se pueden establecer medidas de mitigación para contrarrestar sus efectos.

**Palabras claves:** Alojamiento; estudio; desarrollo turístico; factibilidad.

## Feasibility of implementing an ecological inn in the Archidona canton, Napo-Ecuador

**Abstract:** Ecotourism was born from the new trends and interest in visiting natural areas, with little intervention and the presence of a high biodiversity (natural and cultural), whose activities are framed in sustainability. In this sense, ecotourism is a source of economic dynamization and sustainable local development, and in recent decades it has been shown as an activity with the potential to diversify the economic structure, care for the environment and generate jobs. In this context, a study is proposed to evaluate the feasibility of implementing an ecological lodge in the parish of San Pablo de Ushpayacu, in the province of Napo. The methodology employed began with the analysis of the perspective of the



**Cita:** Ordoñez-Jiménez, P. A., Chicaiza-Ortiz, C. D., & Reyes-Vargas, M. V. (2022). Factibilidad para implementar una hostería ecológica en el cantón Archidona, Napo-Ecuador. *Green World Journal*, 5(1), 012. <https://doi.org/10.53313/gwj51012>

**Received:** 02/January/2022  
**Accepted:** 26/February/2022  
**Published:** 01/March /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

local population, as well as the needs of the potential demand. The results show that there is a predisposition to collaborate and participate in the provision and consumption of lodging and food services and organized tours of the surrounding sites identified as having tourism potential. The proposal includes the analysis of the environmental impact in the Leopold matrix, as well as the architectural design, in addition to the technical, legal and financial analysis, which show the feasibility of implementation in the short term, since the environmental impact to be generated is minimal and mitigation measures can be established to counteract its effects.

**Keywords:** Lodging; study; tourism development; feasibility.

## 1. Introducción

La Organización Mundial del Turismo (OMT) en el 2006 define al turismo como el desplazamiento que realizan las personas durante sus viajes y estancias, además de las relaciones que surgen en ellos; siendo las principales motivaciones por fines de ocio, negocios y otros [1]. El sector turístico juega un papel fundamental en la creación de empleo, la generación de divisas, sin embargo el aumento de las desigualdades y la desaceleración económica se han agravado como resultado de la crisis sanitaria debida a la COVID-19 [2], por ejemplo para el año 2020, se registra un flujo turístico a nivel mundial de aproximadamente 400 millones de llegadas de visitas internacionales, cifra que redundó en un decrecimiento con relación a datos históricos. A pesar de estas cifras alarmantes, el sector confía en su recuperación, puesto que el turismo se ha constituido durante los últimos años en una actividad de importancia global, ya que se han registrado en los últimos años la creación de aproximadamente 270 millones de empleos, ya sean directos e indirectos. Además, de la notable aportación al PIB-Producto Interno Bruto mundial que superó los 4,5 billones de dólares americanos durante este último año. En este contexto surge la opción del turismo ecológico, junto con la sabiduría tradicional puede ayudar a la conservación de la biodiversidad, que puede tener un efecto sinérgico si se lo respalda por estudios académicos [3].

El turismo es considerado como un sector importante de la economía de varios países, entre ellos el Ecuador. Desde épocas anteriores las personas buscan el desarrollo de nuevas experiencias, impulsadas por el deseo o la idea de viajar, conocer nuevos sitios ya sean naturales, históricos-culturales e intercambiar culturas y escapar de la cotidianidad [4,5]. La actual tendencia turística ha marcado un hito, se enfoca en actividades y experiencias basadas netamente en la naturaleza. En razón de ello el turismo ecológico muestra una oportunidad de beneficio y posicionamiento en las condiciones actuales, puesto que la demanda procura la visita de espacios abiertos y no masificados. Ante lo cual, resulta imperante el impulso a una filosofía de protección y conservación de los recursos naturales y culturales de los territorios a fin de garantizar su permanencia en el territorio. En la actualidad, el mundo está viviendo una nueva época en la que el turismo se hace imprescindible, sin embargo, a raíz de la COVID-19, se ha enfrentado a una gran variedad de cambios en el comportamiento de la demanda, oscilaciones de los flujos turísticos, diferentes motivaciones y expectativas de los visitantes, así como los cambios en la organización de la oferta [6].

Estos cambios han puesto de manifiesto la necesidad de que los agentes de la oferta turística, aborden la gestión del turismo, así como la planificación y organización de los destinos turísticos desde una perspectiva coherente, integrada y cualitativa [7]. Sin duda, esto con un enfoque a ser capaces de supervisar y gestionar la totalidad de un sistema en el que los agentes participantes se benefician del turismo. La planeación estratégica juega un papel de suma importancia, puesto que, permite potenciar los recursos y atractivos de un territorio [8]. El propósito es mantener de forma competitiva el mercado a través de la satisfacción de los visitantes. Es necesario impulsar nuevas modalidades turísticas que recojan las necesidades propias de la demanda, a través de la implementación de estrategias enfocadas en el turismo ecológico. Esto permite implementar

alojamientos que usen materiales alternativos o propios de la zona, lo que redunde en la oportunidad de reorientar la oferta disponible para captar visitantes que sean más conscientes del cuidado de los recursos disponibles. Simultáneamente se debe resguardar el patrimonio cultural tangible e intangible de las localidades. Acciones que no únicamente se enfocan en las exigencias de la demanda real o potencial, sino más bien en las realidades territoriales, considerando las disponibilidades para el aprovechamiento de recursos con fines turísticos.

Es por ello, que resulta imprescindible realizar el análisis conceptual de un estudio de factibilidad, mismo que hace referencia al análisis previo que permite determinar la posibilidad de poder desarrollar un negocio o un proyecto que espera implementarse en el corto y mediano plazo. La factibilidad puede ser operativa, técnica, económica, comercial, política y legal [9,10]. Este tipo de estudio resulta relevante previo al diseño de un producto turístico, mismo que es concebido como el conjunto de elementos tangibles e intangibles organizados. Dichos elementos son capaces de satisfacer las motivaciones, necesidades y expectativas de un segmento de mercado determinado. Para determinar un producto turístico es necesario conocer sus atractivos, facilidades y accesos, lo que permitirá que el producto se conozca y se consolide en el mercado de manera integral [11,12].

Con los elementos enunciados, se determina que varias modalidades turísticas pueden ser llevadas a cabo en un mismo territorio, es así que el ecoturismo y el turismo naturaleza, se han convertido en una oportunidad para gestionar de forma adecuada un espacio territorial, donde convergen las acciones enfocadas en la preservación ambiental y la riqueza paisajística [13]. Por ello, la investigación permite determinar que existen casos exitosos en la presente línea investigativa, tales como: cabañas ecológicas en el sector El Tablón, de la comunidad Releche, parroquia La Candelaria, cantón Penipe en la provincia de Chimborazo [14], así como la hostería ecológica en el recinto San Ramón del Armadillo en el cantón El Carmen, en la provincia de Manabí [15]; de igual manera se resalta el estudio referente a la creación de la hostería recreativa Brisa Santa como alternativa para promover el desarrollo económico del cantón Nobol [16]. No han sido posible evidenciar experiencias en la Amazonía ecuatoriana, razón por la cual, el presente estudio se enfoca en una investigación exploratoria que constituirá la base para futuros análisis en este contexto.

En las condiciones actuales que se desarrolla el turismo, la demanda enfoca su visita en áreas rurales, sobre todo en la práctica de actividades y prestación de servicios al aire libre o en zonas abiertas [11], sin embargo en esta región, son carentes los establecimientos de alojamiento en dichas áreas. Este contexto afecta negativamente a la economía de los pobladores durante la pandemia COVID-19, razón de ello, un gran número de comunidades han optado por participar en actividades intensivas como es la tala indiscriminada, caza de animales silvestres, uso irracional de recursos naturales, entre otras actividades extractivistas. Es necesario el impulso de procesos de sensibilización a los visitantes, a fin de garantizar la satisfacción de la demanda y por ende la reactivación económica de las localidades insertas.

Bajo este marco, se ha considerado como área de estudio la parroquia San Pablo de Ushpayacu, ubicada en el cantón Archidona, provincia de Napo, misma que guarda al menos el 60% de escenarios naturales y 40% de manifestaciones culturales de la Nacionalidad Kichwa [17]. Estos elementos constituyen importantes opciones para la visitación turística, en razón de ello se establece la necesidad de analizar la factibilidad de implementación de un servicio de alojamiento que cuente con una infraestructura amigable con la naturaleza, y que genere un impacto mínimo en el ambiente, rescatando el uso de materiales locales, como es el caso de la caña guadua (*Guadua angustifolia*) y que combine al mismo tiempo sus servicios con las actividades que actualmente se realizan en la zona. Estas actividades incluyen agricultura de productos orgánicos y visita a los escenarios circundantes como parte de una oferta turística integral. Se prevé la combinación en cuanto a la

prestación de servicios con las actividades que actualmente se realizan en la zona, tales como agricultura de productos orgánicos y visita a los escenarios circundantes como parte de una oferta turística integral, así como la oportunidad de propiciar nuevos productos turísticos en los alrededores a la zona en estudio, para ampliar el radio de beneficio de la población local.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la región amazónica del Ecuador, en la parroquia de San Pablo de Ushpayacu, ubicada en el cantón Archidona, provincia de Napo (Figura 1). El área de estudio tiene un clima cálido húmedo a templado lluvioso, registra una temperatura promedio de 22 a 24°C. Registra precipitaciones que fluctúan entre los 4000 y 5000 milímetros. En cuanto a la ubicación geográfica, se resalta una latitud de  $-0,916667$  y longitud de  $-77,8$ . Con una altitud que va desde los 600 hasta los 1.240 m.s.n.m. Sus inmediaciones corresponden a un bosque muy húmedo pre montano-bmh PM. En cuanto al uso y cobertura del suelo al menos el 54,9% del total es bosque, mientras que el 41,1% corresponde a tierras agropecuarias, cuyos suelos presentan alta concentración de limos a franco limonium profundo, con un pH ácido de baja fertilidad. En menores cantidades se encuentran los suelos dedicados al uso como cuerpos de agua, vegetación arbustiva y arbórea y zonas antrópicas, cuya condición climática es interesante para los turistas locales y extranjeros. Limita al norte con las parroquias Cotundo y Hatún Sumaco; al sur con las parroquias Tena, Puerto Misahuallí y Ahuano; al este con las parroquias Puerto Misahuallí y Ahuano y al oeste con la parroquia Archidona [18].

En cuanto a la demografía, se precisa los datos que constan en el censo 2010, donde se resalta que la parroquia está habitada por 4.904 personas, de las cuales el 52,2% representa al género masculino y el 47,8% al femenino. mujeres. Esta localidad no dispone del servicio de agua potable, únicamente el 8,3% de los pobladores disponen del sistema de alcantarillado [17,18]. En lo que ha hidrografía se refiere, esta localidad dispone de un total de 28 fuentes de agua, de los cuales 14 se corresponden a ríos, 12 a riachuelos y únicamente 2 son vertientes [17,18]. En la zona se registran las siguientes formaciones geológicas: Formación Mishahuallí, Hollín, Napo y Tena. En las cuales al menos el 84,67% poseen como unidades geomorfológicas a las colinas. En lo que respecta a los recursos no renovables, en la zona de estudio se dispone de petróleo, yacimientos metálicos y no metálicos. La parroquia es parte del área de influencia del Parque Nacional Sumaco, Napo, Galeras, además de ser parte de la Reserva de Biósfera Sumaco, dentro de la cual se concentran especies representativas como el ceibo (*Ceiba pentandra*), balsa (*Ochroma pyramidale*), guarumo (*Cecropia sciadophylla*), pambil (*Iriartea deltoidea*), entre otras especies.



Figura 1. Mapa de ubicación de la parroquia de San Pablo de Ushpayacu, Napo.

## 2.2 Métodos

La investigación se basó en información y documentación disponible en fuentes académicas, primarias y secundarias. Se trata de un estudio con enfoque cualitativo y cuantitativo. Además de ser exploratorio, puesto que a través de este nivel de investigación se pudo indagar minuciosamente si resulta posible la implementación del servicio de alojamiento en la zona. Lo que marca la importancia de este estudio, que constituye un referente de consulta en el territorio, puesto que, de no existen estudios similares en la zona reportados hasta ahora.

Se emplearon métodos de investigación de campo, puesto que se recurrió a visitar la zona para aplicar entrevistas a las principales autoridades de la parroquia, además del análisis de datos de encuestas (con un margen de error del 5%) para obtener respuestas de la población a preguntas específicas. La metodología se basó en una investigación empírico-analista [19], se analizó a los visitantes que llegan a las ciudades de Tena y Archidona, que pernoctan en dichas ciudades. Además, fue necesario utilizar técnicas y herramientas de investigación científica para recopilar datos en la investigación de campo. Se hizo uso del enfoque cuantitativo, puesto que es un tipo de investigación descriptiva, que utilizan los investigadores para analizar los efectos de las motivaciones del consumidor, queriendo predecir el comportamiento del mismo; utilizando observación, experimentación y técnicas de encuesta [20].

Adicionalmente, para dimensionar el impacto ambiental potencial de la construcción de esta infraestructura, se utilizó una matriz de Leopold, misma que permite evaluar los causantes que de las cargas ambientales e identificar las de mayor impacto negativo, para así procurar minimizarlos o reducirlos mediante estrategias [21]. Cabe señalar que si bien se trata de un estudio de factibilidad, resulta necesario identificar los posibles impactos a generarse con la posible construcción. Esto se llevó a cabo con el fin de delinear las acciones en el orden preventivo y correctivo durante la etapa de implementación. Finalmente, se presenta el diseño técnico, administrativo y económico-financiero para determinar la factibilidad de implementación de la referida hostería.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Análisis de la perspectiva de la población local y la demanda potencial con relación a la implementación de una hostería ecológica.

Se aplicó una encuesta a la población local para determinar su perspectiva hacia la implementación de una hostería ecológica, obteniéndose los siguientes resultados: el público que participó en este proceso de recopilación de información al menos el 62,6% corresponde al género femenino y el 37,4% masculino, de los cuales el 79,1% corresponden al grupo etario comprendido entre 18 a 28 años de edad, siendo el 81,7% soltero/a, mientras que el 15,7% son casados/as y el 5,3% están divididos entre divorciados/as y viudos/as. Al consultar sobre aspectos específicos se determina lo siguiente:

1. El 81,5% de los encuestados considera que se debe contratar a gente local, para el proceso constructivo, así como para el manejo de este establecimiento de alojamiento, mientras que el 18,5% cree que se debe contratar a personal a nivel provincial, con el propósito de ampliar la cobertura de apoyo y beneficio a mayor población.
2. El 88,9% de los encuestados tienen interés en trabajar en una hostería ecológica, puesto que consideran que su implementación sería de gran ayuda a la localidad, no solo para la generación de recursos económicos, sino también para promover puestos de trabajo

y diversificación del producto turístico, propendiendo con ello al crecimiento económico en la parroquia, cantón y provincia.

3. A decir de los pobladores, la principal actividad económica de la localidad constituye la agricultura, siendo ésta la de mayor relevancia en la zona, al menos el 64,8% se dedica a ella, seguida por el turismo, con al menos el 35,2%, siendo el turismo de naturaleza y ecoturismo las modalidades de mayor relevancia en la zona.

Respecto a la demanda potencial, del total de 289 encuestados en los puntos estratégicos definidos en las ciudades de Tena y Archidona, en la provincia de Napo, por ser ciudades con mayor movimiento turístico y encontrarse cercanas a la zona de estudio, se determina lo siguiente:

1. La mayor parte de las personas encuestadas son provenientes de la provincia de Pichincha, con un 45,7%, seguido de los provenientes de la provincia de Pastaza, con un 33,8%, en menor proporción los pertenecientes a la provincia de Napo con un 12,1 % y menores cantidades población oriunda de las provincias de Imbabura, Tungurahua y Morona Santiago.
2. Los resultados indican que al menos el 36,7% de los encuestados viaja a diversos sitios cercanos (máximo 3 horas de desplazamiento), una vez cada tres meses, mientras que el 34,4% refirió que viaja únicamente una vez por año; en otros casos, el 21,7% respondieron que realizan viajes mensuales.
3. Otro aspecto evaluado, se enfocó en la experiencia previa, para lo cual, el 64,3% de los consultados respondieron no haber visitado una hostería ecológica con anterioridad; el restante 35,7% refirió que sí ha visitado hosterías ecológicas. de este último grupo, al menos el 62,3% manifiesta estar satisfecho con la atención brindada durante su estancia en una hostería ecológica; el 30,6% de la población indica que se debería mejorar la atención al cliente, requiriendo de este modo capacitación permanente para promover un servicio eficiente y eficaz.
4. El 28,1% de la población menciona que se debería mejorar la calidad de los servicios de conectividad para facilitar la comunicación de los visitantes; el 25% afirma que se debería realizar mejoramiento en construcción o infraestructura e instalaciones de la hostería.
5. El 46% de los encuestados manifiesta que canceló por concepto de servicios de alojamiento en un establecido entre \$20 a \$40 por su estadía de un día; mientras que el 23,8 % declara que pagaron por su estadía en una hostería entre \$10 a \$20 y el 19% afirma que pagaron por alojarse entre \$40 a \$60.
6. El 64,1% de los encuestados afirma que, si estarían dispuestos a visitar una hostería ecológica que está ubicada en la parroquia San Pablo de Ushpayacu, cantón Archidona, provincia de Napo y el 35,9 % aseguran que tal vez estarían dispuestos a visitar una hostería ecológica, que combine sus servicios de alojamiento con visitas a zonas de interés turístico.

7. Al consultar sobre actividades complementarias que preferirían realizar en el sitio indicaron que prefieren las vinculadas con el turismo de aventura (26,4%), el turismo de naturaleza (32,7%), el turismo cultural y comunitario (28,5%), y unos pocos el turismo de salud (12,4%);
8. Entre los sitios de mayor preferencia para la visita, los encuestados respondieron que muestran interés por la visita de cascadas (41,2%), seguido de los senderos turísticos (39,5%) y los miradores (19,3%).
9. En cuanto al valor que están dispuestos a cancelar, los encuestados refirieron que el 45,3% cancelaría entre 21 y 50 dólares por un día de estancia, el 38,5% dice que menos de 20 dólares, y el 16,2% menciona que entre 51 y 100 dólares.

Finalmente, el 70,9% de los encuestados refiere que elegiría hospedarse en una hostería ecológica en lugar de un hotel en cualquiera de sus viajes.

### 3.2 Análisis de impacto ambiental, factibilidad técnica

Se inició con el levantamiento de información previa en la zona de estudio, identificándose la sectorización por áreas cultivos de plantas medicinales, así como comestibles (cítricos, guanábana, guayusa, pitahaya, vainilla, cacao) y especies de aprovechamiento maderable como la balsa.

En cuanto a los atractivos de importancia turística que se encuentran aledaños se identificaron 3 de categoría natural: dos cascadas y el bosque tropical (Figura 2) mismos que constituirán parte integrante de los servicios a ofrecerse como parte de la hostería propuesta, la cual, a más de brindar el servicio de alojamiento, se prevé realizar recorridos.



**Figura 2.** Atractivos identificados en la zona de estudio

Para la identificación y determinación del impacto ambiental que el proceso de construcción e implementación de la hostería ecológica se utilizó la matriz de causa-efecto de Leopold, puesto que es necesario analizar y evaluar el territorio para tomar una decisión en cuanto a las posibles amenazas que la construcción genere de forma favorable o negativa en el ámbito ambiental y se puedan adoptar medidas que permita aprovechar sus aspectos positivos, o mitigar los aspectos negativos y evitar su degradación.

En la referida herramienta se consideraron los factores ambientales de importancia, así como también las actividades que causan impactos a los factores previamente identificados, dicha metodología se utiliza para la evaluación ex ante de proyectos de construcción

generalmente, que recoge 100 acciones que pueden ser relacionadas con 88 factores ambientales. En el eje horizontal se resaltan las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por las acciones o actividades turísticas que se realizan dentro de un espacio territorial; por lo tanto, se da una evaluación del impacto ambiental que es concebida como un instrumento de política ambiental, analítico y de alcance preventivo, que permite integrar al ambiente en un proyecto o una actividad determinada, como es el caso particular de la construcción de una hostería ecológica.

Una vez consignadas las valoraciones a los componentes: características físico-químicas, condiciones biológicas, servicios de infraestructura y factores culturales, con sus 23 sub factores, así como las acciones programadas a desarrollarse. Se obtuvo un total de ocho impactos negativos sobre: la calidad del suelo, calidad de agua, calidad del aire, los árboles-arbustos, hierba, flora endémica, aves y especies terrestres. Por otro lado, se evaluaron efectos de carácter positivo para el ambiente, respecto a la gestión de residuos orgánicos, por ejemplo, se prevé la puesta en marcha de proyectos relacionados a composteras y digestores tubulares, que permiten la recuperación de nutrientes en forma de abono para la zona en estudio (Tabla 1).



**RESEARCH ARTICLE**

Se plantea la implementación de servicios adicionales al alojamiento, como es el caso de alimentación completa y servicio de guianza. Dentro del estudio técnico se resalta la importancia de contar con la imagen corporativa (logo y refrán), así como la declaratoria de la misión, visión y valores institucionales. En el ámbito legal se precisa la importancia de cumplir con el marco normativo legal vigente ante el Servicio de Rentas Internas, Gobierno Autónomo Descentralizado cantonal de Archidona, Ministerio de Turismo, Ministerio de Salud y Ministerio de Gobierno.

El financiamiento del proyecto será por endeudamiento con la banca privada en el 100% del valor requerido (\$75.000), cuyo préstamo será a 5 años plazo, con una tasa de interés al mercado (9,76%), teniendo como Tasa Interna de Retorno (TIR) 78%, es decir la propuesta es viable de implementación.

A continuación, se muestran las fachadas de las cabañas, así como del restaurante propuesto (Figura 3 y 4).



**Figura 3.** Fachadas de cabañas, hostería ecológica



**Figura 4.** Fachada del restaurante

El objetivo del estudio fue evaluar la factibilidad de implementación de la propuesta de una hostería ecológica en la parroquia San Pablo de Ushpayacu, provincia de Napo. La cual a decir de los datos recopilados y contrastados es factible de construirse, ya que la población mostró interés en la misma, consideran que contribuirá con la mejora de la atención a los visitantes que llegan a esta zona, ayudando al desarrollo del turismo de naturaleza en la zona. Este hecho se enmarca a lo expuesto con los resultados de investigaciones similares [22], en donde se resalta la factibilidad de implementar una hostería ecológica que incentive el ecoturismo, lo que refleja una empatía con el ambiente. Las encuestas coinciden en una generación de empleo en la localidad, lo cual es un punto a favor para el desarrollo local.

Al igual que la propuesta desarrollada coinciden que la ejecución del proyecto posibilita la generación de fuentes de trabajo, con la condición de que las personas cuenten con experiencia en el área de atención al cliente, de servicios de hospedaje, además intervienen una serie de agentes indirectos como proveedores de materiales e insumos, contribuyendo de esta forma a disminuir el índice de desempleo [23].

La proyección de generación de impactos de hostería ecológica al momento de construir se evaluó mediante la matriz de Leopold y sirvió como una línea base para realizar la propuesta de los diseños de las instalaciones, que buscan en la mínima o nula generación de cargas ambientales, se encontró que los factores más afectados serían el suelo y el aire, resultados que coinciden los realizados en la provincia de Guayas [24]. Es decir, el factor ambiental más influyente es la construcción y la atención debe fijarse en esta etapa para tomar acciones de mitigación a tiempo, evitando en la medida de lo posible la generación de residuos de construcción.

#### 4. Conclusiones

En la parroquia San Pablo de Ushpayacu del cantón Archidona, provincia de Napo, no existe una hostería ecológica con características similares como la presente propuesta, por lo que resulta importante su implementación, como parte de un proyecto innovador, sobre todo porque se propone el uso de materiales disponibles en la zona y se combina con actividades complementarias que procuran el cuidado del ambiente, lo cual es un factor que permite un pronto y seguro posicionamiento en el mercado.

Además, otro componente fundamental fue el análisis financiero, que permitió encontrar la rentabilidad del proyecto, por lo que su construcción ayudaría a dinamizar la economía local. Los turistas que acudan a este establecimiento pueden combinar sus estancias con las visitas a los atractivos turísticos identificados en la zona. Otro de los motivos que indica la factibilidad del proyecto, son los resultados obtenidos de las encuestas, ya que los pobladores están interesados en que se impulsen este tipo de iniciativas que permite ampliar los beneficios a coste del turismo. Se aplicaron encuestas que permitieron encontrar una alta demanda insatisfecha en un segmento de la población joven, que estarían dispuestos a utilizar las instalaciones. De manera complementaria, se estimó el impacto ambiental que implicaría la construcción de las cabañas mediante la matriz de Leopold, en la cual se resaltan los posibles efectos sobre la calidad del suelo, agua y aire, así como cierta afectación potencial en la flora autóctona, aves y especies terrestres dentro del área de influencia. En contraste a ello, se identificaron aspectos positivos por la correcta gestión de residuos de la hostería, especialmente de la combinación de actividades relacionadas con el agroturismo, dada la presencia de productos tradicionales de la zona a ser aprovechados turísticamente.

Finalmente, una de las limitaciones que se presentó fue la falta de contacto con el sector de la producción; por ejemplo, los emprendimientos relacionados al procesamiento de la guayusa,

elaboración de artesanías, incluso la producción de elementos de interés comercial obtenidos a partir de las plantas medicinales. Esto abre la oportunidad de continuar nuevos trabajos de investigación como el uso potencial de compuestos bioquímicos a partir de una bioprospección bajo el marco de la ley; al igual que deja en evidencia la necesidad de implementar proyectos que fomenten la diversificación de ingresos económicos en base al procesamiento de materia prima y su comercialización como productos con valor agregado.

**Contribución de autores:** Idea (P.A.O.J.), Introducción (M.V.R.V.), Conceptualización (C.D.CH.O.), Metodología (M.V.R.V.), Recopilación de información de campo y redacción (P.A.O.J. y C.D.CH.O.), Revisión de estilo (M.V.R.V. y C.D.CH.O.).

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. UNWTO, Organización Mundial del Turismo: Tendencias de los mercados turísticos. Panorama mundial y actualidad del turismo. Madrid, España, versión español 2006.
2. Proaño-Lucero, G. E., López-Paredes, C. R., & Chérrez-Bahamonde, R. C.. La situación turística actual de Ecuador y su incidencia en la reactivación económica. Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables). ISSN: 2588-090X. Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP), 6. 1, 29-39. 2021
3. Becker, C. D., & Ghimire, K. Synergy between traditional ecological knowledge and conservation science supports forest preservation in Ecuador. Conservation ecology, 8. 1. 2003
4. Colectivo de autores. Plan de manejo: Paisaje Natural Protegido Topes de Collantes. Dirección de Protección al Medio Ambiente, Complejo de turismo "Topes de Collantes", Trinidad, Cuba, 2011.
5. Morillo, M.C., Turismo y producto turístico: Evolución, conceptos, componentes y clasificación. Visión Gerencial. 2011, 10, 1, 135-156.
6. Programa de Naciones Unidas-PNUD: Informe de políticas: La COVID-19 y la transformación del turismo, Madrid, 2020, disponible en [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/policy\\_brief\\_covid-19\\_and\\_transforming\\_tourism\\_spanish.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/policy_brief_covid-19_and_transforming_tourism_spanish.pdf)
7. Asociación Española de Expertos Científicos en Turismo: Turismo post covid-19, El turismo después de la pandemia global análisis, perspectivas y vías de recuperación, 2020. Disponible en <https://aecit.org/uploads/public/DOCUMENTO.covid-19%20y%20turismo.pdf>
8. Moreno, A., Sariego, I., y B. Reyes. La planificación y la gestión como herramientas de desarrollo de los destinos turísticos. Turydes: Turismo y Desarrollo, n. 2018, 25. Disponible en <https://www.eumed.net/rev/turydes/25/gestion-destinos.html>
9. Quiroa, M. Estudio de factibilidad. Economipedia.com. 2020. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>
10. Luna, R. y Cháves, D. Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos. 2001. Disponible en

- [https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS14/MGTSV-04/semana4/4Guia\\_Factibilidad\\_Proyectos\\_Ecoturisticos\\_CAPAS.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS14/MGTSV-04/semana4/4Guia_Factibilidad_Proyectos_Ecoturisticos_CAPAS.pdf)
11. Acerenza, M. Conceptualización, origen y evolución del turismo. Trillas, 2006. Disponible en <https://www.entornoturistico.com/wp-content/uploads/2017/11/Conceptualizaci%C3%B3n-origen-y-evoluci%C3%B3n-del-turismo-de-Miguel-Acerenza-PDF.pdf>
  12. Acchura, A. El turismo rural en territorios hortícolas: ¿una alternativa socio-productiva en Vista Alegre, Neuquén?. 2017. Tesis para la obtención del título en la Universidad Nacional del Comahue, Argentina.
  13. Zekioglu, B., Mozaffarian, H., Chang, L., Uang, C., y Noel, S. A charette process for designing an eco-lodge in al qula'an, red sea, Egypt Ashraf. 2007, 32. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/287372322\\_A\\_Charette\\_Process\\_for\\_Designing\\_a\\_n\\_Eco-lodge\\_in\\_Al\\_Qula'an\\_Red\\_Sea\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/287372322_A_Charette_Process_for_Designing_a_n_Eco-lodge_in_Al_Qula'an_Red_Sea_Egypt)
  14. Ordóñez, C. Estudio de factibilidad para la implementación de cabañas ecológicas en el sector El Tablón de la comunidad Releche, parroquia La Candelaria, cantón Penipe, provincia de Chimborazo. 2014. Tesis para la obtención del título en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
  15. Cevallos, J. Análisis de factibilidad para la implementación de una hostería ecológica en el recinto San Ramón del Armadillo en el cantón El Carmen provincia de Manabí. 2014. Tesis para la obtención del título en la Universidad de Guayaquil. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10315>
  16. Rendón, E. y Zhune, M. Estudio de factibilidad para la creación de la hostería recreativa Brisa Santa como alternativa para promover el desarrollo económico del cantón Nobol. 2015. Tesis para la obtención del título en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Disponible en <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/184>
  17. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Archidona "Territorio para el Buen Vivir." 2014. Disponible en [www.archidona.gob.ec](http://www.archidona.gob.ec)
  18. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Pablo. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural San Pablo. 2015. Disponible en <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-PARROQUIA-SAN-PABLO-DE-USHPAYACU-2015-2019.pdf>
  19. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. Metodología de la investigación, sexta edición. Editorial Mc Graw Hill. 2014. Disponible en Metodología de la investigación - Sexta Edición (uca.ac.cr)
  20. Ruiz, M. Políticas públicas en salud y su impacto en el seguro popular en Culiacán, Sinaloa, México. 2011. Tesis para la obtención del título en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Disponible en [http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/cualitativo\\_cuantitativo\\_mixto.html](http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/cualitativo_cuantitativo_mixto.html)
  21. Perevochtchikova, M. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y política pública, 2013, XXII, 2. 283-312. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf>
  22. Solórzano, L. y García, G. Análisis para la implementación de una hostería ecológica para contribuir al desarrollo ecoturístico en la ciudad de Milagro. 2015. Tesis para la obtención del título en la Universidad Estatal de Milagro. Disponible en <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/2652/1/AN%C3%81LISIS%20PARA>

%20LA%20IMPLEMEN

TACI%C3%93N%20DE%20UNA%20HOSTER%C3%8DA%20ECOL%C3%93GICA%20PARA  
%20CONTRIBUIR%20A%20L%20DESAR.pdf

23. Suárez, L. Estudio de factibilidad para la creación de una hostería ecológica, con servicios integrales de deportes acuáticos y SPA en el barrio el Aguarico, parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbios. 2011. Tesis para la obtención del título en la Universidad Técnica del Norte. Disponible en [https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTN\\_551907101e454ae29a2beef4bd48a1af](https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTN_551907101e454ae29a2beef4bd48a1af)
24. Díaz, V. Estudio de factibilidad para la creación de una hostería ecológica en el cantón Salitre, provincia de Guayas. 2014. Tesis para la obtención del título en la Universidad de Guayaquil. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7778?mode=full>

#### Reseña de los autores:



**Pedro Ariel Ordoñez-Jiménez** estudió su licenciatura en Turismo en la Universidad Estatal Amazónica, sede académica El Panguí, Zamora Chinchipe. Cuenta con experiencia en actividades vinculadas a atención al cliente, hotelería turística y fue ponente en la II Convención Científica Internacional UEA-2021



**Cristhian Chicaiza-Ortiz**, Ingeniero en Biotecnología Ambiental, Máster en Ingeniería Ambiental por Tianjin University, realiza sus estudios doctorales en Environmental Science and Engineering por Shanghai Jiao Tong University, China-UK Low Carbon College. Sus líneas de investigación son: Gestión Integral de Residuos, Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Análisis de Ciclos de Vida y Desarrollo Sustentable. Es docente de la Universidad Regional Amazónica Ikiam y miembro del Biomass to Resources Group..



**María Victoria Reyes-Vargas**, profesional en el área de turismo por más de 22 años de experiencia en el sector público y privado, de los cuales 19 años han sido vinculados a la docencia e investigación en niveles de pregrado y posgrado en varias instituciones de educación superior del país. Es Docente titular de la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad Estatal Amazónica y actual Rectora de la Universidad Regional Amazónica Ikiam



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

# Análisis no lineal de estructuras regulares de acero con pórticos especiales resistentes a momento utilizando OpenSees y Ceinci-Lab

Gregorio J. Maza Diaz  David P. Guerrero Cuasapaz  

Universidad Politécnica Salesiana, Departamento de Ingeniería Civil – Quito, Ecuador.

 Correspondencia: [dguerrero@ups.edu.ec](mailto:dguerrero@ups.edu.ec)  + 593 99 576 1929

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51013>

**Resumen:** El análisis no lineal constituye una parte fundamental dentro del diseño estructural, debido al comportamiento que las estructuras tendrán más allá del rango elástico. En la presente investigación se realizó el análisis de nueve edificaciones tridimensionales de acero, comprendidas entre cuatro y doce niveles, con pórticos especiales resistentes a momento SMF con conexiones RBS, se ejecutó el análisis y diseño para las estructuras tridimensionales en un software estructural. Posteriormente, se realizó el análisis estático no lineal para los pórticos SMF, utilizando el software OpenSees y las rutinas de CEINCI-LAB programadas en Matlab, estas proveen al investigador un enfoque alternativo a los paquetes computacionales comerciales. Se obtuvieron las curvas de capacidad, y se evidenció que todos los pórticos colapsaron en un promedio de 4.05 % de relación de desplazamiento de techo respecto a la altura total del edificio ( $D_t/H_T$ ). Por otro lado, se obtuvo el punto de desempeño por el método del espectro de capacidad y se evaluó el desempeño estructural. Adicionalmente, se comprobó la versatilidad del programa OpenSees al momento de converger, el tiempo computacional es considerablemente menor que los paquetes computacionales comerciales, permitiendo con mayor facilidad el cambio de modelos matemáticos, materiales, condiciones del modelo y solicitud de resultados adicionales, si así requiere el usuario.

**Palabras claves:** Ceinci-Lab, OpenSees, pórticos resistentes a momento, Pushover.

## Non-linear analysis of regular steel structures with special moment-resistant frames using OpenSees and Ceinci-Lab

**Abstract:** Nonlinear analysis is a fundamental part of structural design, due to the behavior that structures will have beyond the elastic range. In the present research, the analysis of nine



**Cita:** Maza Diaz, G. J., & Guerrero Cuasapaz, D. P. (2022). Análisis no lineal de estructuras regulares de acero con pórticos especiales resistentes a momento utilizando OpenSees y Ceinci-Lab. Green World Journal, 5(01), 013.

<https://doi.org/10.53313/gwj51013>

**Received:** 03/February/2022

**Accepted:** 14/March/2022

**Published:** 16/March/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

three-dimensional steel buildings, between four and twelve levels, with special moment frames SMF with RBS connections, was carried out, the analysis and design for the three-dimensional structures was carried out in a structural software. Subsequently, the nonlinear static analysis was performed for the SMF frames, using the OpenSees software and the CEINCI-LAB routines programmed in Matlab, these provide the researcher with an alternative approach to commercial computational packages. The capacity curves were obtained, and it was shown that all the frames collapsed in an average of 4.05% roof displacement ratio with respect to the total height of the building ( $D_t/HT$ ). On the other hand, the performance point was obtained by the capacity spectrum method and the structural performance was evaluated. Additionally, the versatility of the OpenSees program was verified at the time of convergence, the computational time is considerably less than commercial computational packages, allowing more easily the change of mathematical models, materials, model conditions and request of additional results, if required. the user.

**Keywords:** Ceinci-Lab, OpenSees, moment resistant frames, Pushover.

## 1. Introducción

El acero estructural se ha convertido en uno de los materiales más utilizados en el área de la construcción, debido a su buen comportamiento en zonas de alta actividad sísmica, permitiendo conformar pórticos gravitacionales y resistentes a momento, la combinación de estos dos tipos de pórticos permite obtener estructuras económicamente viables y seguras. La forma de disipar energía es permitiendo que fluya el material, en el caso de pórticos resistentes a momento es a través de sus conexiones precalificadas RBS (Reduced Beam Section), las cuales deben cumplir con una serie de requisitos manteniendo la filosofía típica de diseño de columna fuerte-viga débil que se puede encontrar en el AISC 358-16 [1].

Para realizar el análisis estructural de una edificación existen varios métodos, el más básico y utilizado es el análisis estático lineal (AEL), el cual permite generar resultados de una forma sencilla y rápida en base al comportamiento lineal del material.

Uno de los métodos que considera condiciones inelásticas, es el análisis estático no lineal (AENL) o Pushover, permitiendo saber el comportamiento que tendrá la estructura una vez superado el momento de fluencia, debido a cargas laterales que simulan las fuerzas sísmicas. La inclusión de la no linealidad permite simular de mejor manera lo que sucede en la realidad, actualmente se permite que las estructuras trabajen en el rango inelástico, disminuyendo el tamaño de las estructuras y el costo de las mismas, por lo tanto, es indispensable que los modelos tengan la capacidad de simular la respuesta no lineal del sistema, logrando así predecir con mayor detalle su comportamiento [2]. Este AENL está orientado a estructuras regulares donde su respuesta sísmica está dada por los primeros modos de vibración [3].

En esta investigación se planteó y diseñó un conjunto de modelos de edificaciones regulares de acero estructural, para realizar el análisis estático no lineal se utilizó los paquetes computacionales de OpenSees y CEINCI-LAB, obteniendo la curva de capacidad o Pushover y en base a esta gráfica se determinó el punto de desempeño a través del método del espectro de capacidad, permitiendo realizar la evaluación del desempeño, siguiendo los lineamientos de la metodología FEMA 356 y ATC 40.

OpenSees es un paquete computacional muy utilizado, pero complejo debido a su lenguaje de programación y la falta de una interfaz gráfica [4], los comandos del programa mencionado se encuentran en el manual del mismo [5], por lo que se planteó utilizar CEINCI-LAB, para facilitar el ingreso de datos de la estructura y la transformación automática al lenguaje TCL, que utiliza OpenSees para el análisis [6], este paquete computacional es de código abierto muy versátil y confiable [7], en especial para realizar análisis no lineales estáticos y dinámicos [8], anteriormente se han realizado comparaciones con el software comercial MSC Marc, SAP2000, Perform-3D y ANSYS, mostrando que en términos generales son coincidentes [9], argumentos que sustentan el uso de una de las plataformas más utilizadas en la investigación de ingeniería estructural.

## 2. Materiales y métodos

En este párrafo se describe de forma breve lo realizado en esta investigación, siguiendo las técnicas y métodos presentados en este apartado; se analizaron y diseñaron edificaciones tridimensionales de acero en software estructural. Posterior a ello se realizó el análisis estático no lineal de los pórticos especiales resistentes a momento SMF utilizando las herramientas computacionales de código abierto OpenSees y Ceinci-Lab, dando al investigador un enfoque alternativo a los paquetes computacionales comerciales. Se encontró la curva de capacidad y con estos resultados se evaluó el nivel de desempeño estructural de las edificaciones.

Para responder a los objetivos planteados, el material utilizado en las edificaciones fue el acero estructural, destinado para oficinas, cimentadas en la ciudad de Quito en un suelo tipo "D", con un factor de reducción de resistencia sísmica  $R$  igual a 8, establecido en la clasificación de la NEC-SE-DS-2015 [10] y ASCE 7-16 [11]. Las propiedades de los materiales utilizados para el análisis y diseño de los modelos de las edificaciones se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Materiales del sistema aporticado de acero.

Material	Valor
$f_c$ (losa)	210 [kg/cm <sup>2</sup> ]
$F_y$ (deck)	2600 [kg/cm <sup>2</sup> ]
$F_y$ (ASTM 572 Gr.50)	35153.48 [T/m <sup>2</sup> ]
$F_u$ (ASTM 572 Gr.50)	45699.52 [T/m <sup>2</sup> ]
$E$ (acero)	21000000 [T/m <sup>2</sup> ]
$\gamma$ (hormigón)	2400 [kg/m <sup>3</sup> ]
$\gamma$ (acero)	7849 [kg/m <sup>3</sup> ]

### 2.1 Características de los modelos

Se plateó nueve modelos de edificaciones tridimensionales con una geometría regular, en planta constaron de una longitud total en el eje "x" 32.0 m e "y" 30.50 m, las características adicionales se presentan en la tabla 2. Los pórticos internos se consideraron a gravedad y en el perímetro pórticos resistentes a momento (SMF) [12], ambos con secciones tipo I, como se muestra en la figura 1.

**Tabla 2.** Descripción de los modelos analizados.

Descripción	Valor	Unidad
Número de vanos	5	u
Luz de vanos	Variable (5.50–7.00)	m
Número de pisos	variable (4–12)	nivel
Altura de entrepiso	3,3	m

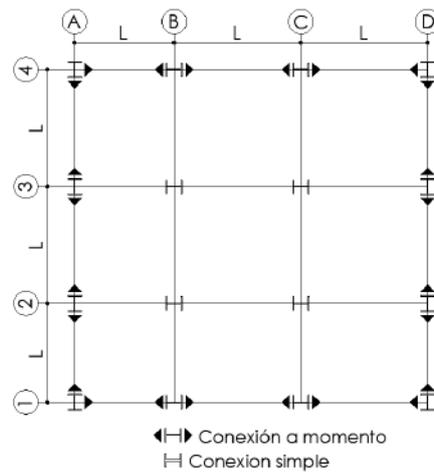


Figura 1. Planta genérica de edificio con pórticos de acero estructural.

### 2.1.1 Pórticos especiales resistentes a momento (SMF). Elementos estructurales (vigas y columnas)

Se seleccionaron este tipo de pórticos especiales resistentes a momento (SMF) en el perímetro, porque son los adecuados para la zona de alta actividad sísmica considerada, estos pórticos proporcionaron una gran capacidad de deformación inelástica a través de la deformación por flexión en las rótulas de las vigas [13], y un rendimiento limitado de las zonas de panel, aunque también fue posible la fluencia en las columnas, por tales motivos, se diseñaron columnas más fuertes que las vigas, adicionalmente se recomienda diseñar conexiones de vigas a columnas, incluidas zonas de panel y placas de continuidad [14]. Todos los elementos son laminados en caliente [11]; se utilizó un acero de mayores propiedades mecánicas del ASTM A36 que es lo correcto para este tipo de sistemas estructurales según la AISC 358 [1], por lo tanto se eligió un acero ASTM A572, las características adicionales de este material se encuentran en la tabla 1, presentada anteriormente.

*Vigas con conexiones RBS.* Las vigas que conformaron los pórticos SMF, contaron con conexiones precalificadas RBS para ello se utilizó el procedimiento de diseño establecido en ANSI/AISC 358-16, el objetivo de utilizar estas conexiones es porque fueron los elementos fusibles, es decir, en esta conexión se formó la rótula plástica y de esa forma disipó energía, cuando el elemento superó el momento de fluencia. A continuación, se presentan los límites de los valores de las dimensiones geométricas de la conexión RBS, presentados en la normativa mencionada en este apartado, y en la figura 2 la distribución de la geometría, con la ubicación de cada uno de los parámetros;  $b_{bf}$  es el ancho del ala de la viga y  $d$  la altura de la misma [1].

$$0.5 \cdot b_{bf} \leq a \leq b_{bf} \quad (1)$$

$$0.65 \cdot d \leq b \leq 0.85 \cdot d \quad (2)$$

$$0.1 \cdot b_{bf} \leq c \leq 0.25b_{bf} \quad (3)$$

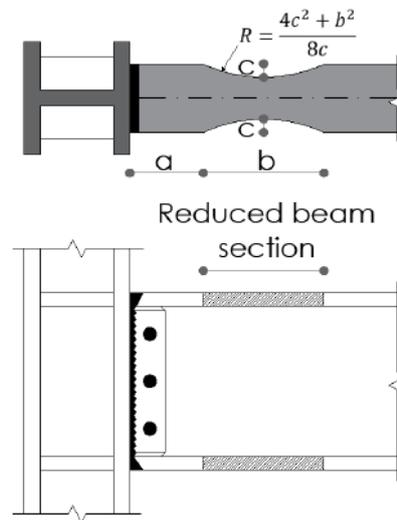


Figura 2. Conexión de sección de viga reducida [1].

### 2.2 Análisis estático lineal

Este método simula que la estructura trabaja en el rango lineal, para ello primero se realizó una evaluación de las cargas muertas y vivas que van a interactuar de acuerdo con el uso, para posterior a ello realizar un prediseño de los elementos estructurales como vigas y columnas, utilizando el método más conocido en el diseño de estructuras de acero, LRFD.

En el paquete estructural se realizó la modelación de las estructuras tridimensionales, se definieron materiales, secciones, casos de carga, dibujo del modelo, asignación de cargas, restricciones, asignación del espectro de diseño, diafragmas rígidos horizontales y por último el análisis y diseño el cual se pudo ir optimizando, por medio de prueba y error, hasta obtener secciones definitivas, tomando en cuenta los controles indicados en la normativa NEC-SE-DS, 2015 [10], tales como: periodos, derivas, porcentaje mínimo de masa participativa, etc.

### 2.3 Análisis estático no lineal o Pushover

El método del análisis estático no lineal conocido como Pushover fue uno de los análisis más importantes, porque permitió conocer el probable desempeño sísmico de la estructura, mediante la obtención de la curva de capacidad que relacionó el cortante basal con el desplazamiento lateral en el techo de la edificación, inicialmente la curva tiene una parte elástica y luego empieza a caer debido a que las fuerzas no son directamente proporcionales a las deformaciones [15]; se obtuvo por medio de los programas computacionales utilizados para el análisis no lineal y que se describen más adelante, donde se aplicaron cargas laterales al pórtico hasta llevarlo a un desplazamiento objetivo o alcance el colapso, en la figura 3, de manera gráfica se muestra el proceso que atravesó la estructura.

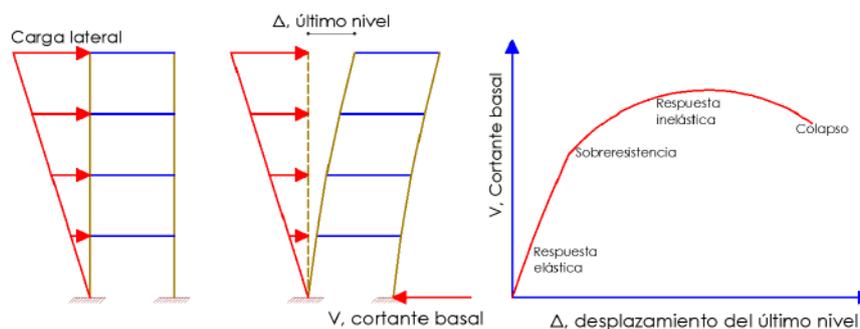


Figura 3. Secuencia de análisis Pushover [3].

En los programas mencionados se resolvió el cálculo por el método de los desplazamientos, para determinada rigidez de la estructura se consideró constante en un ciclo de carga determinado; para otro ciclo de carga y de acuerdo a los desplazamientos que se tuvo en la estructura, se modificó la matriz de rigidez y se volvió a resolver estáticamente hasta que la estructura sea estable ante cargas laterales [3], para realizar este cálculo se siguió el procedimiento que indica el documento del ASCE 41-17 [16].

Para realizar el análisis estático no lineal de las edificaciones tridimensionales, se extrajeron los pórticos especiales resistentes a momento (SMF) en la dirección X e Y, cada uno con sus respectivas cargas actuantes, por lo tanto, se obtuvieron 2 pórticos planos por cada edificación, dando el resultado de 18 pórticos sometidos a este análisis, cumpliendo los lineamientos de la metodología FEMA P695 [17], la cual recomienda que la carga factorizada (W) a utilizar se calcula mediante la ecuación 4, que toma en cuenta la carga muerta (D) y la carga viva (L).

$$W = 1.05D + 0.25L \quad (4)$$

### 2.3.1. Constitutivas que utilizó OpenSees

Para realizar el análisis no lineal en OpenSees con la interacción de CEINCI-LAB, se encontraron asignados modelos matemáticos, que simularon el comportamiento no lineal y lineal de los elementos estructurales, para modelar las rótulas plásticas en las vigas se empleó modelos con zona de plasticidad concentrada y bilineal, por ello se generó un modelo con la ubicación de estas zonas, como se muestra en la figura 4.

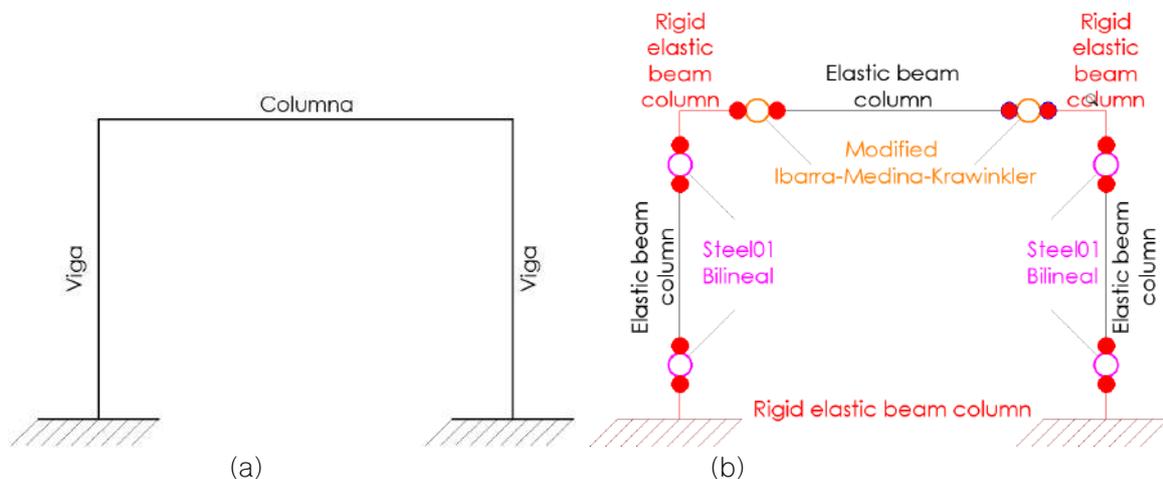
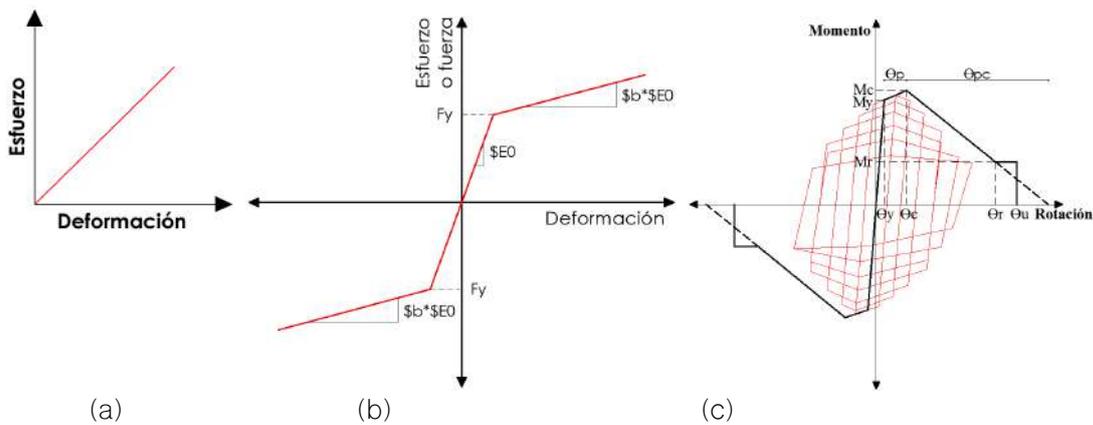


Figura 4. a) Modelo generado en CEINCI-LAB; b) Modelo con zonas de plasticidad concentrada y elementos elásticos para el análisis Pushover no lineal en OpenSees [6].

En el esquema mostrado anteriormente se tiene cuatro modelos en el elemento viga y/o columna, como son: elemento rígido, zona de daño o de plasticidad concentrada para columnas, zona de daño para viga, elemento elástico.

OpenSees utilizó los siguientes modelos: *Elastic beam column* para los tramos intermedios de vigas y columnas (ver figura 5-a), *Steel01* (ver figura 5-b) y *Ibarra-Medina-Krawinkler* (ver figura 5-c) para zonas de plasticidad concentrada o daño en columnas y vigas, respectivamente, el último despreció el efecto cíclico en el diagrama momento-rotación, porque que se ejecutó un análisis Pushover, es decir se aprovechó únicamente la parte del primer cuadrante [6].



**Figura 5.** Constitutivas; a) modelo de elemento elástico; b) *Steel01 Material*, comportamiento histerético del modelo elastoplástico, para articulaciones en columnas; c) modelo modificado de deterioro de *Ibarra Medina y Krawinkler (IMK)*, para articulaciones en vigas [7].

### 2.3.2. Metodología utilizada en CEINCI-LAB y OpenSees

Se presenta la metodología que se llevó a cabo para realizar el análisis estático no lineal, donde se utilizó las herramientas computacionales de código abierto OpenSees y CEINCI-LAB, los cuales se descargaron de las páginas web a la que pertenecen cada uno de ellos.

OpenSees está orientado a simular la respuesta sísmica de sistemas estructurales y geotécnicos, permitiendo desarrollar análisis no lineales estáticos y dinámicos.

CEINCI-LAB es un programa que contiene un conjunto de funciones y rutinas programadas en Matlab, el cual permitió la transformación automática al lenguaje de programación TCL que utilizó OpenSees para realizar los análisis, adicional brindó la posibilidad de visualizar la gráfica del modelo del pórtico, junto con los resultados característicos de la curva de capacidad.

Obtenidas las secciones de los pórticos SMF se procedió a realizar la interacción con CEINCI-LAB; se descargaron las rutinas en formato de archivo con extensión .mlx. El archivo *EJPO\_V2\_BCG\_OPENSEES* se abrió en Matlab, se ingresaron las propiedades de los elementos estructurales, los datos geométricos del pórtico, siendo, la separación de vanos (sv) y la separación de piso o entrepiso (sp), la aceleración de la gravedad, la carga lineal en las vigas con signo negativo por estar en sentido de la aceleración de la gravedad, uso de conexión que para esta investigación es RBS, la relación de desplazamiento de techo respecto a la altura total del edificio ( $D_t/H_t$ ) de 5 %, que es el valor para pórticos resistentes a momento (SMF), de acuerdo al FEMA, este parámetro en las rutinas se encontró definido como deriva global, la distribución de fuerzas (*Dis\_Fuerzas\_Laterales*) se tomó en función del primer modo de vibración.

Luego se ingresaron las propiedades de los materiales como son el módulo de elasticidad (E), esfuerzo de fluencia ( $F_y$ ), esfuerzo último ( $F_u$ ) los datos geométricos de las secciones de los perfiles estructurales armados tipo I, que conforman el pórtico como son: altura total (d), espesor de alma ( $t_w$ ), ancho del patín ( $b_f$ ), y espesor del patín ( $t_f$ ), esto se realizó a través de la función *Sec\_VG\_COL*. Por último, se asignó la ubicación de las secciones de cada uno de los elementos estructurales (*Elem\_Sec\_VG\_COL*), en coordenadas X e Y.

Concluido el proceso de ingreso de datos del pórtico se ejecutó (Run) CEINCI-LAB en Matlab. En el programa de ingreso de datos existe una función *Pushover\_OpenSees()*, al ejecutarse genera un archivo con extensión TCL, cuyo nombre es *Estructura\_Pushover.tcl* [6]. En la figura 6 se evidencia el funcionamiento de esta función.

El archivo *Estructura\_Pushover.tcl* que se generó en la carpeta donde se almacenó el programa en Matlab, fue ejecutado posteriormente por OpenSees, generando los cálculos necesarios para el Pushover, esto se realizó a través del comando *!OpenSees.exe Pushover\_Estructura.tcl*. Por último,

cuando se ejecutó OpenSees desde Matlab, se generaron los cálculos del Pushover, apareciendo una simulación visual emergente del empuje que se realizó en OpenSees [3], como se muestra en la figura 7, de un pórtico de cinco niveles.



Figura 6. Acoplamiento de CEINCI-LAB a través de la función *Pushover\_OpenSees()* para la transformación al lenguaje TCL [18].

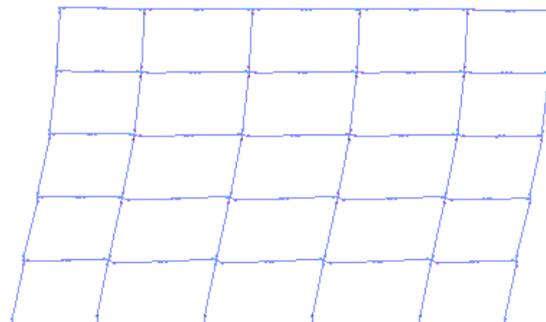


Figura 7. Simulación del análisis Pushover en OpenSees [18].

Para realizar el análisis, es fundamental que dentro de la carpeta se encuentren todos los programas, incluido los de materiales y tipo de elementos, todos en extensión (.tcl) como se muestra en la figura 8 [3].

- tcl DisplayModel2D
- tcl DisplayPlane
- tcl elemconn
- OpenSees
- tcl printnode
- tcl Pushover\_Estructura
- tcl rotLeaningCol
- tcl RotSpring2DModIKModel
- tcl RotSpringSteel01
- tcl RotSpringSteel02

Figura 8. Programas fundamentales para ejecutar el análisis en OpenSees [18].

Con los recorders (impresión de resultados) que se hallaron definidos en CEINCI-LAB, OpenSees generó los resultados del análisis en una carpeta *Concentrated-Pushover-Output*, dentro de la cual se encontraron siete archivos con extensión .out, estos contienen información del desplazamiento en el último nivel del pórtico y cortante en la base, que es la reacción en cada una de las columnas.

Para graficar la curva Pushover generada por CEINCI-LAB al finalizar el análisis, se ejecutó por medio de la función *Graficar\_Pushover2.m*, tomando en cuenta los resultados de la carpeta mencionada en el apartado anterior.

Esta curva de capacidad permitió determinar el esfuerzo de fluencia, esfuerzo máximo y esfuerzo último de la estructura, cada uno de estos con su respectivo desplazamiento.

En la figura 9, se muestra una curva de capacidad idealizada, los análisis fueron realizados hasta un desplazamiento de techo con respecto a la altura total del edificio, establecido anteriormente, o hasta que la estructura colapsó, es decir cuando se ha perdido el 20 % de la capacidad del cortante basal ( $0.8V_{\max}$ ), asumiendo que a partir de ese punto la estructura ha colapsado, de acuerdo al FEMA 356 [19]. OpenSees calculó el desplazamiento efectivo en base a la ecuación 5.

$$\delta_{yeff} = \Gamma_1 * \frac{V_{\max}}{W} * \left( \frac{g}{4 * \pi^2} \right) * T_1^2 \quad (5)$$

Dónde,  $\Gamma_1$ : factor de participación modal del primer modo de vibración;  $T_1$ : periodo fundamental de vibración de la estructura;  $V_{\max}$ : cortante máximo del análisis Pushover;  $W$ : carga reactiva total del sismo.

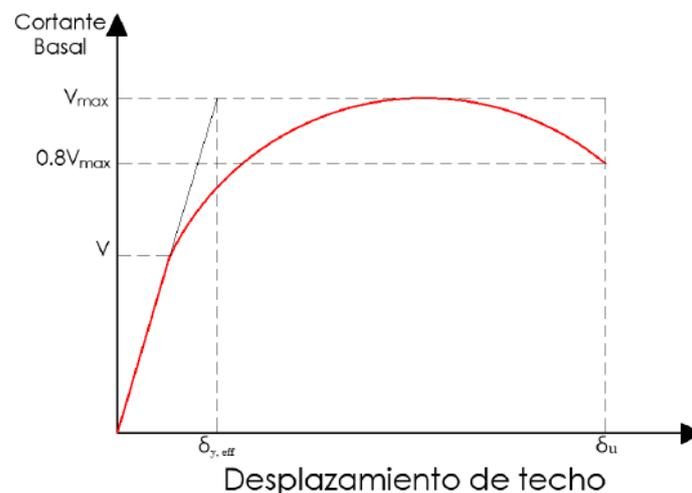


Figura 9. Curva Pushover idealizada [19].

#### 2.4 Evaluación del desempeño de las estructuras

Esta evaluación se puede realizar en base a un análisis dinámico no lineal, pero para efectos prácticos resulta muy complejo y en ocasiones impracticable [20]. Por lo tanto, han surgido los métodos de análisis estático no lineal, porque permiten tener una idea clara y comprensible de cómo trabajan las estructuras cuando están sometidas a movimientos sísmicos y sobrepasan la capacidad elástica de los elementos [21].

En esta investigación se evaluó el desempeño de las estructuras a través del análisis estático no lineal, es decir, una vez que se ha obtenido la curva de capacidad y definido el desplazamiento de demanda, se verificó que los componentes estructurales no estén dañados más allá de los límites aceptables del desempeño objetivo, correspondiente para cada uno de los pórticos [21].

#### 2.4.1. Método del espectro de capacidad para obtener el punto de desempeño.

Es uno de los métodos más utilizados para obtener el punto de desempeño de estructuras [22], a través de un procedimiento gráfico, se comparó el espectro de capacidad, con el espectro de demanda [23], cuando la intersección de estos se ubica en el rango lineal de la capacidad, se definirá como el punto de desempeño de la estructura; sin embargo, no siempre es así, ya que existen análisis donde incluyen algún comportamiento inelástico o no lineal, para lo cual se resuelve por el método que se está abordando, a través de iteraciones, hasta encontrar el punto de desempeño [24]. En las metodologías ATC – 40 y en el FEMA – 440 se encontró este procedimiento, a continuación, se describe de manera breve:

1. Obtener la curva de capacidad de la estructura.
2. Transformar la curva de capacidad a formato ADRS o coordenadas espectrales ( $S_a$  y  $S_d$ ), utilizando factores dinámicos de la estructura: el factor de participación modal  $PF_R$  y el coeficiente de masa modal efectiva  $\alpha_R$ , entre otros, se obtienen a través de las siguientes ecuaciones [22].

$$PF_R = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \phi_i}{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{iR}^2} \quad (6)$$

$$\alpha_R = \frac{[\sum_{i=1}^N m_i \phi_i]^2}{\sum_{i=1}^N m_i \sum_{i=1}^N m_i \phi_{iR}^2} \quad (7)$$

$$S_d = \frac{Dt}{PF_R} \quad (8)$$

$$S_a = \frac{Q_{basal}}{\alpha_R M} \quad (9)$$

$$M = \sum_{i=1}^N m_i \quad (10)$$

3. Transformar la curva de capacidad a una curva de capacidad bilineal, para obtener una representación idealizada, se definió un punto de fluencia A de coordenadas  $a_y - d_y$  y un punto de desempeño supuesto B de coordenadas  $a_{pi} - d_{pi}$ , representados en la gráfica 10-a. El error entre el área de la curva bilineal y la curva original debe ser menor al 5 % [22].
4. Hallar los parámetros lineales efectivos; el periodo efectivo  $T_{eff}$  y amortiguamiento efectivo  $\beta_{eff}$ , se presenta las ecuaciones para un rango de ductilidad entre 1 a 4 ( $1 < \mu < 4$ ) [22].

$$\beta_{eff} = 4.9(\mu - 1)^2 - 1.1(\mu - 1)^3 + \beta_o \quad (11)$$

$$T_{eff} = [0.2(\mu - 1)^2 - 0.038(\mu - 1)^3 + 1]T_o \quad (12)$$

5. Obtener el factor de reducción  $B(\beta_{eff})$  de la curva de demanda ADRS ( $\beta_o$ ) según la figura 10-b. Este factor reduce coordenadas de aceleración espectral, reduciendo la aceleración espectral inicial  $(S_a)_o$  a una aceleración espectral efectiva  $(S_a)_\beta$ , en función del amortiguamiento efectivo  $\beta_{eff}$ , obteniendo la curva de demanda reducida ADRS ( $\beta_{eff}$ ) [22].

$$(S_a)_\beta = \frac{(S_a)_o}{B(\beta_{eff})} \quad (13)$$

$$B(\beta_{eff}) = \frac{4}{5.6 - \ln(\beta_{eff})} \quad (14)$$

- Determinar el factor de modificación  $M$ , relaciona el periodo secante  $T_{sec}$  y el periodo efectivo  $T_{eff}$  modificando la curva de demanda reducida ADRS ( $\beta_{eff}$ ), como se muestra en la figura 10-b. Transforma coordenadas de aceleración espectral  $a_{eff}$  en aceleración máxima  $a_{max}$ , obteniendo la curva de demanda modificada MADRS ( $\beta_{eff}, M$ ). La rigidez post-elástica es  $\alpha$  y la ductilidad es  $\mu$  [22].

$$M = \frac{a_{max}}{a_{eff}} \Rightarrow a_{max} = a_{eff} M \tag{15}$$

$$M = \left[ \frac{T_{eff}}{T_{sec}} \right] = \left[ \frac{T_{eff}}{T_o} \right]^2 \left[ \frac{T_o}{T_{sec}} \right]^2 \tag{16}$$

$$\left[ \frac{T_o}{T_{sec}} \right]^2 = \frac{1 + \alpha(\mu - 1)}{\mu} \tag{17}$$

$$\alpha = \frac{\left( \frac{a_{pi} - a_y}{d_{pi} - d_y} \right)}{\left( \frac{a_y}{d_y} \right)} \tag{18}$$

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} \tag{19}$$

- Determinar el punto de desempeño de la intersección de la curva de capacidad bilineal y la curva de demanda modificada MADRS ( $\beta_{eff}, M$ ) [22].
- Transformar punto de desempeño de valores espectrales ( $S_a, S_d$ ), a valores de desplazamiento de techo  $Dt$  y corte basal  $Q_{basal}$ , utilizando los factores dinámicos de la estructura calculados anteriormente [22].

$$Q_{basal} = S_a \alpha_R M \tag{20}$$

$$M = \sum_{i=1}^N m_i \tag{21}$$

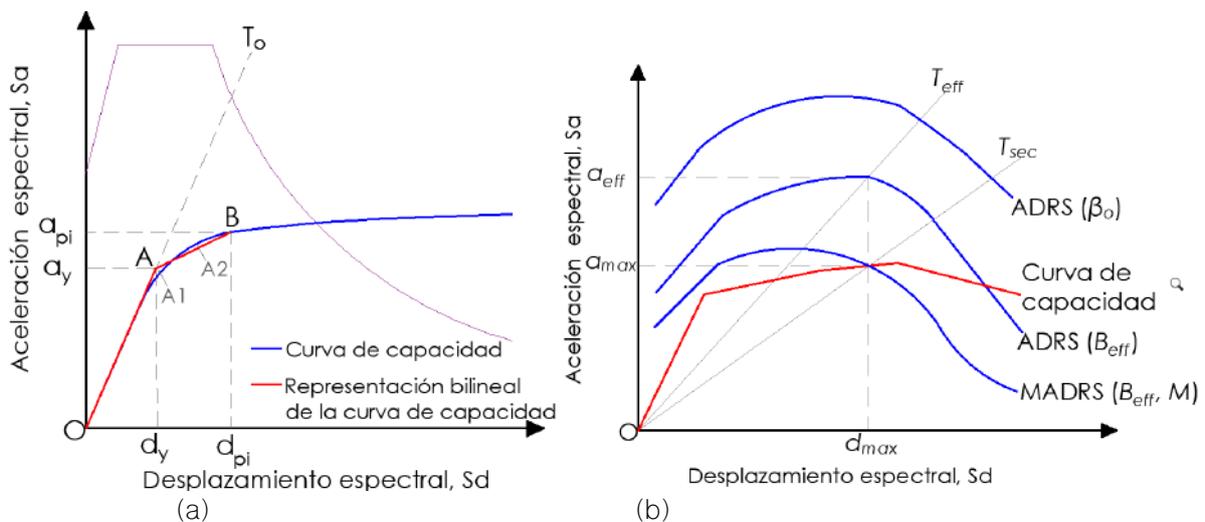


Figura 10. a) Representación bilineal de la curva de capacidad; b) Espectro modificado de respuesta (MADRS) para obtener el punto de desempeño con el periodo secante,  $T_{sec}$  [23].

### 2.4.2. Niveles de desempeño

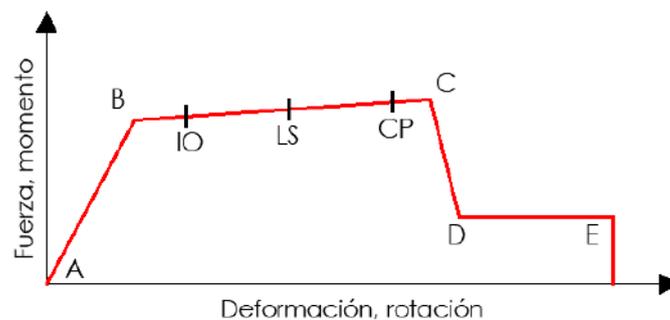
Los niveles de desempeño para las estructuras corresponden a una combinación de los niveles utilizados para los elementos estructurales. En la tabla 3, se muestra un resumen de los niveles de desempeño según el ATC-40 [24].

**Tabla 3.** Niveles de desempeño de las estructuras (ATC-40) [24].

Niveles de desempeño no estructural	Niveles de desempeño estructural		
	Ocupación Inmediata	Seguridad	Estabilidad estructural
Ocupación inmediata	1-B Operación inmediata	3-B	NR
Seguridad	1-C	3-C Seguridad de vida	5-C
No considerado	NR	3-E	5-E Estabilidad estructural

En esta investigación se utilizó la relación momento–rotación para definir los niveles de desempeño, debido a que es uno de los parámetros más utilizados para evaluar el desempeño de elementos estructurales diseñados para que fallen por flexión; en OpenSees las rotaciones de cada elemento se obtuvieron a través del comando *recorder Node -file \$dataDir/Rotacion.out -node -dof 3 disp 1 -dof 3 disp* y el momento *recorder Element -file \$Dir/Momento.out -ele -section 1 force* [25].

En la figura 11 se observa los 5 puntos importantes del diagrama momento–rotación: A, B, C, D y E, fueron utilizados para determinar el comportamiento a flexión de articulaciones. En la presente investigación se tomó como referencia tres puntos para analizar en el rango no lineal: IO (Ocupación Inmediata), LS (Seguridad de Vida) y CP (Prevención de colapso). Si la respuesta se encuentra entre B y IO, la estructura puede ser ocupada de manera inmediata luego de haberse producido el movimiento sísmico. En el documento FEMA-356 [19] y el ASCE/SEI 41-17 [16] en tablas se presentan los criterios de aceptación acorde a los objetivos de desempeño (IO, LS y CP), los cuales están en función de la rotación de fluencia ( $\Theta_y$ ).



**Figura 11.** Gráfica fuerza vs deformación [19].

### 3. Resultados y Discusión

Los nueve modelos de edificaciones costaron de una geometría en planta, constante, como se muestra en la figura 12, la elevación fue variable entre cuatro y doce niveles. Las viguetas estuvieron distribuidas entre 1.83 m y 2.16 m para los ejes cortos y largos respectivamente.

El análisis de cargas utilizado para los modelos tridimensionales y el peso propio de los elementos estructurales, se presentan en la tabla 4 y 5, respectivamente.

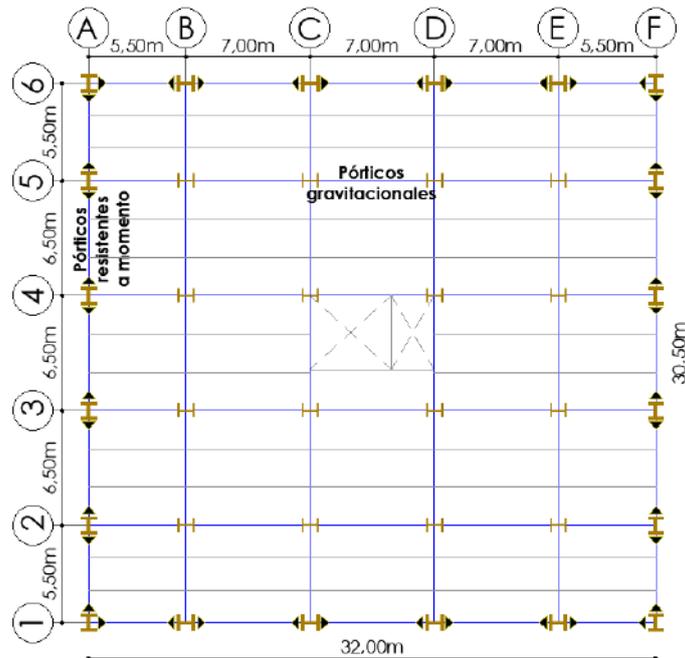


Figura 12. Planta, modelo de edificación.

Tabla 4. Cargas actuantes [kg/m<sup>2</sup>].

Descripción	Entrepiso	Cubierta	Grada
P.P. Masillado	40	40	-
P.P. Mampostería	200	20	-
P.P. Acabados	40	40	40
P.P. Instalaciones	20	20	10
P.P. Cielo raso	20	20	-
P.P. Pasamanos	-	-	20
P.P. Losa	189	189	329
Total, carga muerta	509	329	399
Carga Viva	240	200	480

Tabla 5. Peso propio de los elementos estructurales.

Edificio	Peso Propio [Kg/m <sup>2</sup> ]
4N	82,77
5N	97,57
6N	103,31
7N	107,13
8N	110,50
9N	125,14
10N	136,33
11N	136,05
12N	139,25

Las secciones obtenidas en el diseño, que cumplieron con los requerimientos de la NEC-2015 [26] son las presentadas en la tabla 6 y 7, para fines prácticos constructivos es necesaria una optimización del diseño de los elementos estructurales (vigas y columnas), con el fin de obtener menores secciones y con ello mejorar la viabilidad del proyecto.

Tabla 6. Secciones de pórticos gravitacionales.

Edificio	Viga x	Viga y	Columna x	Columna y
4N	W18x40	W18x40	W14x176	W14x176
5N	W18x40	W18x40	W14x176	W14x176
6N	W18X40	W18X40	W14x176	W14x176
7N	W18x40	W18x40	W14x176	W14x176
8N	W18x40	W18x40	W14x176	W14x176
9N	W18x40	W18x40	W14x176	W14x176
10N	W18x40	W18x40	W14x176	W14x176
11N	W21x50	W21x50	W14x257	W14x176
12N	W21x68	W21x50	W14x370	W14x176

Tabla 7. Secciones de pórticos resistentes a momento.

Edificio	Viga x	Viga y	Columna x	Columna y
4N	W18x71	W18x50	W30x235	W30x235
5N	W18x130	W18x119	W30x235	W30x261
6N	W18x130	W18x119	W33x318	W33x318
7N	W21x132	W18x119	W33x354	W33x354
8N	W21X147	W21x132	W36x361	W36x361
9N	W21x182	W21x166	W36x441	W36x441
10N	W18X234	W21X182	W36x487	W36x487
11N	W24X192	W21X182	W36x487	W36x487
12N	W24X207	W21X201	W36X487	W36X487

### 3.1 Análisis estático lineal

En el análisis estático lineal se realizaron las verificaciones solicitadas por la NEC-SE-DS-2015 [10], entre ellas fueron: el periodo de vibración de la estructura obtenido en el software estructural no debe superar el 30 % del periodo calculado, de acuerdo a la figura 13, para las edificaciones más bajas el periodo obtenido en el software se acerca al límite máximo y disminuye linealmente conforme se incrementa la altura, según este resultado, si cumple este criterio.

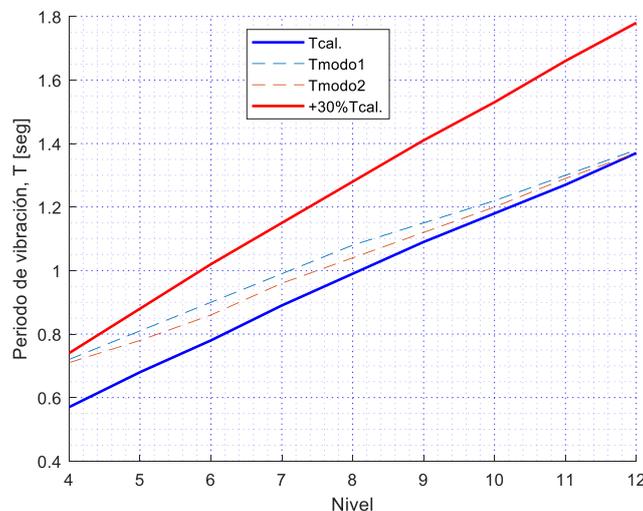


Figura 13. Periodo de vibración vs Número de niveles, edificaciones 3D.

Las derivas de piso son un criterio que permite controlar los desplazamientos laterales, salvaguardando los elementos estructurales que conforman la estructura, cuando es sometida a sismos considerables, para el sistema estructural abordado en esta investigación, no deben superar el 2 %, según la NEC-SE-DS-2015 [10], criterio que se cumple de acuerdo a los resultados presentados en la figura 14; para las edificaciones bajas las máximas derivas de piso son de 1.5 % (0.015), esto se debe a la rigidez que poseen, conforme se incrementa la altura las estructuras se flexibilizan dando unas derivas muy cercanas al 2 % (0.02).

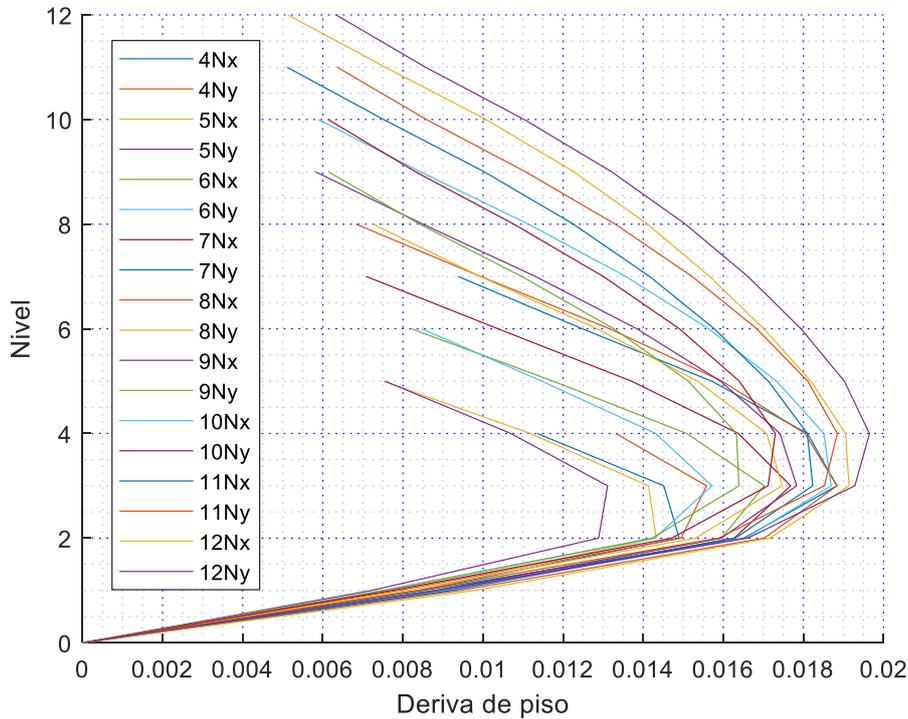


Figura 14. Número de niveles vs. Deriva de piso en el eje "x" e "y", edificaciones 3D.

Una vez realizado todos los chequeos necesarios de un análisis estático lineal tridimensional, se procede a realizar la extracción de cargas actuantes en los pórticos resistentes a momento, con la finalidad de formar pórticos planos. A continuación, se presenta la tabla 8, con las cargas actuantes en los pórticos SMF, y como ejemplo de un pórtico cargado se muestra la figura 15.

Tabla 8. Cargas en pórticos 2D.

Nivel	Pórtico en X [T/m]		Pórtico en Y [T/m]	
	Entrepiso	Cubierta	Entrepiso	Cubierta
4	0,779	0,385	1,734	1,007
5	0,907	0,488	1,862	1,109
6	0,962	0,488	1,917	1,109
7	0,997	0,488	1,952	1,109
8	1,023	0,507	1,978	1,129
9	1,151	0,558	2,106	1,179
10	1,219	0,582	2,174	1,203
11	1,219	0,582	2,174	1,203
12	1,256	0,619	2,212	1,240

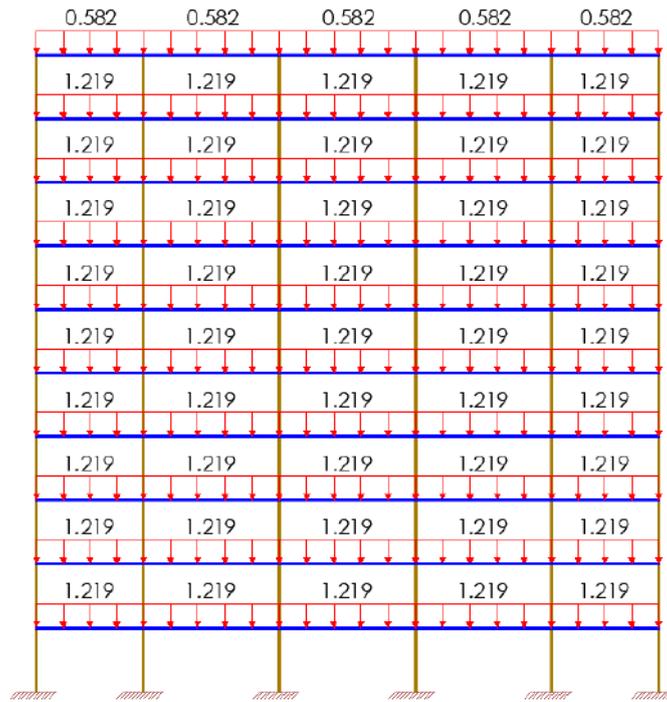


Figura 15. Pórtico SMF de 10 niveles cargado, eje "x" [T/m].

CEINCI-LAB y OpenSees permitieron realizar el análisis estático lineal de pórticos planos, para ello se procedió a utilizar las rutinas del primer software, desarrolladas en Matlab, tal como se explicó en el punto 2.3.2, para ello se presenta la figura 16, donde se asignaron los datos geométricos y cargas del pórtico de diez niveles.

```

%% Geometria del pórtico
sv =[5.5;7.00;7.00;7.00;5.5];
%Ingresar un vector con la longitud de vanos en (metros)
sp =[3.30;3.30;3.30;3.30;3.30;3.30;3.30;3.30;3.30;3.30];
%Ingresar un vector con la altura de pisos en (metros)
q=9.81; % Gravedad m/sec2
qp=[-1.219;-1.219;-1.219;-1.219;-1.219;-1.219;-1.219;-1.219;-1.219;-0.582];
% carga distribuida en vigas en cada piso T/m
Uso_Conexion = 1;
%Uso_Conexion = # % Conexion Precalificada RBS 1,
%Conexion Precalificada diferente que RBS 2, No Precalificada 3.
Deriva_Global = 0.05; % Fracción de la altura total de la estructura
% Dis_Fuerzas_Laterales = 1; % 1 En función del primer modo de vibrar
% Dis_Fuerzas_Laterales = 2; % 2 Distribución parabólica
% Dis_Fuerzas_Laterales = 3; % 3 Distribución triangular
% Dis_Fuerzas_Laterales = 4; % 4 Distribución uniforme
Dis_Fuerzas_Laterales = 1;

```

Figura 16. Código 1 [18].

Luego se ingresaron las propiedades de los materiales ( $F_y$ ,  $E_s$  y  $F_u$ ), como se presenta en la figura 17.

```

%% Propiedades del material
Fy=35153.48; % Esfuerzo de fluencia, T/m2
Es=21000000.0;% Módulo de elasticidad, T/m2
Fu=45699.52; % Esfuerzo último, T/m2

```

Figura 17. Código 2

Finalmente se ingresaron las secciones de las columnas y vigas, con la ubicación de estas en el pórtico, como se puede visualizar en la figura 18.

```

% Sec_VG_COL = Elementos I -(tipo#, d,tw,bw,bi,tEw,tfi)... En milímetros!!
Sec_VG_COL=[1 576.58, 21.08, 317.50, 317.50, 37.59, 37.59 ;
% Tipo 1 es W21x102: VIGA
2 998.22, 38.10, 434.34, 434.34, 68.07, 68.07 ;
% Tipo 2 es W36x487: COLUMNA INTERIOR
3 598.64, 14.73, 213.87, 213.87, 23.62, 23.62];
% Tipo 3 es W21x93: COLUMNA EQUIVALENTE INTERIOR

% Elem_Sec_VG_COL = (tipo# respecto de Sec_VG_COL, Identificador de los elementos)
Elem_Sec_VG_COL=[1 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68;
1 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76;
1 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84;
1 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92;
1 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100;
1 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108;
1 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116;
1 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124;
1 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132;
1 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140;
1 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148;
1 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156;
1 157, 158, 159, 160, 0, 0, 0, 0;
3 1, 6, 7, 12, 13, 18, 19, 24;
3 25, 30, 31, 36, 37, 42, 43, 48;
3 49, 54, 55, 60, 0, 0, 0, 0;
2 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11;
2 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23;
2 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35;
2 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47;
2 50, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59];
    
```

Figura 18. Código 3 [18].

Una vez ejecutado CEINCI-LAB, se procedió a obtener los resultados de los periodos de vibración, adicionalmente OpenSees realizó lo mismo, dando periodos menores a los del primer programa, mencionado anteriormente, con una diferencia aproximadamente constante conforme se incrementa los niveles, como se presenta en la figura 19.

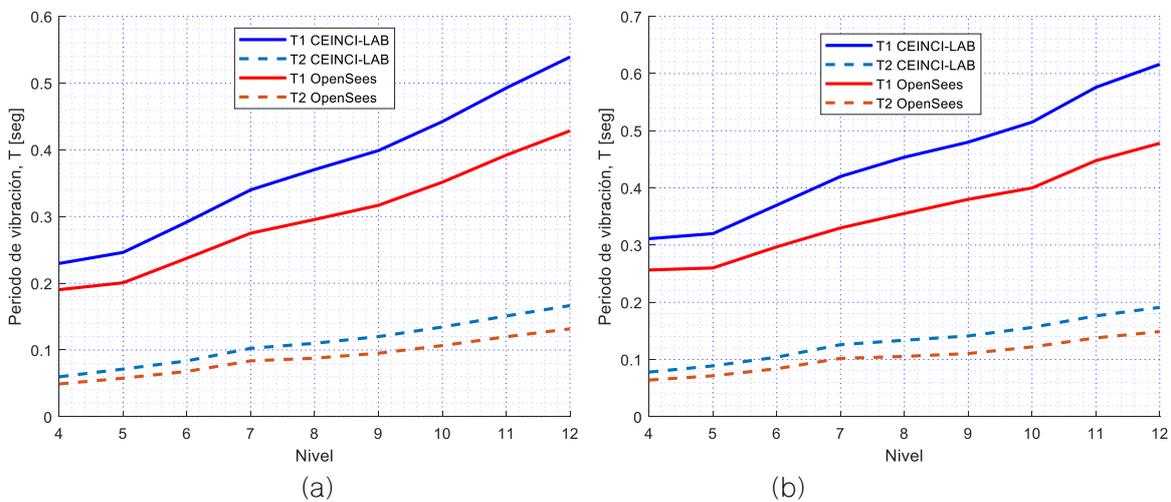


Figura 19. Periodo de vibración vs. Número de niveles, a) eje “x”, b) eje “y”. Pórticos SMF (2D).

### 3.2 Análisis estático no lineal

Al realizar el análisis estático no lineal, a través de la técnica del Pushover se obtuvo la curva de capacidad, que relaciona el cortante basal y el desplazamiento lateral en el último nivel. Al ejecutar CEINCI-LAB, automáticamente se realiza la transformación al lenguaje TCL generando el archivo *Pushover\_Estructura.tcl*, con el cual se ejecutó el análisis en OpenSees; finalizado el análisis, CEINCI-LAB con los resultados obtenidos de OpenSees, generó una gráfica como la de la figura 20, se presenta a manera de ejemplo el resultado del pórtico SMF de diez niveles en el eje “x”.

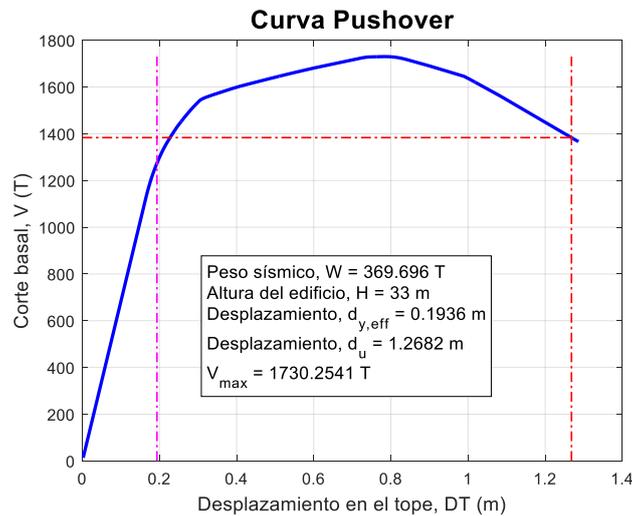


Figura 20. Curva de capacidad del pórtico SMF de 10 niveles, en el eje "x".

En la tabla 9 y 10 se presenta los resultados de las curvas de capacidad de cada uno de los pórticos SMF, donde se tiene: altura de edificio ( $H$ ), peso sísmico ( $W$ ), desplazamiento en el punto de fluencia ( $d_{y,eff}$ ), desplazamiento último ( $d_u$ ), cortante basal máximo ( $V_{m\acute{a}x}$ ) y la relación de desplazamiento de techo alcanzada, respecto a la altura total del edificio ( $D_t/H_T$ ).

Tabla 9. Resultados curva Pushover eje x.

Nivel	H [m]	W [T]	$d_{y,eff}$ [m]	$d_u$ [m]	$V_{m\acute{a}x}$ [T]	$D_t/H_T$ alcanzado [%]
4	13,20	87,10	0,09	0,52	609,64	3,97
5	16,50	131,71	0,11	0,71	1088,92	4,29
6	19,80	169,54	0,14	0,91	1186,82	4,58
7	23,10	207,04	0,16	1,05	1163,27	4,55
8	26,40	245,38	0,16	0,86	1322,73	3,26
9	29,70	312,51	0,18	1,08	1619,98	3,64
10	33,00	369,70	0,19	1,27	1730,25	3,84
11	36,30	408,70	0,22	1,26	1714,66	3,48
12	39,60	461,92	0,23	1,45	1750,35	3,66

Tabla 10. Resultados curva Pushover eje y.

Nivel	H [m]	W [T]	$d_{y,eff}$ [m]	$d_u$ [m]	$V_{m\acute{a}x}$ [T]	$D_t/H_T$ alcanzado [%]
4	13,20	189,38	0,09	0,52	700,97	3,91
5	16,50	260,99	0,10	0,82	1246,99	4,99
6	19,80	326,17	0,12	0,97	1304,09	4,90
7	23,10	391,04	0,14	1,13	1290,35	4,90
8	26,40	456,74	0,14	0,99	1513,49	3,76
9	29,70	549,82	0,15	1,13	1868,27	3,81
10	33,00	633,46	0,17	1,27	1985,08	3,85
11	36,30	699,76	0,18	1,37	1931,86	3,77
12	39,60	779,95	0,19	1,45	2004,59	3,66

La curva de capacidad fue el resultado del análisis estático no lineal, donde permitió evidenciar la secuencia de pérdida de rigidez de la estructura conforme incrementa la carga lateral. En la figura 21, se muestra las curvas de capacidad de los dieciocho pórticos analizados; para la estructura de doce niveles se obtuvo un cortante máximo en el eje "x" de 1750.35 T y en el eje "y" de 2004.59 T, para los dos casos el pórtico desarrolló un desplazamiento de 1.45 m o una relación de desplazamiento de techo con respecto a la altura del edificio ( $D_t/H_T$ ) de 3.66 %.

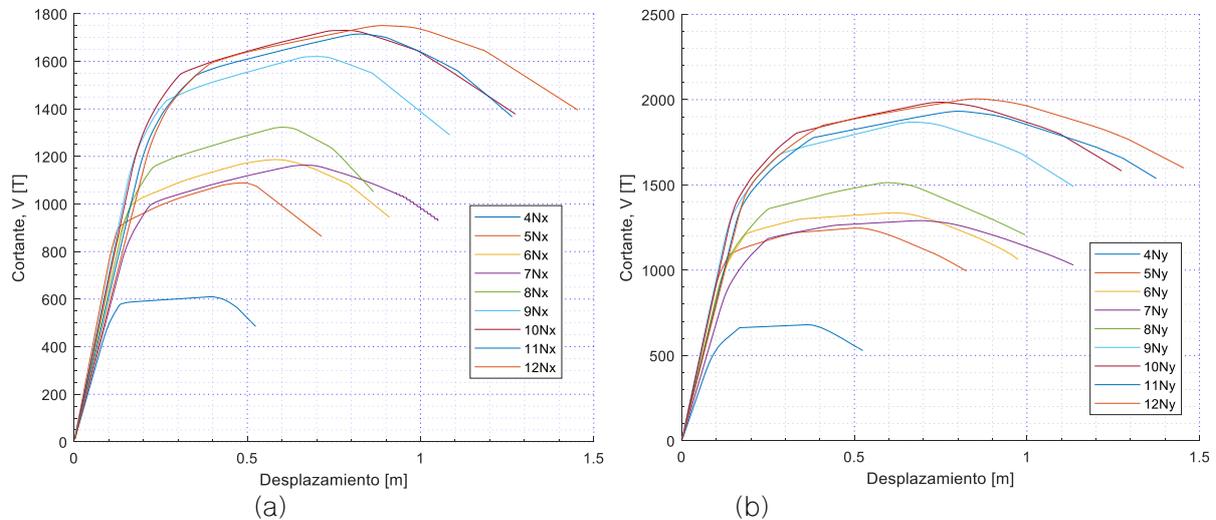


Figura 21. Curva de capacidad, a) pórticos eje "x", b) pórticos eje "y".

### 3.3 Evaluación del desempeño

#### 3.3.1 Punto de desempeño

En la figura 22, se muestra el espectro de demanda, obtenido con los datos proporcionados en el capítulo 2.

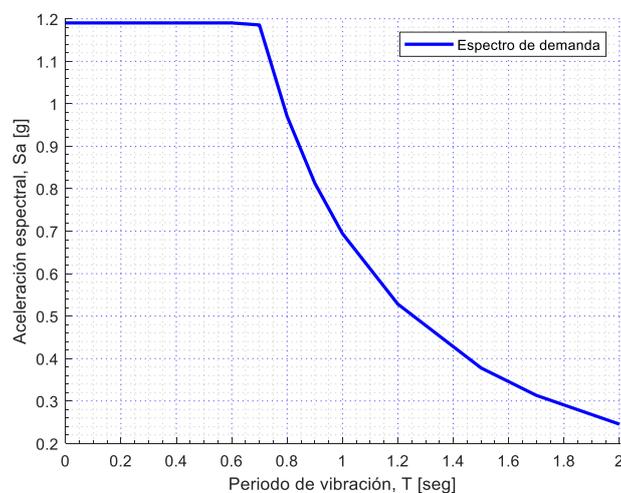


Figura 22. Espectro de demanda

En la figura 23 se presenta los puntos de desempeño de cada uno de los pórticos, obtenidos a través del método del espectro de capacidad descrito en la sección 2.4.1, el cual utiliza el espectro de capacidad y espectro de demanda, todos los puntos de desempeño tanto en el eje "x" e "y" se encontraron en la zona elástica, es decir la intersección de las dos curvas ocurrió en la parte lineal de la capacidad, por lo que no es necesario resolver por medio de iteraciones; la ubicación de los

puntos de desempeño en la zona elástica se debe a la elevada rigidez de los pórticos resistentes a momento (SMF), para esta investigación únicamente fue necesaria la transformación de las curvas a coordenadas espectrales. El punto de desempeño máximo obtenido fue de 0.22 m y un cortante de 802 T para el pórtico de 12 niveles en el eje x.

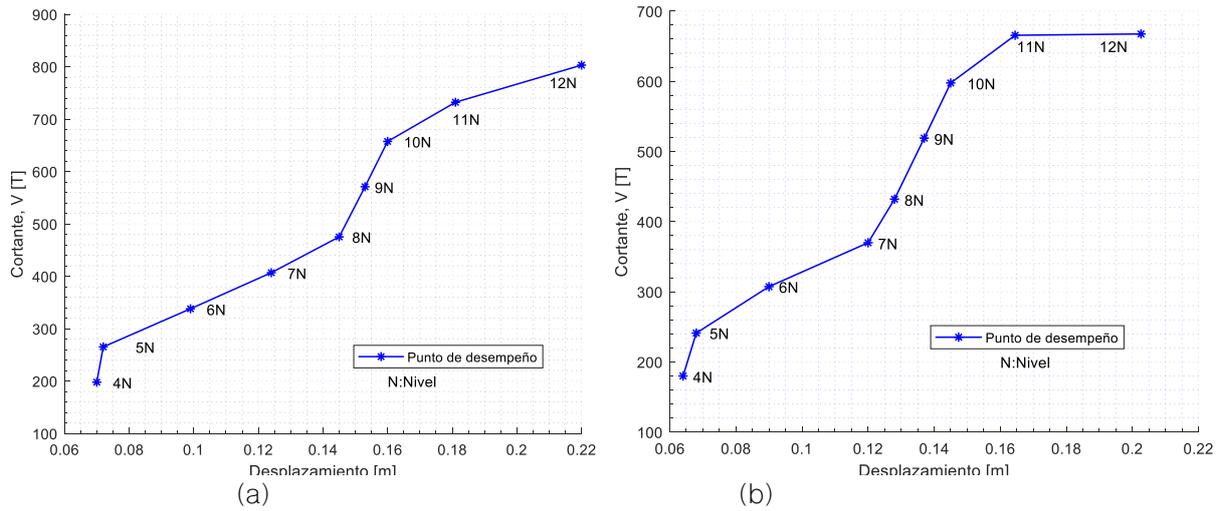


Figura 23. Puntos de desempeño: a) pórticos eje “x”, b) pórticos eje “y”

En la figura 24 se presenta la curva de capacidad del pórtico de 10 niveles en el eje “y”, dónde se establecieron los tres niveles de desempeño propuestos por la normativa FEMA y ATC 40.

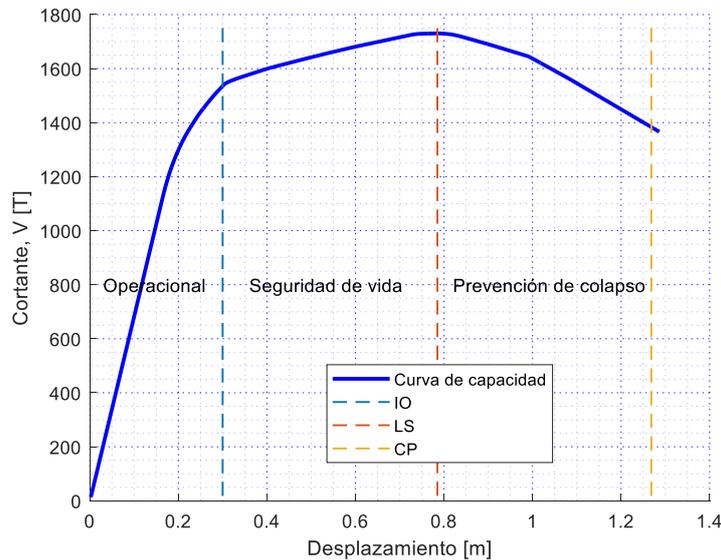


Figura 24. Curva de capacidad con niveles de desempeño. Pórtico de 10 niveles, eje “y”.

Se evaluó el desempeño de las estructuras, a través de rotaciones en los elementos estructurales. En OpenSees, por medio de los recorders se obtuvieron las rotaciones de cada elemento ( $\theta_{obt}$ ) y las rotaciones límites ( $\theta_{lim}$ ) calculadas de acuerdo a la tabla del FEMA – 356.

Se presenta la tabla 11 y 12 con el valor máximo de cada pórtico; para los dos primeros niveles de desempeño (OI y LS) la rotación del elemento no sobrepasa la rotación límite y para el último (CP) no cumple, porque supera el valor permisible, es decir la estructura colapsa en ese nivel de desempeño; de tal manera se comprueba que las curvas de capacidad, también colapsan antes de cumplir la relación  $D_t/H_T$  del 5 %.

Tabla 11. Ángulos de rotaciones en el eje "x".

	IO		LS		CP	
	$\theta_{obt}$	$\theta_{lim}$	$\theta_{obt}$	$\theta_{lim}$	$\theta_{obt}$	$\theta_{lim}$
4	0,0086	0,0096	0,0511	0,0576	0,0883	0,0768
5	0,0080	0,0085	0,0432	0,0510	0,0688	0,068
6	0,0081	0,0085	0,0332	0,0510	0,0692	0,068
7	0,0072	0,0082	0,0378	0,0492	0,0684	0,0656
8	0,0075	0,0075	0,0427	0,0450	0,0690	0,06
9	0,0052	0,0071	0,0418	0,0426	0,0653	0,0568
10	0,0049	0,0070	0,0371	0,0420	0,0644	0,056
11	0,0063	0,0069	0,0403	0,0414	0,0635	0,0552
12	0,0067	0,0068	0,0384	0,0408	0,0626	0,0544

Tabla 12. Ángulos de rotaciones en el eje "y".

Nivel	IO		LS		CP	
	$\theta_{obt}$	$\theta_{lim}$	$\theta_{obt}$	$\theta_{lim}$	$\theta_{obt}$	$\theta_{lim}$
4	0,0081	0,0093	0,0528	0,0558	0,0844	0,0744
5	0,0072	0,0080	0,0452	0,0480	0,0650	0,064
6	0,0064	0,0078	0,0433	0,0468	0,0720	0,0624
7	0,0051	0,0078	0,0451	0,0468	0,0706	0,0624
8	0,0055	0,0075	0,0402	0,0450	0,0690	0,06
9	0,0042	0,0071	0,0354	0,0426	0,0653	0,0568
10	0,0054	0,0064	0,0254	0,0384	0,0589	0,0512
11	0,0038	0,0064	0,0244	0,0384	0,0604	0,0512
12	0,0022	0,0059	0,0267	0,0354	0,0577	0,0472

#### 4. Conclusiones

El diseño de pórticos tridimensionales fue satisfactorio, debido a que cumplieron con todos los requerimientos de la NEC y AISC. Los pórticos resistentes a momento (SMF), colocados en el perímetro de las edificaciones, para esta investigación resultan más eficientes, porque se obtuvo menor peso de la estructura, permitiendo obtener un menor cortante basal, además, contrarrestan con mayor facilidad los desplazamientos inducidos por el sismo. Al haber extraído estos pórticos planos, para realizar el análisis estático no lineal se obtuvo como resultado las curvas de capacidad, las cuales colapsaron en un promedio de 4.05 % de relación de desplazamiento de techo respecto a la altura total del edificio.

Al utilizar Ceinci-Lab a través de sus rutinas programadas en Matlab, automáticamente se generaron los archivos en formato TCL, que se necesita, para realizar el análisis estático no lineal en OpenSees, dando la posibilidad de cambiar modelos matemáticos, materiales, condiciones del modelo y solicitar resultados adicionales si así requiere el usuario. Además, el tiempo computacional que requiere OpenSees para analizar un modelo es considerablemente menor al requerido por algún software comercial, lo que permite ser una excelente opción al momento de realizar estos análisis, en especial para casos de investigación.

Al solicitar recorders o resultados adicionales en formato TCL, en el archivo *Pushover\_Estructura*, para obtener el momento rotación (evaluar el nivel de desempeño), representó un tiempo considerable hasta poder familiarizarse con el lenguaje de programación que utiliza OpenSees, puesto que esta puede ser una limitante para futuros investigadores, pero una vez entendida la forma de cómo trabaja el programa, es una gran ventaja, debido a su rapidez de cálculo y otras virtudes mencionadas en esta investigación.

Todos los puntos de desempeño obtenidos a través del método del espectro de capacidad, no superan los límites establecidos en la normativa FEMA. Se evaluó el desempeño de las estructuras a través de rotaciones en los elementos estructurales, para los niveles de desempeño Ocupación Inmediata (IO) y seguridad de vida (LS) la rotación del elemento no sobrepasa la rotación límite y para Prevención de Colapso (CP) no cumple, porque supera el valor permisible, es decir la estructura colapsa en ese nivel de desempeño; de tal manera, se comprueba que las curvas de capacidad colapsan antes de llegar al 5 % de relación  $D_t/H_T$ .

**Contribución de autores:** Idea y conceptualización, P. G. y G. M.; metodología, G. M. y P. G.; software, G. M. y P. G.; investigación, G. M. y P. G.; redacción, G. M. y P. G.; revisión, P. G.; supervisión, P. G.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

- [1] ANSI/AISC 358-16, Precualified Connections, 2016.
- [2] D. V. Barrera Salamea, Modelación elasto-plástica y análisis no lineal de una estructura especial de acero utilizando OpenSees, Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018.
- [3] R. Aguiar, B. Cagua y J. Pilatasig, Pushover con Acoplamiento de CEINCE-LAB y OpenSees, Barcelona: Monografías de Ingeniería Sísmica, 2020.
- [4] L. I. Velasco Enriquez y H. Guerrero Bobadilla, Introducción al análisis estructural con OpenSees, Ciudad de México: Instituto de Ingeniería, UNAM, 2020.
- [5] S. Mazzoni, F. McKenna, M. H. Scott y G. L. Fenves, OpenSees command language manual, Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center, 2006.
- [6] B. Cagua, R. Aguiar, J. Pilatasig y D. Mora, «Acoplamiento de OpenSees con CEINCE-LAB para Análisis Estático no Lineal. Primera parte: Reforzamiento Sísmico con Diagonales de Acero.» Ingeniería de Estructuras, p. 54, 2020.
- [7] University of California, Berkeley, «Open System for Earthquake Engineering Simulation (OpenSees),» 2006. [En línea]. Available: <http://opensees.berkeley.edu/>. [Último acceso: Julio 2021].
- [8] B. X. Astudillo Auquilla, Modelación y análisis por desempeño de una estructura de acero, considerando deterioro para la predicción del colapso, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2018.
- [9] O. J. Begambre Carrilo, Estudio del empleo del software de código abierto OpenSees en el análisis estructural, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2018.
- [10] Norma Ecuatoria de la Construcción, NEC-SE-DS, Peligro sísmico. Diseño sísmo resistente, 2015.
- [11] ASCE/SEI 7-16, Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, Virginia, USA, 2016.
- [12] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Guía práctica para el diseño de estructuras de acero de conformidad con la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 2015, Quito, 2015.
- [13] NIST GCR 17-917-46v2, Guidelines for Nonlinear Structural Analysis for Design of Buildings. Part IIa - Steel Moment Frames. National Institute of Standards and Technology,, Gaithersburg, 2017.
- [14] ANSI/AISC 341-16, Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, 2016.
- [15] W. McGuire, R. Gallagher y R. Ziemian, Matrix Structural Analysis, Copyright, 2014.
- [16] ASCE/SEI 41-17, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, Birginia, 2017.
- [17] FEMA P695, Quantification of building seismic performance factors, California: Federal Emergency Management Agency, 2009.

- [18] CEINCI-LAB, «CEINCI-LAB,» 29 12 2021. [En línea]. Available: <https://ceincilab.wordpress.com/opensees-ceinci-lab/>. [Último acceso: 29].
- [19] FEMA-356, Federal Emergency Management Agency, 2000.
- [20] D. P. Guerrero Cuasapaz, «Análisis técnico y económico del diseño por desempeño de edificios con estructura de acero utilizando arriostramientos concéntricos,» *Gaceta Técnica*, vol. 20, nº 1, pp. 41-59, 2019. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20052.86409>
- [21] D. P. Guerrero Cuasapaz, *Evaluación técnica económica del diseño por desempeño de edificios con estructura de acero utilizando diversos tipos de arriostramientos laterales*, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015.
- [22] R. Medina y J. Music, *Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena*, Antofagasta, 2018.
- [23] Federal Emergency Management Agency - FEMA 440, *Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures*, Washington, 2005.
- [24] Applied Technology Council ATC 40, *Seismic Evaluation and Retrofit of concrete Buildings*, California, U.S.A.: California Seismic Safety Commission, 1996.
- [25] University of California at Berkeley, «OpenSeesWiki,» University of California at Berkeley, 11 Febrero 2022. [En línea]. Available: [https://opensees.berkeley.edu/wiki/index.php/Main\\_Page](https://opensees.berkeley.edu/wiki/index.php/Main_Page).
- [26] Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-15, *Estructuras de acero*, Quito, 2015.
- [27] L. F. Lasso Martinez y L. S. Pillajo Tello, «Influencia del factor de reducción de resistencia sísmica (R) en edificaciones, utilizando los sistemas constructivos: Dual Losas Postensadas - Muros y Tradicional,» 2020.
- [28] Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras.*, 1° ed., Quito: Imprenta Activa, 2015.
- [29] Federal Emergency Management Agency, *NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA Publication 273)*, Washington D.C., 1997 .
- [30] Federal Emergency Management Agency; American Society of Civil Engineers , *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Washington D.C., 2000.

#### Reseña de los autores:



**Gregorio Jesus Maza Diaz.** Ingeniero Civil graduado de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito-Ecuador. Su interés personal es el desarrollo de ciencia y tecnología para prevenir el colapso de estructuras cuando son sometidas a sismos de diferente magnitud.



**David Patricio Guerrero Cuasapaz.** Ingeniero Civil en 2008 en la Universidad Central del Ecuador, Magister en Estructuras en 2016 en la Escuela Politécnica Nacional, Miembro afiliado en American Society of Civil Engineers (ASCE), Métodos de Elementos Finitos en UTN FRBA (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires), Constructor y Diseñador estructural para empresas privadas, Profesor en Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, en el Departamento de Ingeniería Civil.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

# Diversidad alfa de pteridofitas en el bosque siempre verde de tierra bajas de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, Sucumbíos - Ecuador

Paola Guala <sup>1</sup>   Richard Monar <sup>1</sup>  Carlos Mestanza-Ramón <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la vida, Carrera de Biología, Nueva Loja, Ecuador.

<sup>2</sup> Research Group YASUNI-SDC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca 20001, Ecuador.

 Correspondencia: [stefania.guala\\_2011@hotmail.com](mailto:stefania.guala_2011@hotmail.com)  + 593 99 435 3071

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51014>

**Resumen:** Los helechos son un grupo taxonómico de criptógamas vasculares pertenecientes al reino plantae división de las pteridofitas, estas carecen de flores y semillas. Son de importancia ecológica por que se fijan al suelo otorgando una protección contra la erosión, cumplen funciones muy importantes dentro de los ecosistemas, ya que intervienen en el ciclo del nitrógeno y fósforo por lo tanto pueden actuar como fitorremediadores de la salud de los ecosistemas. En los últimos 10 años no han existido investigaciones sobre las pteridofitas en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo y se desconoce su situación actual respecto de su diversidad y estado ecológico. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo general determinar la diversidad alfa de Pteridofitas en la Reserva Cofán Bermejo, provincia de Sucumbíos, mediante técnicas individuales que permita establecer desafíos en procesos de conservación biológica y 4 objetivos específicos; Diagnosticar la situación actual del área de estudio, mediante entrevistas semiestructuradas de campo, para establecer una línea base. Determinar la riqueza, abundancia y caracterización de las principales especies de Pteridofitas en la Reserva Cofán Bermejo, aplicando los índices de Shannon y Simpson, complementando con la ayuda del repositorio Bioweb. Establecer desafíos en procesos de conservación biológica, utilizando la técnica juicio de expertos para fortalecer la gestión del área protegida y la funcionalidad de sus ecosistemas. Los principales resultados indican que existe una diversidad media y baja de pteridofitas. Finalmente, es necesario centrar esfuerzos para mejorar la gestión de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo enfocado en la capacitación del personal que permita contribuir a la conservación de las especies en estudio y disminuir los conflictos internos de la reserva.

**Palabras claves:** Simpson; Shannon; área protegida; helechos



**Cita:** Guala, P., Monar, R., & Mestanza-Ramón, C. (2022). Diversidad alfa de pteridofitas en el bosque siempre verde de tierra bajas de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, Sucumbíos – Ecuador. Green World Journal, 5(1).

<https://doi.org/10.53313/gwj51014>

**Received:** 04/February/2022

**Accepted:** 15/March/2022

**Published:** 19/March/2022

Prof. Daniela Stone Maxes, PhD.  
Academic Editor / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## Alpha diversity of pteridophytes in the evergreen lowland forest of the Cofán Bermejo Ecological Reserve, Sucumbíos - Ecuador

**Abstract:** Ferns are a taxonomic group of vascular cryptogams belonging to the kingdom plantae division of pteridophytes, these lack flowers and seeds. They are of ecological importance because they are fixed to the soil, providing protection against erosion, they fulfill very important functions within ecosystems, since they are involved in the nitrogen and phosphorus cycle and can therefore act as phytoremediators of the health of ecosystems. In the last 10 years, there has been no research on pteridophytes in the Cofán Bermejo Ecological Reserve and their current situation with respect to their diversity and ecological status is unknown. In this context, the general objective of this study was to determine the alpha diversity of Pteridophytes in the Cofán Bermejo Reserve, province of Sucumbíos, using individual techniques to establish challenges in biological conservation processes and 4 specific objectives; Diagnose the current situation of the study area, through semi-structured field interviews, to establish a baseline. Determine the richness, abundance and characterization of the main species of Pteridophytes in the Cofán Bermejo Reserve, applying the Shannon and Simpson indexes, complemented with the help of the Bioweb repository. Establish challenges in biological conservation processes, using the expert judgment technique to strengthen the management of the protected area and the functionality of its ecosystems. The main results indicate that there is a medium and low diversity of pteridophytes. Finally, it is necessary to focus efforts on improving the management of the Cofán Bermejo Ecological Reserve, focusing on staff training to contribute to the conservation of the species under study and to reduce internal conflicts within the reserve.

**Keywords:** Simpson; Shannon; protected area; ferns; ferns

### 1. Introducción

La Biodiversidad es un término que abarca la variedad de vida existente en el planeta tierra. Se refiere a la cantidad de especies que se desarrollan en un determinado ecosistema o región. La biodiversidad engloba a todas las formas de vida de los siete reinos, bacteria, archaea, plantae, animalia, protozoa, fungi, chromista [1,2]. Los científicos consideran que existen alrededor de 8,7 millones de plantas y animales, sin embargo, existen especies nuevas por ser descubiertas e identificadas, pero también muchas especies están siendo amenazadas llevándolas a su extinción. No obstante, gracias a la variedad genética las especies nuevas nacen con cierta ventaja por la resistencia de los genes de los padres dominantes, además, muchas especies aporta gran valor económico con los servicios ecosistémicos que brinda a la humanidad.

Los helechos son un grupo taxonómico de plantas vasculares pertenecientes al reino plantae división de las pteridofitas, las cuales, carecen de flores y semillas [3]. Este grupo vegetal se fijan al suelo otorgando una protección contra la erosión, cumplen funciones muy importantes dentro de los ecosistemas interviniendo en el ciclo del nitrógeno y fósforo, por lo tanto pueden actuar como fitorremediadores en la salud de los ecosistemas [4–7]. Además, especies como *Azolla pinnata* R. Br. contiene propiedades medicinales para los seres humanos, las pteridofitas aportan al equilibrio y funcionamiento del ecosistema al aportar con materia orgánica al suelo [2,8].

Adicional, el grupo de las pteridofitas proporcionan microhábitats, así como refugio y alimento para especies faunísticas menores, algunas de ellas tienen la capacidad de colonizar sitios perturbados, además, filtran metales pesados en ambientes contaminados [9,10]. Los briofitos son pioneros en procesos de sucesiones ecológicas secundarias, es decir, en lugares que han sufrido alteración o actividad antropogénica. Para complementar, estas especies son las encargadas de iniciar la red trófica de alimentación, así también, realizan procesos de mutualismo con insectos y

otras plantas, y, sobre todo, son encargadas de la elaboración de la fotosíntesis con un alto grado de liberación de oxígeno [11].

La flora se ha catalogado como una de las razones del subsistir diario de las personas, ya que, brindan grandes beneficios económicos y de salud, también las plantas medicinales se han utilizado en el cuidado del ser humano desde tiempos inmemoriales [12]. Ecuador es uno de los 18 países considerado mega diverso respecto a la división de flor y fauna, gracias a su riqueza y diversidad de sus ecosistemas, cuenta con una flora registrada de 18 mil especies, de las cuales 1.422 son pteridofitas [13]. La biodiversidad del Ecuador presenta ecosistemas destacados como los bosques de mangle, bosque seco tropical, bosques nubosos tropicales, bosque tropical. Dentro de la clasificación de los ecosistemas del Ecuador tenemos a los bosques siempre verdes de tierras bajas, dichos bosques se encuentran dentro de la Reserva Ecológica Cofán-Bermejo [14].

En la actualidad las comunidades asentadas dentro de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, no disponen de información sobre las especies, su diversidad y riqueza que les permita diseñar planes de preservación y conservación, dada la importancia en su rol ecológico; además, su limitado conocimiento de las especies no ha permitido el desarrollo de estudios en cuanto a la etnobotánica de la reserva, por lo que existe la influencia de factores antrópicos como la deforestación de bosques, minería, quema de la vegetación, entre otros, que pueden afectar a las especies de pteridofitas respecto a su estado de conservación; por tal razón, es importante elaborar un plan de conservación para determinar su riqueza y biodiversidad de las pteridofitas en el ecosistema siempre verde de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

En este contexto, se han establecido objetivos que responderán a las siguientes problemáticas. Primero: describir el estado actual de conservación de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo. Segundo: identificar las especies del grupo de las pteridofitas presentes en la Ecológica Cofán Bermejo. Tercero: estimar los índices de diversidad alfa de las pteridofitas. Y, finalmente, establecer desafíos para contribuir a la conservación de las pteridofitas y la gestión de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo. Aspectos que permitieron establecer una línea base general de la Reserva respecto de su estado de conservación, además, se presentan las especies identificadas de las pteridofitas junto con sus índices de diversidad alfa y se fijaron desafíos orientadas a la conservación de éste importante grupo del reino plantae.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

La Reserva Ecológica Cofán Bermejo (RECB) es una de las sesenta y cinco áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SNAP [15,16], se encuentra en la provincia de Sucumbios, cantón Cáscales, sus coordenadas geográficas son 0.07262777833075075, -77.2062277747375 (0°04'21.5"N 77°12'22.4. 'W). Cuenta con una superficie es de 55451 ha, con un rango altitudinal entre 400 y 2275 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Además, posee cabeceras fluviales como el río Bermejo, Chandía, Ccucono y Aguarico (Figura 1). El Río San Miguel es su principal hito geográfico que separa al territorio ancestral de la etnia Cofán. Dentro de esta reserva se encuentran los territorios ancestrales de la nacionalidad Cofán que participan de forma activa en la conservación de los recursos con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, esta zona presenta una alta biodiversidad, 800 especies de flora y 700 especies de fauna, además 31 potencialmente nuevas [14]. Esta Reserva es la única área protegida que realiza una cogestión con las poblaciones indígenas, representadas por la Federación Indígena de la Nacionalidad Cofán del Ecuador (FEINCE),

y la coordinación de la dirección nacional de biodiversidad y áreas naturales protegidas del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [14].

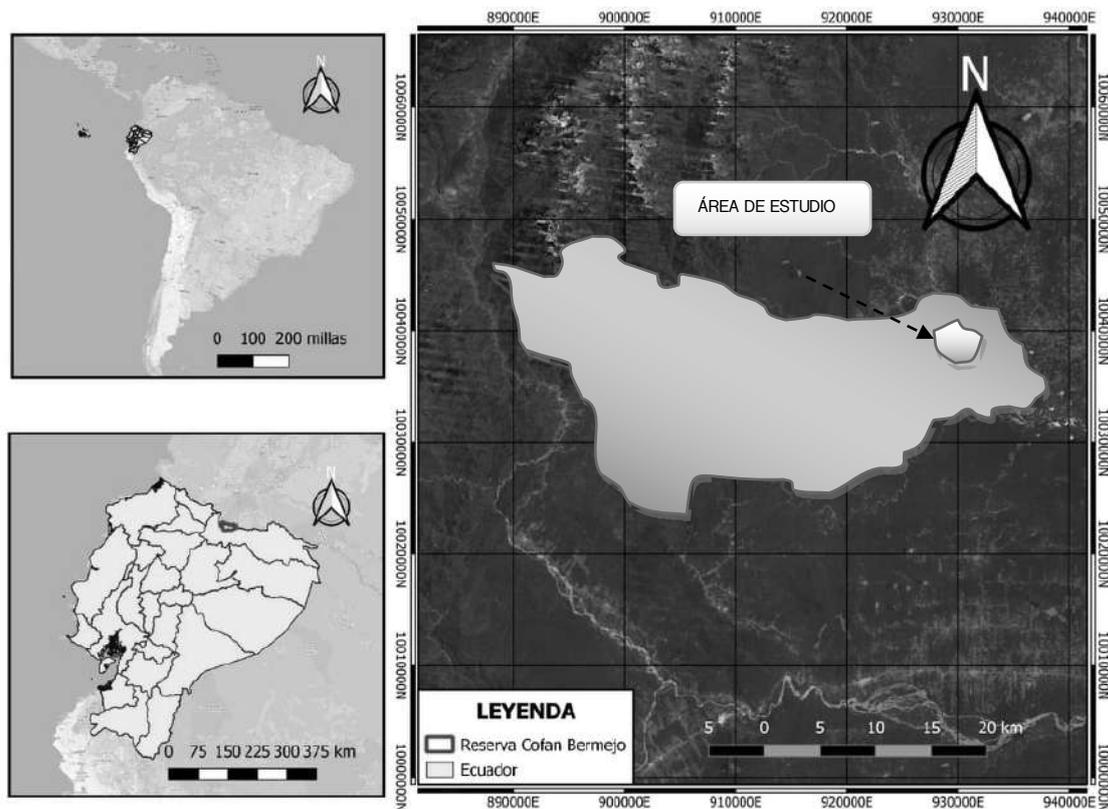


Figura 1. Área de estudio, Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

El presente estudio se desarrolló en una hectárea del bosque siempre verde de tierras bajas en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, comprende amplias gradientes altitudinales (400–2275 m.s.n.m.), humedad relativa (90–95 %), temperatura (25.8–27.9 °C), y precipitación al año que oscilan los 2000– 4000 mm [14]. En esta zona es posible observar paisajes naturales representativos, como la selva amazónica en toda la superficie, el Cerro Pax al norte, los volcanes Reventador y Sumaco al sur. Los únicos asentamientos humanos son pobladores de comunidades indígenas, los cual se localiza nexa al yacimiento petrolero y las pequeñas poblaciones amazónicas como, Puerto Vega y Barranca Bermejo.

## 2.2 Metodología

La presente investigación es de tipo exploratoria, descriptiva y explicativa. Con un enfoque mixto cuali-cuantitativo. Se utilizó metodologías individuales que responden a los objetivos establecidos en el presente estudio. Para la descripción del área de estudio se utilizó la técnica de entrevistas de campo. Para la aplicación de la entrevista semi-estructurada en el presente estudio se siguió los pasos mostrados en la Figura 3 que permitió ir ordenadamente desde la definición de los objetivos hasta realizar entrevista. Por otra parte, para la identificación de especies se utilizó Bioweb y guías de identificación como, Etnobotánica de helechos del nororiente ecuatoriano [13]. Adicional, para determinar los índices de diversidad alfa se utilizó el software Past versión 4.03. Finalmente, para establecer los desafíos sobre la conservación en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo se utilizó la técnica denominada “juicio de expertos” [17].

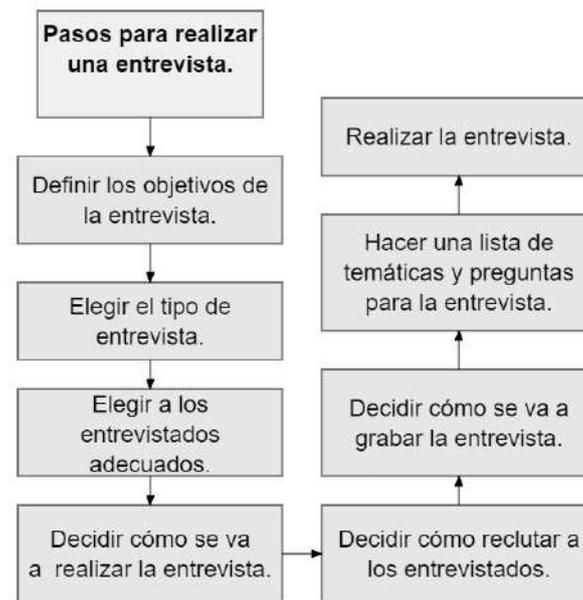


Figura 3. Pasos para la entrevista

### 2.3 Descripción de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

Para diagnosticar la situación actual del área de estudio se utilizó dos técnicas investigativas, la revisión bibliográfica y entrevistas de campo. En la revisión bibliográfica se utilizó literatura científica en bases de datos como Google académico. En el transcurso de búsqueda se aplicaron filtros y parámetros que permitieron seleccionar el rango en los años de búsqueda y definir las temáticas que responden a los objetivos del estudio. Una vez finalizada la búsqueda, se obtuvieron 96 artículos.

Adicional, con el total de documentos que se obtuvo luego de la búsqueda, estos se sometieron a un filtro manual, que consistió en la lectura de los títulos, resumen y palabras claves, permitiendo descartar los documentos que no tienen relación con el tema en estudio. Es así, que finalmente los documentos seleccionados para el análisis de literatura científica fueron 2, adicional se complementó con búsqueda directa (Tabla 1) como planes de manejo de la reserva en estudio e información disponible en las páginas web institucionales.

Tabla 1. Artículos científicos considerados para describir el área de estudio.

#	Título	Año
1	Introducción del área comunitaria Cofán bermejo al sistema nacional de áreas protegidas como reserva ecológica	2019
2	In-Situ and Ex-Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges	2020
3	Información SNAP   Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador	2020
4	Área protegidas SNAP, Ecuador	2021
5	Plan de manejo de la reserva ecológica Cofán bermejo	2007

Para complementar la investigación se aplicaron entrevistas de campo semiestructuradas utilizando una guía temática (Tabla 2) que sirvió de lista de control para garantizar que todos los encuestados proporcionen información sobre los mismos temas según lo recomendado por [18].

Tabla 2. Temática y preguntas semiestructuradas propuestas para el desarrollo de la presente investigación

## Entrevista semiestructurada.

## Temáticas.

## A. Información sobre la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

1. ¿Cómo se encuentra actualmente la reserva en el estado de conservación?
2. ¿Cuáles son las principales presiones antrópicas en la RECB?
3. ¿Cuáles son los principales conflictos en la RECB?

## B. Conocimiento sobre pteridofitas.

1. ¿Conoce usted sobre el grupo de las pteridofitas?
2. ¿Considera que son importantes las pteridofitas en los ecosistemas siempre verdes?
3. ¿Las pteridofitas otorgan algún servicio ecosistémico a la comunidad?
4. ¿Conoce sobre la diversidad alfa de las pteridofitas?

## C. Planes para la conservación del lugar y las especies.

1. ¿Tienen planes de conservación sobre las especies y el ecosistema?

Fuente: (Guala y Monar, 2022)

Las entrevistas fueron dirigidas a los 3 representantes del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, asumiendo el cargo de administradora la señora Verónica Proaño, Guardaparques los señores Mario Cusme y Ricardo Caicedo, quienes respondieron a preguntas enfocadas sobre la gestión del área protegida respecto a las pteridofitas, que abordaron aspectos referentes a la aplicación y cumplimiento de los procesos de gestión. No se tomó en cuenta a los miembros de la comunidad para la entrevista, ya que, al ser una comunidad lejana y poco accesibles a la comunicación, razón por la cual, no se realizó la entrevista con dicha comunidad.

## 2.4 Identificación de las especies

El trabajo de campo se realizó de agosto a octubre del 2021, en ocho visitas de dos días cada una en la hectárea de estudio de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo en el bosque siempre verde de tierras bajas, en la cual se recolectó toda la información necesaria de nuestra área de estudio.

Como primer paso aleatoriamente utilizando Microsoft Excel se seleccionó una cuadrícula a la cual se denominó área de estudio (Figura 4 a). Se utilizó la metodología planteada por Kessler [19] este procedimiento indica que las 8 parcelas deben ser de 20 m x 20 m en la hectárea de muestreo y cada parcela se subdivide en 4 subparcelas de 5 x 5 m (Figura 4, b). Además, del total del área de estudio no se consideró las que intercepten ecosistemas de borde para evitar alteraciones. Las subparcelas fueron medidas y delimitadas con la ayuda de una cinta métrica y cuerda roja respectivamente, esto facilitó el trabajo de campo en el proceso de identificación de las especies.

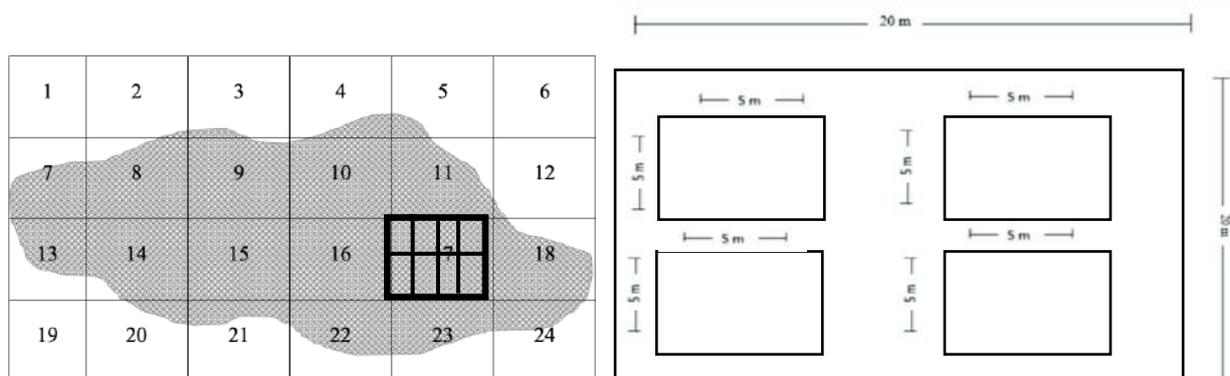


Figura 4. Área de estudio y parcelas de estudio

Establecidas las parcelas y sub parcelas dentro de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, se procedió a realizar el conteo de los individuos, para lo cual se consideró los tipos de especies presentes en cada parcela. Para la toma de datos se utilizó como herramienta una libreta de campo. Los individuos identificados en campo en el presente estudio corresponden al grupo de pteridofitas de hábito terrestres y epífitas en árboles hasta los 10m y con diámetro a partir de los 10 cm. Además, se fotografió usando la cámara del celular iPhone 11 Pro Max, facilitando la identificación. Para el registro se consideraron los siguientes aspectos: nombres comunes, nombres científicos, familias, género y si es posible especie, número de individuos, sustratos y hábitos. Las pteridofitas cuya base se encontraron sobre el límite del transecto fueron consideradas, siempre y cuando la mitad o más del área basal estuvieron dentro de los transectos.

Para el reconocimiento de los especímenes se utilizó documentos de identificación como la guía de etnobotánica de pteridofitas del nororiente ecuatoriano [13]. Además, con la ayuda de Bioweb se logró registrar y organizar las especies en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2019. Finalmente, para evitar duplicación de registros en el área de estudio se procedió a fotografiar los ejemplares, conservando un respaldo en archivos digital.

## 2.5. Índices de diversidad

Los índices de biodiversidad global se utilizan para medir el cambio ambiental y el progreso hacia los objetivos de conservación. Estos índices están diseñados para describir los atributos generales de la comunidad, lo que nos permite comparar diferentes regiones, taxones y niveles tróficos. Por tanto, son fundamentales para el seguimiento y la conservación ambiental [20].

### 2.5.1. Índices de diversidad Alfa

Los índices de diversidad Alfa toman en cuenta la diversidad dentro de un ecosistema en particular, es decir, el número de especies observadas o riqueza biológica. La riqueza es el conjunto de especies naturales de seres vivos dentro de un ecosistema. La abundancia, por otra parte, es el número total de individuos de un taxón o taxones en un área, población o comunidad. Dentro de los índices Alfa se consideran a los índices de Shannon e índices de Simpson [21].

### 2.5.2. Índice de diversidad de Shannon

El índice de Shannon se basa en el concepto de uniformidad o equidad, es decir, la medida en que cada especie está representada en una muestra, además, es un índice que no se ve afectado por el tamaño de la muestra. Este índice es un indicador dinámico eficiente que proporciona una medida directa de la tasa de difusión y, por lo tanto, una escala de tiempo para las inestabilidades que surgen al lidiar con el caos [22]. A continuación, se detalla la fórmula de este índice:

$$\text{Índice de Shannon (H)} = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

S= número de especies (riqueza de especies).

P<sub>i</sub>: indica los individuos y su proporción de especies de *i* respecto de los individuos totales (es decir la abundancia relativa de la especie *i*= n<sub>i</sub>/N).

ln: cantidad de individuos de una especie.

N= total de individuos de las especies.

Para la cuantificación del Índice de diversidad de Shannon, se considera el número de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada especie (abundancia). Para su interpretación, cuando los valores de este índice son menores a 1,5 se considera como diversidad baja, valores entre 1,6 a 3,4 tiene diversidad media, mientras que, los valores iguales o superiores a 3,5 es considerado con diversidad alta.

### 2.5.3. El índice de diversidad de Simpson

El índice de Simpson es la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de un conjunto pertenezcan a la misma especie. A menudo, es convertido de una medida de dominancia a una medida de uniformidad (o equidad), ya sea restando el valor de dominancia de 1, o tomando su inverso. En comparación con otras medidas de riqueza y uniformidad, se puede demostrar que el índice de Simpson es relativamente independiente del tamaño de la muestra [23] A continuación, se muestra la fórmula comúnmente utilizada:

$$\text{Índice de Simpson } (D) = \frac{\sum_{i=1}^S ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

D = índice de Simpson.

S = número de especies

N = total de individuos presentes (o unidades cuadradas)

n = número de individuos por especie

La interpretación del índice de Simpson tiene un rango entre 0 y 1. Cuando el valor del índice se acerca a 1, menor es la diversidad del hábitat. Mientras que, cuando el valor del índice se acerca a 0, mayor es la diversidad del hábitat.

### 2.6 Índice De diversidad Alfa de pteridofitas

Se ejecutaron 2 pasos de manera ordenada, los cuales permitieron obtener información necesaria en los distintos procesamientos para la obtención de los resultados del índice alfa de las pteridofitas.

Paso 1. Para obtener los datos de los índices se elaboró una base de datos en una hoja en Microsoft Excel, en la que se incluyó las siguientes variables: especies con su respectivo nombre científico, total de individuos, parcelas y subparcelas.

Paso 2. Se preparó una tabla de datos en la que se incluye la abundancia total de los individuos colectados en la fase de campo, estos datos fueron ingresados en el software Past versión 4.03. A continuación, se ejecutó el programa con la finalidad que la tabla con datos sea leída correctamente, finalmente, se seleccionó el módulo "diversity". Como resultado se obtuvo los índices de Shannon, Simpson [24], [22], [23].

### 2.7 Desafíos

Para establecer desafíos en la gestión de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo se utilizó la técnica juicio de expertos, esta técnica reúne varios especialistas en una mesa redonda y debaten sobre un tema en particular [17]. Dicha técnica realiza un juicio basado en un conjunto específico de criterios y/o experiencia que se ha adquirido en un área de conocimiento específica, o área de producto, una disciplina particular, una industria, etc [25][25]. Esta base de conocimiento puede ser proporcionada por un miembro del equipo del proyecto o varios miembros del equipo del proyecto, o por un líder de equipo o líderes de equipo. En el presente estudio se contó con la participación de especialistas y expertos en el tema.

### 3 Resultados y Discusión

#### 2.6 Descripción y estado de conservación de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

De acuerdo con los datos obtenidos mediante la metodología utilizada, entrevistas de campo, actualmente la Reserva Ecológica Cofán Bermejo tiene apoyo del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) en gestionar los 3 ejes principales; recursos hídricos, control de tala de árboles y control de caza de las especies faunísticas como el Tapir (*Tapirus terrestris*, Arauca D.A.), el cual es el símbolo de la reserva. Sin embargo, uno de los problemas que se comparte por todos los entrevistados es el tener una herramienta de gestión desactualizada, siendo este del año 2012, lo que impide realizar un correcto control y seguimiento.

Por otra parte, el personal de campo indica que no existe apoyo de los actores sociales para conservar la flora que reside dentro de la reserva. Además, existe insuficiente personal de campo de la reserva, contando con tan solo 9 miembros, de los cuales ingresan solo 3 de ellos cada semana. Además, los guardaparques afirman que uno de los principales conflictos alrededor y dentro de la reserva es controlar las actividades antropogénicas como la minería artesanal y el tráfico ilegal de hidrocarburos la cual les afecta indirectamente, ya que los miembros de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) les impiden el ingreso a uno de los sectores de la reserva ubicado en el río San Miguel. Adicional, otro conflicto de la reserva es la caza de los Tapir (*Tapirus terrestris*, Arauca D.A.), actividad realizada por los miembros de la comunidad Cofán esporádicamente todo el año. Finalmente, la tala de árboles es una de las actividades que más conflicto les ocasiona, esta actividad ilícita lo realizan en el sector de Providencia en el río San Miguel (Figura 5).



**Figura 5.** Miembros del MAATE, encuentran tala de árboles dentro de la RECB

Es por ello que, en las entrevistas actuales sugieren el aumento del personal para que no exista más este caos en la Reserva. Dichos resultados se tendrán que abordar con más cautela para que la Reserva Ecológica Cofán Bermejo sea un lugar adecuado para futuras investigaciones, y el ingreso al área de estudio sea seguro en todos los ámbitos. Al ser un terreno de gran extensión se podrá evaluar varias opciones como, la diversidad de flora y el beneficio que esta conlleva, como la medicina, alimentación, ornamentación.

Además, se podrá estudiar la calidad de agua del río Bermejo, ya que actualmente hay contaminación por la minería y el tráfico de hidrocarburos, el cual es regado a diario en el río al ser transportado en las canoas. Adicional, se podrá estudiar el desarrollo de las especies de peces y otras especies que conviven dentro y cerca del río. Finalmente, al ingresar a la Reserva se observa varias aves, el cual es otro punto de investigación que se podrá evaluar. Así mismo especies de primates silvestre los cuales serán de investigación oportuna para los futuros estudios. Con la ayuda

de los guardaparques se logró identificar diferentes variables climáticas del área de estudio, así como el tipo de suelo (Tabla 3).

**Tabla 3.** Variables meteorológicas de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

Variable	Descripción
Precipitación, mm/año	2000 - 4000
Temperatura, ° C	25.8 - 27.9
Humedad relativa, %	90 - 95
Altitud, m.s.n.m.	400-2275
Suelos	Calcisoles

Los administradores manifiestan conocer muy poco sobre las pteridofitas, pero por su nombre común, helechos. Sin embargo, desconocen los servicios ecosistémicos que estas especies aportan a la sociedad. Por lo contrario, los guardaparques indican saber poco sobre las pteridofitas ya que lo consideran una maleza en el ecosistema. No obstante, pocos guardaparques conocen el valor medicinal que brinda esta especie. Aseguran que el principal problema es la inexistencia de profesionales especializados en especies de flora. Al ser poco el conocimiento sobre esta especie se considera que no comprenden la importancia de este grupo vegetal en cuanto a servicios ecosistémicos a la comunidad.

### 2.7 Identificación de especies de pteridofitas en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo en campo realizado en el bosque siembre verde de tierras bajas de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, el cual consistió en trazar un área de muestreo total de 100m x 100m<sup>2</sup>(una hectárea), misma que se dividió en 8 parcelas de 20m x 20m de la cuales cada parcela se subdividió en 4 subparcelas de 5m x 5m<sup>2</sup>. Mediante este procedimiento se logró identificar taxonómicamente 3 órdenes, 9 familias, 9 géneros y 9 especies diferentes, con un total de 609 individuos de pteridofitas (Tabla 4).

Autores como Barrios [26] realizaron un estudio de diversidad de pteridofitas en el área privada de conservación Talhpan, Papantla, Veracruz, México, en un área de estudio de 15 parcelas de 20m x 20m y 5 subparcelas en cada parcela. En la cual obtuvo como resultado la identificación de 22 especies pertenecientes a 10 familias. Estos valores resultan ya que, el autor opto por trazar mayor número de parcelas. Además, la temperatura del área de estudio fue de 28°C, mientras que, la temperatura del trabajo de Ecuador en Reserva Ecológica Cofán Bermejo ronda los 25.8-27.9°C. Se obtuvo estos resultados ya que, las especies de pteridofitas se desarrollan de mejor manera en zonas de mayor altitud y de gran humedad.

Existe un estudio realizado en el condado de Longnan, China, en la cual estudia la diversidad taxonómica, filogenética y funcional de pteridofitas en tres sitios perturbados. Dai [27]manifiestan que el área de estudio de su investigación fue en un clima monzónico subtropical con un rango altitudinal de 190–1430 m.s.n.m. Las precipitaciones anuales de los tres sitios rondan los 1500–1600 mm, mientras que sus temperaturas medias en enero y julio varían entre 8 °C y 28 °C. Para establecer el área de estudio optaron por la técnica de caminos o senderos a través de la densa vegetación.

En cada punto de muestreo trazaron 30 parcelas, cada parcela fue de 5m x 5m. Es así que, obtuvieron como resultado la identificación de 4 subclases, 9 órdenes, 20 familias, 50 géneros y 99 especies de pteridofitas, con un total de 9759 individuos de este grupo vegetal. Los investigadores

afirman que, de los nueve órdenes, el 50% de las familias y el 86% de las especies eran de *Polypodiales*, el orden taxonómico más diverso entre las pteridofitas. Esto quiere decir que, algunas especies del orden *Polypodiales* son cosmopolitas, ya que, se desarrolla tanto en Ecuador como en China. Debido a que, dicho orden se identificó en el estudio desarrollado en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

**Tabla 4.** Especies de pteridofitas encontradas en la RECB.

#	Nombre científico	Individuos	Habito
1	<i>Adiantum pedatum</i> L.	6	Terrestre
2	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	6	Epífita
3	<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.	16	Terrestre
4	<i>Diplazium caudatum</i> sp (no resuelto)	30	Epífita
5	<i>Selaginella geniculata</i> (C. Presl) Spring	35	Terrestre
6	<i>Polypodium rhachipterygium</i> Liebm.	44	Epífita
7	<i>Asplenium serratum</i> L.	67	Epífita
8	<i>Thelypteris macrophylla</i> (Kunze) CV Morton	121	Terrestre
9	<i>Dryopteris affinis</i> sp (no resuelto)	284	Epífita
Total		609	

Las especies con menor número de individuos fueron *Adiantum pedatum* L. y *Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl con un total de 6 individuos de cada especie. Se considera que, las poblaciones de estas especies no se adaptan al piso altitudinal del área de estudio o las condiciones climáticas no son adecuadas para su desarrollo. Por lo contrario, las especie con mayor número de individuos fueron *Thelypteris macrophylla* (Kunze) CV Morton con 121 ejemplares y *Dryopteris affinis* sp (no resuelto) con un total de 284 ejemplares, esto se debe que las especies son más generalistas en el área de estudio. Se recomienda realizar trabajos futuros para analizar la dinámica poblacional de estas especies.

## 2.8 Diversidad alfa de pteridofitas en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

Se consideraron los 609 individuos de las 9 especies (tabla 7), es así que los resultados indican un índice de dominancia de Simpson de 0,281, refiriéndose que la dominancia de especies es baja. Por lo contrario, el índice de diversidad de Simpson resultó un valor de 0,719, esto quiere decir que, la diversidad de especies es media. El índice de Shannon resultó con un valor de 1,609, refiriéndose que existe una diversidad media de especies. El valor del índice de equitatividad de Shannon indica una diversidad baja, con un valor de 0,732.

Dichos resultados se compararon con un estudio realizado en Malaysia, el cual opto por utilizar nuestra metodología en campo de 8 parcelas. Majuakim y Anthony [28], manifiestan que, el índice de Shannon en su área de estudio fue de 2,946 señalando que existe una diversidad media en 35 especies pertenecientes a 12 familias identificadas. Esto quiere decir que, la metodología de 8

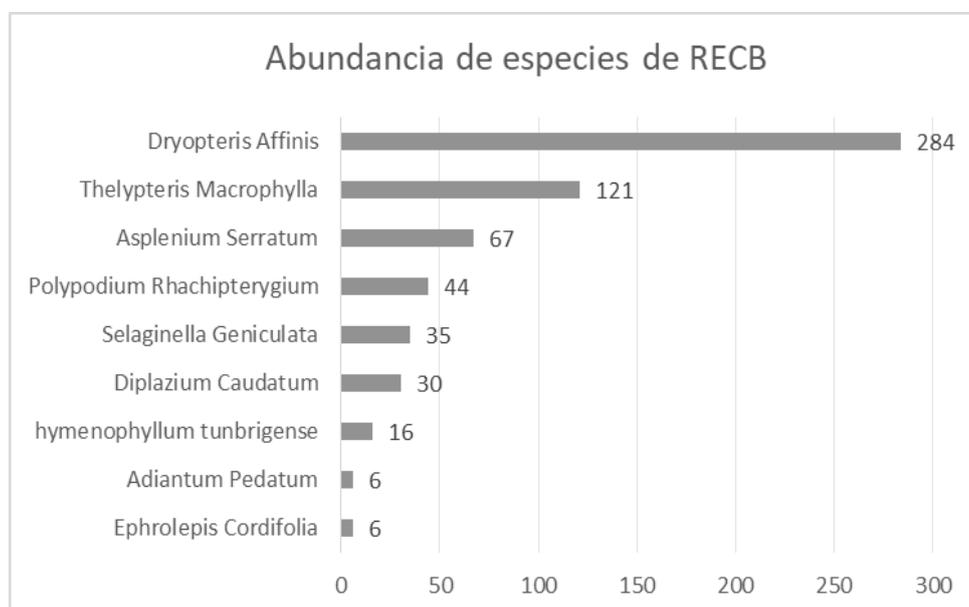
parcelas es adecuada para estimar la diversidad de pteridofitas, ya que la mayoría de las especies de pteridofitas no son mayores a los 3 metros por lo que se requiere un área de estudio pequeña para observar todos los individuos de dicho grupo.

**Tabla 5.** Índices de diversidad.

FAMILIA	ESPECIES	Ind	Abundancia	Riqueza	Dominancia	Shannon.
	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.)					
Davalliaceae	C. Presl	6	0,010	0,985	0,000	-0,046
Pteridaceae	<i>Adiantum pedatum</i> L.	6	0,010	0,985	0,000	-0,046
	<i>hymenophyllum tunbrigense</i>					
Hymenophyllaceae	(L.) Sm.	16	0,026	2,627	0,001	-0,096
	<i>Diplazium caudatum</i> sp (no resuelto)					
Athyriaceae		30	0,049	4,926	0,002	-0,148
	<i>Selaginella geniculata</i> (C. Presl) Spring					
Selaginellaceae		35	0,057	5,747	0,003	-0,164
	<i>Polypodium rhachipterygium</i>					
Polypodiaceae	Liebm.	44	0,072	7,225	0,005	-0,190
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i> L.	67	0,110	11,002	0,012	-0,243
	<i>Thelypteris macrophylla</i>					
Thelypteridaceae	(Kunze) CV Morton	121	0,199	19,869	0,039	-0,321
	<i>Dryopteris affinis</i> sp (no resuelto)					
Dryopteridaceae		284	0,466	46,634	0,217	-0,356
		609		100		-1,609

**Tabla 6.** Resultados índices de diversidad alfa

Índices de diversidad	Valores
Índice dominancia Simpson	0,281
Índice diversidad de Simpson.	0,719
Índice Shannon	-1,609
	1,609
Equitativita de Shannon	-0,732
	0.732



**Figura 6.** Abundancia de especies presentes en RECB



Figura 7. Clasificación taxonómica de especies en la RECB

### 2.9 Desafíos para la conservación en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

Mediante la técnica utilizada juicio de expertos se analiza la gestión de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, en la cual las principales recomendaciones es la contratación de mano de obra calificada, para disponer de profesionales especialistas en diferentes ámbitos. Además, una prioridad será actualizar el plan de manejo, con el objetivo de mejorar gestión interna de la reserva y sus resultados. Así mismo, es fundamental apuntalar el tema de capacitaciones, aumentar el personal de campo para mejorar el control de la tala de árboles, la minería artesanal y la caza de vida faunística. Además, se debería reforzar los controles por parte de las fuerzas armadas del Ecuador, con el objetivo de disminuir incursiones de grupos armados irregulares, esto facilitará el trabajo y gestión de la RECB.

Es fundamental plantear recomendaciones para la implementación de nuevos estudios del grupo de las pteridofitas en otras áreas o piso altitudinal dentro de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo. Esto permitirá comparar la diversidad de estas especies, y su distribución poblacional, ya que, puede cambiar por las condiciones ambientales de la reserva. Además, al ser un área con poca intervención científica se puede llegar a encontrar nuevas especies sin identificar, llegando hacer un logro para aquel que lo logre. Finalmente se debe tener cautela con las especies *Adiantum pedatum* L. y *Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl ya que, puede tener alguna presión o desequilibrio en el ecosistema llegando hacer de preocupación mayor, porque su población es sumamente menor en comparación a las especies *Thelypteris macrophylla* (Kunze) CV Morton y *Dryopteris affinis* sp (no resuelto) las cuales lideran el listado de mayor número de individuos del presente estudio

## 4 Conclusiones

Considerando los resultados del estudio actualmente la gestión de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo debe ser mejorada, ya que, tiene un gran propósito y visión de salvaguardar las 55451 ha de área protegida y sus especies que residen dentro de la reserva. Sin embargo, hace falta el apoyo económico y de personal especialista y de campo para el control diario del amplio terreno y precautelar la gran biodiversidad que existe en el sitio.

De la hectárea muestreada en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo la riqueza de las pteridofitas resulto en 9 especies, 9 géneros y 9 familias, con especies cosmopolitas alrededor del mundo

como es el caso de la familia *Polypodiaceae*. Por otro lado, la diversidad de pteridofitas del área de estudio determina que, los índices de dominancia de Simpson son bajos, con un valor de (0,281) y la diversidad de Simpson se determina en término medio con (0,719). Mientras que, el índice de Shannon manifiesta una diversidad media (1,609) y el del índice de equitatividad de Shannon indica una diversidad baja (0,732).

Finalmente, las limitaciones del presente estudio fueron principalmente la situación sanitaria del Covid-19. Además, el corto tiempo correspondiente al trabajo de campo lo cual impidió realizar un mayor muestreo que permita tener unos resultados más robustos. Por otra parte, el presupuesto fue otro de los problemas, ya que, para ingresar a la Reserva Ecológica Cofán Bermejo se debe tomar varios medios de transporte, que van desde carro particular o transporte público para la entrada de la parroquia Sevilla, después otro vehículo para llegar al puerto Vega, en la cual se toma una canoa para llegar a la reserva. Adicional, estos datos abren pasos a nuevas investigaciones de diversidad de pteridofitas, se recomienda realizar nuevos estudios en el área de estudio de la reserva.

**Contribución de autores:** Idea y conceptualización, P. G. y R.M.; metodología, P. G., R.M. y C.M.-R.; software, P. G. y R.M.; investigación, G. M. y P. G.; redacción, P. G. y R.M.; revisión, C.M.-R.; supervisión, C.M.-R.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Referencias:

1. Ruggiero, M.A.; Gordon, D.P.; Orrell, T.M.; Bailly, N.; Bourgoin, T.; Brusca, R.C.; Cavalier-Smith, T.; Guiry, M.D.; Kirk, P.M. A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS One* **2015**, *10*, e0119248.
2. Sánchez Capa, M.; Mestanza-Ramón, C.; Sánchez Capa, I. Perspectiva de conservación del suelo en la Amazonía ecuatoriana. *Green World J.* **2020**, *3*, 009, doi:<https://www.greenworldjournal.com/doi-022-wgj-2020>.
3. Molino, S. Helechos, la belleza sin flores. **2020**, *Foresta*, 70–77.
4. Praveen, A.; Pandey, V.C. Pteridophytes in phytoremediation. *Environ. Geochem. Health* **2020**, *42*, 2399–2411, doi:10.1007/s10653-019-00425-0.
5. Carlos, M.; Maritza, S. Community Tourism In Ecuador: A Special Case In The Rio Indillama Community, Yasuní National Park. *Int. J. Eng. Res.* **2019**, *V8*, doi:10.17577/ijertv8is060413.
6. RAMON, C.M.; VILLACÍS, M.T.; CAMPAÑA, D.L.; GARCÍA, A.C.; CALDERÓN, E.P.; GUTIERREZ, M.J.; VELASCO, A.A.; GUAMÁN, F.G.; NAVEDA, N.O. NATURAL PROTECTED AREAS IN ECUADOR, A POTENTIAL OF BIODIVERSITY FOR THE TOURISM.
7. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and Impacts Generated by the Filming of Discovery Channel's Reality Series "Naked and Afraid" in the Amazon: A Special Case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustainability* **2019**, *11*, 50.
8. Goswami, H.K.; Sen, K.; Mukhopadhyay, R. Pteridophytes: evolutionary boon as medicinal plants. *Plant Genet. Resour.* **2016**, *14*, 328–355, doi:DOI: 10.1017/S1479262116000290.
9. Chang, J.-S.; Yoon, I.-H.; Kim, K.-W. Heavy metal and arsenic accumulating fern species as potential ecological indicators in As-contaminated abandoned mines. *Ecol. Indic. - ECOL*

- INDIC* **2009**, *9*, 1275–1279, doi:10.1016/j.ecolind.2009.03.011.
10. Mestanza-Ramón, C.; Sanchez Capa, M.; Figueroa Saavedra, H.; Rojas Paredes, J. Integrated Coastal Zone Management in Continental Ecuador and Galapagos Islands: Challenges and Opportunities in a Changing Tourism and Economic Context. *Sustain.* **2019**, *11*.
  11. Takashima-Oliveira, T.; Medeiros, P.; Tavares Martins, A. Bryophyte communities across the ecological succession process in the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* **2020**, *92*, doi:10.1590/0001-3765202020180626.
  12. Sofowora, A.; Ogunbodede, E.; Onayade, A. The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African J. Tradit. Complement. Altern. Med. AJTCAM* **2013**, *10*, 210–229, doi:10.4314/ajtcam.v10i5.2.
  13. Asanza, M.; Reyes, D.; Cruz, L.C.G. Etnobotánica de helechos del nororiente ecuatoriano. *Rev. Amaz. Cienc. y Tecnol.* **2012**, *1*, 186–209.
  14. Pitman guía del patrimonio de áreas naturales protegidas deL ecuador 2002, 1–8.
  15. MAE-SNAP- SUIA Area protegidas SNAP, Ecuador.
  16. Mestanza-Ramón, C.; Henkanaththegedara, S.M.; Vásconez Duchicela, P.; Vargas Tierras, Y.; Sánchez Capa, M.; Constante Mejía, D.; Jimenez Gutierrez, M.; Charco Guamán, M.; Mestanza Ramón, P. In-Situ and Ex-Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges. *Divers.* **2020**, *12*.
  17. Galicia Alarcón, L.A.; Balderrama Trápaga, J.A.; Edel Navarro, R. Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura* **2017**, *9*, 42–53.
  18. Lerman, A. Types of Interviews, Types of Listening BT – The Non-Disclosing Patient: A Clinician’s Guide. In; Lerman, A., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2020; pp. 17–26 ISBN 978-3-030-48614-3.
  19. Kessler, M. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodivers. Conserv.* **2001**, *10*, 1473–1495, doi:10.1023/A:1011811224595.
  20. Watermeyer, K.; Guillera-Aroita, G.; Bal, P.; Burgass, M.; Bland, L.; Collen, B.; Hallam, C.; Kelly, L.; Mccarthy, M.; Regan, T.; et al. Using decision science to evaluate global biodiversity indices. *Conserv. Biol.* **2020**, *35*, doi:10.1111/cobi.13574.
  21. Storch, D.; Šizling, A.L. The Concept of Taxon Invariance in Ecology: Do Diversity Patterns Vary with Changes in Taxonomic Resolution? *Folia Geobot.* **2008**, *43*, 329–344.
  22. Cincotta, P.M.; Giordano, C.M.; Alves Silva, R.; Beaugé, C. The Shannon entropy: An efficient indicator of dynamical stability. *Phys. D Nonlinear Phenom.* **2021**, *417*, 132816, doi:https://doi.org/10.1016/j.physd.2020.132816.
  23. Gregorius, H.-R.; Gillet, E.M. Generalized Simpson-diversity. *Ecol. Modell.* **2008**, *211*, 90–96, doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.08.026.
  24. Beisel, J.-N.; Moreteau, J.-C. A simple formula for calculating the lower limit of Shannon’s diversity index. *Ecol. Modell.* **1997**, *99*, 289–292, doi:https://doi.org/10.1016/S0304-3800(97)01954-6.
  25. Robles Garrote, P.; Rojas, M. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística Aplicada Validation by expert judgements: two cases of qualitative research in Applied Linguistics. **2015**.

26. Barrios–Morales, F.; Alanís–Méndez, J.L.; Carvajal–Hernández, C.I. Diversidad de helechos y licopodios en el área privada de conservación Talhpan, Papantla, Veracruz, México. *Polibotánica* **2019**, 1–12.
27. Dai, X.; Chen, C.; Li, Z.; Wang, X. Taxonomic, Phylogenetic, and Functional Diversity of Ferns at Three Differently Disturbed Sites in Longnan County, China. *Divers.* **2020**, *12*.
28. Majuakim, L.; Anthony, F. Diversity and ecology of ferns on Mount Alab, Crocker Range Park, Sabah, Malaysia. **2019**, *68*, 167–176.

**Author's review:**

**Paola Guala** Bióloga por la Universidad Estatal Amazónica. Se ha especializado en temas relacionados con el análisis y diversidad de Pteridofitas en zonas amazónicas. Su reciente trabajo "Diversidad alfa de pteridofitas en el bosque siempre verde de tierra bajas de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, Sucumbíos – Ecuador" permitió obtener su título de grado



**Richar Monar**, Biólogo por la Universidad Estatal Amazónica. Se ha especializado en temas relacionados con el análisis y diversidad de Pteridofitas en zonas amazónicas. Su reciente trabajo "Diversidad alfa de pteridofitas en el bosque siempre verde de tierra bajas de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, Sucumbíos – Ecuador" permitió obtener su título de grado.



**Carlos Mestanza-Ramón**, Ingeniero Ambiental, Master en Gestión y Conservación del Medio Natural, Doctor en Conservación y Gestión del Mar. Profesor investigador titular de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Experto en Biodiversidad. Investigador del grupo de Investigación YASUNI-SDC. Desarrolla investigaciones en la Región Insular, Costa y Amazónica en Ecuador.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**Gregorio Jesus Maza Diaz.** Ingeniero Civil graduado de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito-Ecuador. Su interés personal es el desarrollo de ciencia y tecnología para prevenir el colapso de estructuras cuando son sometidas a sismos de diferente magnitud.



**David Patricio Guerrero Cuasapaz.** Ingeniero Civil en 2008 en la Universidad Central del Ecuador, Magister en Estructuras en 2016 en la Escuela Politécnica Nacional, Miembro afiliado en American Society of Civil Engineers (ASCE), Métodos de Elementos Finitos en UTN FRBA (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires), Constructor y Diseñador estructural para empresas privadas, Profesor en Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, en el Departamento de Ingeniería Civil.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# Reciclaje y reaprovechamiento de los residuos de concreto en pavimentos

Sara del Rocio Ochoa Averos <sup>1</sup>  Julio César Bizarreta Ortega <sup>1</sup>  Angel Chicaiza Ortiz <sup>2,3</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Federal de Integración Latino-Americana

<sup>2</sup> Universidad Regional Amazónica Ikiam, Grupo Interdisciplinario de Estudios en Arquitectura y Construcción Sostenible, Tena 150102, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Regional Amazónica Ikiam, Urban Planning and Amazon cities, Tena 150102, Ecuador

✉ Correspondencia: [saradelrociochoa@gmail.com](mailto:saradelrociochoa@gmail.com) 📞 + 55 45991484028

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51015>

**Resumen:** El modelo de producción actual es responsable por el consumo del 75 % de los recursos naturales ocasionando graves problemas urbanos. El resultado de esta cadena productiva es el aumento desenfrenado de residuos de construcción en las diferentes etapas de la obra. Ante este problema ambiental, social y financiero, fue necesario investigar alternativas para reaprovechar los residuos de construcción civil que satisfagan los criterios técnicos y económicos del consumidor. Por tanto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el reaprovechamiento de la fracción fina de residuos de concreto (RC-fino) para el refuerzo de la subrasante. Por lo tanto, el residuo fue tratado mecánicamente (triturado y tamizado), utilizando partículas con un diámetro inferior a 2mm, fue analizada la caracterización del material a través del ensayo de termogravimetría. Se analizaron las características físicas, parámetros de compactación y capacidad portante, tanto del suelo como de las mezclas con RC-fino en proporciones de 20, 40 y 60 % en peso. Al adicionar RC-fino, existe una disminución en los límites de Atterberg, densidad específica de los sólidos y expansión. Por otra parte, el índice de CBR incrementa con relación al suelo. Se enfatiza que al adicionar residuo satisface las exigencias establecidas en las normas brasileras para refuerzo de subrasante.

**Palabras claves:** Sustentabilidad; residuo de construcción y demolición; reaprovechamiento.

## Recycle and reuse of concrete residues in pavements.

**Abstract:** The current production model is responsible for consuming 75 % of natural resources, causing severe urban problems. This production chain is the unbridled increase in construction waste in the different stages of the work. For this environmental, social, and financial problem, it is necessary to investigate alternatives to reuse civil construction waste that meets the technical



**Cita:** Ochoa Averos, S. del R., Bizarreta Ortega, J. C., & Chicaiza Ortiz, A. (2022). Reciclaje y reaprovechamiento de los residuos de concreto en pavimentos. Green World Journal, 5(1), 015.  
<https://doi.org/10.53313/gwj51015>

**Received:** 15/February /2022

**Accepted:** 30/March/2022

**Published:** 01/April/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

and economic criteria of the consumer. Therefore, this work aims to evaluate the reuse of the fine fraction of concrete waste (RC-fine) for the reinforcement of the subgrade. Therefore, the residue has treated mechanically (crushed and sieved), using particles with a diameter of less than 2mm, the characterization of the material was analyzed through the thermogravimetry test. Physical characteristics, compaction parameters, and bearing capacity of the soil and the mixtures with RC-fine in proportions of 20, 40, and 60 % by weight have been analyzed. There is a decrease in the Atterberg limits, the specific density of solids, and expansion by adding RC-fine. On the other hand, the CBR index increases about the soil. It is emphasized that adding residue satisfies the requirements established in the Brazilian standards for subgrade reinforcement.

**Keywords:** Sustainability; construction and demolition waste; reuse.

## 1. Introducción

La industria de la construcción es importante para transformar y mejorar la calidad de vida de la población, satisfaciendo las necesidades de bienes de consumo y déficit habitacional. Sin embargo, el modelo de producción actual es responsable por el consumo de hasta el 75 % de los recursos naturales generando problemas ambientales, económicos y sociales [1]. La gran cantidad de residuos de construcción ha planteado grandes desafíos para la sostenibilidad del desarrollo económico y social. Por ejemplo, en el año 2020 fueron colectados por los municipios brasileros cerca de 47 millones de toneladas de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) [2]. Sin embargo, muchos residuos no son contabilizados al ser descartados en lugares inadecuados. El descarte incorrecto genera degradación en el ambiente urbano, impactos en la salud al ser foco de proliferación de transmisores de vectores como *leptospirose*, polución visual, sedimentación en los afluentes hídricos al obstruir los sistemas de drenaje. Además de las consecuencias ambientales, la remoción de estos residuos acumulados irregularmente aumenta el gasto público municipal [1].

El Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) en el año 2015, a través de la Resolución N. 469 define al RCD como agregados provenientes de construcciones, restauraciones y reparaciones de obras de construcción civil, tales como, ladrillos, bloques cerámicos, concretos, suelos, rocas, metales, resinas, etc. Estos residuos pueden ser clasificados en cuatro clases: A, B, C y D. En la clase A, se encuentran los residuos que pueden ser reutilizados o reciclados para la producción de agregados, esta categoría engloba materiales provenientes de: construcción, fabricación, demolición, reparación o restauraciones de obras de infraestructura o pavimentos. En la clase B, se localizan los materiales que pueden ser reutilizados en otros ámbitos, de los cuales hacen parte: el plástico, papel, metales, vidrios, maderas, embalajes, pintura y yeso. Las clases C y D no pueden ser reaprovechados, en el caso de la clase C no fueron desarrolladas tecnologías para ser reutilizadas o son inviables económicamente, mientras, la clase D engloba residuos peligrosos, contaminados y perjudiciales para la salud [3].

En la literatura los RCD son clasificados como heterogéneos debido a la falta de disciplina en la descarga, amplia variedad de materiales utilizado en construcciones típicas, elevado costo en la separación de los materiales, áreas insuficientes para la descarga de desechos, desconocimiento, etc. El reciclaje del RCD se reconoce como un componente integrado a la ley de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar), al ser parte de la construcción sostenible. El reciclar cuenta con algunas ventajas, tales como, disminuir el volumen de residuos sólidos en vertederos, aumento de la vida útil de los materiales, reduciendo así de la explotación de materias primas protegiendo los recursos naturales no renovables y aliviando las presiones ambientales para la construcción [4,5].

Entre los principales desafíos está el promover el reciclaje debido a las barreras impuestas por las partes interesadas ante la aversión a los productos con materiales reaprovechados, debido a la falta de información sobre las propiedades técnicas y económicas, necesitando mayores garantías con respecto a la calidad. La viabilidad económica depende de múltiples factores, incluyendo el tipo de material, elementos de construcción, la distancia de transporte y el contexto político (políticas públicas) [4,5].

El reciclaje puede ser impulsado por los legisladores al incrementar un impuesto para el uso de vertederos y una multa para los vertederos ilegales, esta medida disminuiría el consumo de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, conservando y/o preservando áreas de tierra a través de la abertura de nuevos vertederos y el aumento de la vida útil de los vertederos existentes. Además, los gobernantes pueden incentivar y subsidiar los agregados reciclados, o invertir en investigaciones que mejoren la calidad de los materiales reaprovechados.

El RCD puede ser reciclado dentro y fuera del cantero de obras. Para la primera alternativa, es necesario un equipo (molino de martillo) que sea capaz de transformar residuos de cerámica, enlucido y concreto en agregado. En la segunda alternativa el material es transportado a una Central de Reciclaje de Residuos [1].

El residuo puede ser reaprovechado como agregado de enlucidos, ladrillos y bloques prefabricados (bordillos, veredas) al tener componentes con un gran potencial. Sin embargo, cuanto mayor la resistencia necesaria, normalmente hay menos interés del uso de agregados reciclados, debido a las características como cantidad de finos, porosidad, resistencia del grano y absorción de agua [4].

Otra alternativa interesante es en obras geotécnicas, debido a es necesario grandes volúmenes de agregados, además de la facilidad para cumplir las exigencias de las normas técnicas. El agregado puede ser utilizado en las diferentes capas del pavimento como refuerzo, relleno o en la mezcla del pavimento [6–9].

En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la posibilidad de reciclaje y reaprovechamiento del residuo de concreto. Esta alternativa fue analizada de acuerdo a los parámetros técnicos y exigencias establecidas en las normas brasileras. En lo que respecta a las muestras del suelo natural y con RC-fino fueron estudiadas en laboratorio donde se obtuvo la caracterización física, límites de Atterberg, densidad específica de los sólidos, expansión e índice de CBR.

## 2. Materiales y métodos

La investigación es de carácter experimental y se llevó a cabo en la región sur del Brasil, en la ciudad de Foz de Iguazú, estado de Paraná. El método se desarrolló en seis etapas: obtención del material, trituración del RC para obtener RC-fino, dosificación de suelo con diferentes porcentajes de RC-fino, caracterización física, termogravimétrico y ejecución del ensayo de CBR, tanto del suelo natural como de las mezclas.

El suelo ha sido extraído del Campo Experimental del Grupo de Investigación en Geotecnia de la UNILA (25°28'38.1"S,54°35'12.3"W) (Figura 1a), a 80 cm de profundidad, este material se

transportó en sacos de tela al laboratorio para ser almacenados en la cámara húmeda a temperatura ambiente. Luego, se realizó el proceso de disgregación de los terrones y homogenización del material natural.

Las muestras de residuo de construcción se obtuvieron del vertedero de inertes de Foz de Iguazú (25°27'48.1"S,54°36'22.3"W) (Figura 1b), los residuos recolectados eran procedentes de concreto sin restos contaminantes. Luego, se procedió a una trituración con el empleo de la Máquina de Abrasión Los Ángeles, donde el residuo ha sido sujeto a choques con seis esferas de acero inoxidable por un periodo de 6 horas. El agregado resultante ha sido tamizado por una malla N°10 (2mm), generando residuo de concreto fino (RC-fino) y almacenado en cilindros plásticos con tapa en la cámara húmeda. En la Figura 2, se observa los materiales analizados.



**Figura 1.** Ubicación de lugares de extracción de suelo y residuos de concreto: (a) Campo Experimental del Grupo de Investigación en Geotecnia de la UNILA; (b) Vertedero de inertes de Foz do Iguazú.



**Figura 2.** Materiales analizados: (a) Suelo; (b) Residuo de concreto fino.

La tercera etapa consistió en realizar tres mezclas de suelo con RC-fino en proporciones de 20, 40 y 60 % en peso. Para determinar el porcentaje de material natural y residuo seco, se determinó la humedad higroscópica, 8.5 y 2.2 %, respectivamente. A partir de esta información se calculó la proporción de cada material. Las mezclas fueron homogenizadas y almacenadas en la cámara húmeda.

La caracterización física y el análisis termogravimétrico ha sido basado en las Normas Técnicas Brasileñas (NBR), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *International Organization for Standardization* (ISO), con los ensayos que se referencian en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Caracterización física y mineralógica del material natural y las tres mezclas.

Ensayo	Norma
pH	Bowles [10]
Densidad específica de los sólidos ( $\delta$ )	NBR 6508 [11]
Límite líquido (LL)	NBR 6459 [12]
Límite plástico (LP)	NBR 7180 [13]
Granulometría	NBR 7181 [14] ISO 1320 [15]
Análisis termogravimétrico	ASTM E 2550 [16]

En el análisis del pH se colocó 3 gramos de material y 30ml de agua desionizada, la solución fue agitada por 5 minutos. Luego, se sumergió el papel de pH por 15 segundos, evitando el contacto con la base del vaso, se retiró el papel, se esperó 5 minutos y se estimó el valor del pH. En la Figura 3 se presentan los materiales utilizados y las tonalidades de colores de acuerdo al pH.



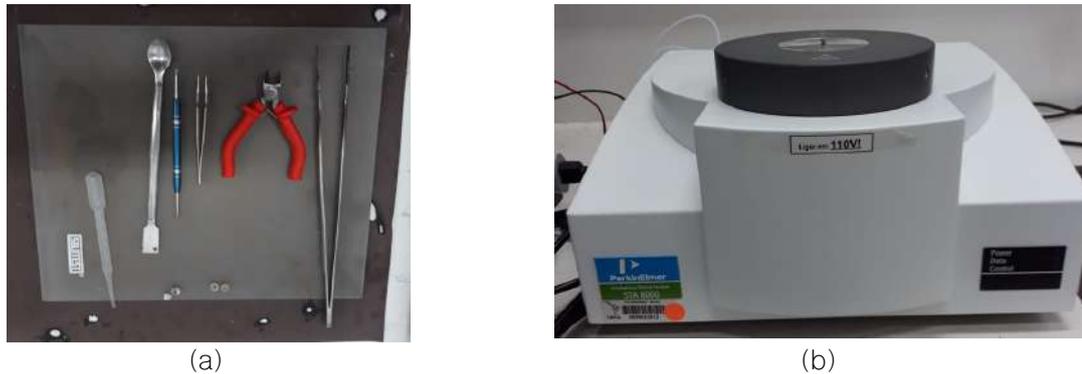
**Figura 3.** Ensayo de pH: (a) Materiales utilizados; (b) Tonalidades de colores y su respectivo pH.

El ensayo de granulometría para las partículas finas fue realizado a través del granulómetro a láser de marca CILAS, modelo 1190. La lectura de los granos por el granulómetro comprende de 0.04 a 2500 $\mu$ m con un índice de oscuración medio del 25 %. Ha sido utilizada agua desionizada, con un tipo de dispersante que depende del pH de la muestra. Para muestras alcalinas se ha utilizado hexametáfosfato de sodio a una concentración de 45.7g/L, mientras para muestras ácidas se ha utilizado hidróxido de sodio con una concentración de 1mol/L [17].

El ensayo de compactación fue realizado de acuerdo con la NBR 7182 [18], usando un soquete de Proctor automático de la marca AMC, usando energía normal, cilindro pequeño y reutilización del material. Posteriormente se realizó el ensayo de CBR con base en la NBR 9895 [19] para todas las muestras, incluyendo el suelo natural. El control de la expansión del cuerpo de prueba sumergido en el tanque ha sido por 7 días, con lecturas en extensómetros cada 24 horas. Se realizó un incremento en el período de inmersión del cuerpo de prueba de 4 a 7 días ante la posibilidad de actividad cementicia de los residuos de concreto fino.

El análisis termogravimétrico (TG) y la termogravimetría derivada (DTG) tuvo en cuenta la pérdida de masa en diferentes temperaturas. El equipo utilizado para analizar las muestras es de marca Percking Elmer, modelo STA 8000, cuya temperatura varía de 15 a 1600 °C, el mismo se encuentra

disponible en el LADEMA. Para la realización del ensayo el material fue triturado hasta ser inferior a 0,15mm, después fue dejado por 1 hora dentro del equipo a 35°C, con el objetivo de separar el agua libre de las muestras según lo recomendado por Scrivener, Snellings, Lothenbach [20]. En la Figura 4, se muestran los materiales y el equipo utilizado para realizar el ensayo de análisis termogravimétrico.



**Figura 4.** Análisis gravimétrico: (a) Materiales utilizados; (b) Equipo Simultaneous Thermal Analyzer (STA) 8000.

### 3. Resultados

La Tabla 2 presenta los valores encontrados en el ensayo de densidad específica de los sólidos y límites de Atterberg. Es importante enfatizar que se cumple la verificación del desvío padrón menor a 5 % del límite de plasticidad.

**Tabla 2.** Caracterización física.

Porcentaje de RC-fino (%)	$\delta$ (g/cm <sup>3</sup> )	Límites de Atterberg		
		LL (%)	LP (%)	IP (%)
0	2.80	46.22	27.40	18.82
20	2.76	35.82	22.94	12.88
40	2.72	24.67	19.43	5.24
60	2.69	-	-	NP
100	2.62	-	-	NP

El pH del suelo analizado es 5.55 siendo clasificado como un material ácido, para este tipo de suelo ha sido utilizado el hidróxido de sodio como dispersante por 24 horas. Las mezclas con un porcentaje total o parcial de residuo han sido clasificadas como materiales básicos, por lo cual se utilizó el hexametáfosfato de sodio como dispersante por un periodo de 24 horas. Las curvas granulométricas del material natural, del residuo de concreto y las mezclas aparecen en la Figura 4.

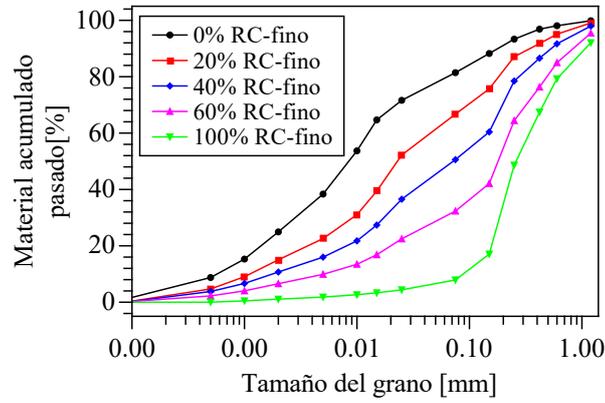


Figura 4. Curvas granulométricas.

La Figura 5 se observa los resultados de TG y DTG del cemento y del residuo de concreto reutilizado.

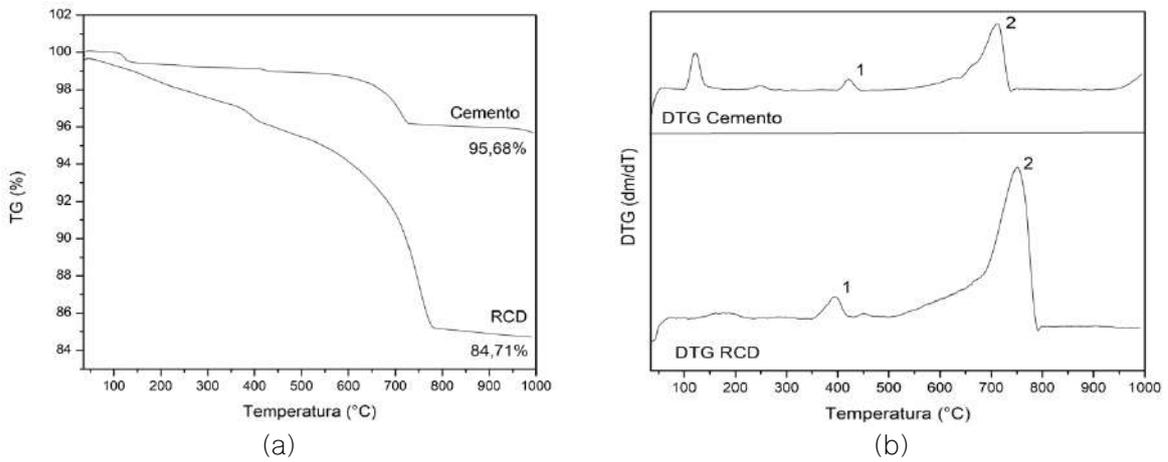


Figura 5. Ensayo termogravimétrico: (a) TG; (b) DTG.

La Tabla 3 presenta la clasificación de las muestras por dos sistemas: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO)[21].

Tabla 3. Caracterización SUCS y AASHTO.

Porcentaje de RC-fino (%)	SUCS	AASHTO
0	CL	A-7-6(13)
20	CL	A-6(7)
40	CL-ML	A-4(3)
60	SM	A-2-4(0)
100	SP-SM	A-3(0)

La Tabla 4 muestra los resultados de compactación con energía normal, considerando condiciones sin reutilización del material.

Tabla 4. Ensayo de compactación.

Porcentaje de RC-fino (%)	Humedad óptima, (%)	Masa específica aparente seca, (g/cm <sup>3</sup> )
0	28.41	1.58
20	20.60	1.65
40	18.60	1.71
60	16.70	1.75

La Tabla 5 presenta los resultados encontrados en el ensayo de CBR, en la etapa de expansión y resistencia a la penetración. El valor de CBR del suelo no satisface el valor mínimo (2 %) para ser utilizado como capa de subrasante, por tanto, es necesario realizar la capa de refuerzo de la subrasante. Al adicionar residuo en el suelo verifican el parámetro de expansión ( $\leq 1$  %) y CBR ( $\text{CBR} \geq 12$  %), establecido por la norma brasilera [22], para ser utilizados como material de refuerzo. Mayores detalles sobre las etapas y cálculos del CBR se encuentra en [23].

Tabla 5. Resultados de CBR: expansión y resistencia a la penetración.

Porcentaje de RC-fino (%)	Expansión (%)	CBR (%)
0	1.23	1.8
20	0.34	12
40	0.13	21.3
60	0.01	32

#### 4. Discusión

El valor de la densidad específica del residuo de concreto varia en la literatura, debido a la heterogeneidad del material y el tamaño. La densidad del RC-fino está dentro del intervalo encontrado en otras investigaciones [24,25]. Por otro parte, al adicionar un porcentaje de residuo en el material natural, el comportamiento va a depender de la proximidad de las densidades específicas de los materiales originales, pudiendo ocasionar una variación lineal o mínima [26].

En el análisis de los límites de Atterberg, el suelo es un material plástico mientras el agregado reciclado no presenta plasticidad, por lo tanto, al adicionar porcentajes de RC-fino en las mezclas, se va reduciendo el índice de plasticidad, como ha sido observado en la literatura [26]. Este comportamiento también es encontrado al incrementar cemento al suelo [27]. Al parecer el cemento disminuye la plasticidad del suelo, y el agregado reciclado puede contener fracciones de cemento, que justificaría su acción estabilizadora.

A pesar del proceso de trituración del agregado de concreto, la mayoría de partículas de RC-fino son mayores que las del suelo analizado, lo que justifica que al adicionar residuo la tendencia de las curvas granulométricas a incrementar el porcentaje de gruesos y disminuir los finos. Sin embargo, esta característica no es notoria cuando no existe diferencia significativa entre la distribución granulométrica del material natural y el reaprovechado [28].

En los análisis de TG y DTG, del cemento y RC-fino, se observa diferentes porcentajes de masa residual de 95,68 % (cemento) y 84,71 % (RCD-C fino), a 1000°C. Ambos materiales muestran coincidencia en relación a la mayor pérdida de masa en el rango de 450 a 750°C. Otras coincidencias son los puntos (1) y (2), que de acuerdo con Rigo [29] corresponde a los hidróxidos de calcio y carbonatos de calcio, respectivamente. Los resultados de TG y DTG muestran algunas similitudes entre el cemento y el RCD-C fino.

Según la clasificación de AASTHO el suelo presenta características de regular a malo para ser aplicado como subrasante. Sin embargo, al adicionar RC-fino este calificativo pasa a ser de excelente a bueno.

El ensayo de CBR puede ser dividido en tres etapas: compactación, expansión y resistencia a la penetración. El suelo no cumple con el valor máximo ( $\leq 1$  %) para expansión y el valor mínimo para CBR ( $\text{CBR} \geq 2$  %), por lo que es necesario realizar una camada de refuerzo de la subrasante. Al mezclar suelo con 20, 40 y 60 %, satisface las exigencias para ser utilizado como refuerzo de la subrasante al tener una expansión  $\leq 1$  % y un  $\text{CBR} \geq 12$  %.

Al adicionar residuo los valores de la expansión disminuyen, esto puede indicar una estabilización química, ya que el remanente del cemento presente en el residuo de concreto se hidrata y reacciona con las partículas arcillosas, endureciéndolas, y al endurecer la expansión de la muestra disminuye, por ejemplo, si en el RCD-C fino sólo hubiese partículas de cuarzo los mismos no van a reaccionar por lo tanto no se conseguiría reducir la expansión [6–8].

Al adicionar RC-fino al suelo existió un incremento en el valor del CBR, producto de la acción mecánica y química, posiblemente las partículas de suelo y RC-fino presentan rozamiento entre las partículas sólidas, debido al elevado estado de la compactación. Del mismo modo, las fuerzas cohesivas se pueden incrementar por la acción de los minerales de cemento remanentes en la mezcla durante los siete días de cura. Tendencias similares han sido observadas en la literatura, como es presentado por [6,7]. Resultados opuestos, es decir, disminución del CBR al incrementar residuo, fueron encontrados con 40 % de RCD [30].

## 5. Conclusión

El residuo de concreto analizado satisface las exigencias brasileras para ser utilizado como material de refuerzo en la subrasante, tanto para las mezclas con 20, 40 y 60 % de RC-fino. Los ensayos realizados resaltan los siguientes puntos: (i) la densidad específica disminuye al incrementar porcentajes de agregado reciclado en el suelo; (ii) el suelo va disminuyendo su plasticidad al adicionar RC-fino, hasta perderla completamente como es el caso de la mezcla con 60% de RC-fino; (iii) al comparar el cemento y RC-fino en el TG y DTG, existen algunas similitudes con relación a la mayor pérdida de masa, y presencia de hidróxido de calcio y carbonatos de calcio; y (iv) existe una mejora en la capacidad de soporte del material al añadir residuo fino, posiblemente por procesos conjuntos de estabilización mecánica y química.

Por lo expuesto, el residuo de concreto fino es una alternativa con un elevado potencial para su reciclaje y reaprovechamiento, al cumplir con las exigencias técnicas y la cantidad necesaria para ser aplicado en el área de pavimentos, específicamente, en la estabilización de la subrasante.

**Contribución de autores:** Idea (J.C.B.O), Introducción (S.D.R.O.A), Metodología (S.D.R.O.A y J.C.B.O), Recopilación de datos (S.D.R.O.A), Redacción-revisión (S.D.R.O.A, J.C.B.O, A. C. O).

**Financiamiento:** Este trabajo fue financiado por la Universidad Federal de Integración Latino-Americana (UNILA).

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Miranda, L. *Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição:Teoria e Prática.*; Appris.; Curitiba, 2020;
2. Brasil. *Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil: 2021.*; São Paulo, 2022;
3. Resolucao-CONAMA-469-de-29-07-2015.
4. He, L.; Yuan, H. Investigation of Construction Waste Recycling Decisions by Considering Consumers' Quality Perceptions. *Journal of Cleaner Production* **2020**, *259*, 1–11, doi:10.1016/j.jclepro.2020.120928.
5. Shooshtarian, S.; Caldera, S.; Maqsood, T.; Ryley, T. Using Recycled Construction and Demolition Waste Products: A Review of Stakeholders' Perceptions, Decisions, and Motivations. *Recycling* **2020**, *5*, 1–16, doi:10.3390/recycling5040031.
6. Kerni, V.; Kumar Sonthwal, V.; Jan, U. Review on Stabilization of Clayey Soil Using Fines Obtained From Demolished Concrete Structures. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* **2015**, *3297*, 3204–3209, doi:10.15680/IJRSET.2015.0405106.
7. Paul, H.; Cyrus, S. Stabilization of Weak Subgrade Soil Using Demolished Concrete Aggregate. *Indian Geotech Conference IGC* **2016**, *2*, 93–105.
8. Singh, E.L.; Singh, E.S. Improvement in CBR Value of Soil Using Waste Concrete Fines. *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering |* **2017**, *3*, 1–5.
9. Bowles, J. *Manual de Laboratorio de Suelos En Ingenieria Civil.*; McGRAW-HILL.; Bogotá, 1980; ISBN 968-451-046-2.
10. Brasil. *ABNT NBR 6508: Grãos de Solos Que Passam Na Peneira de 4.8mm: Determinação Da Massa Específica.*; Rio de Janeiro , 1984;
11. Brasil. *ABNT NBR 6459: Solo: Determinação Do Limite de Liqueidez.*; Rio de Janeiro , 2016;
12. Brasil. *ABNT NBR 7180: Solo: Determinação Do Limite de Plasticidade.*; Rio de Janeiro , 2016;
13. Brasil. *ABNT NBR 7181: Solo: Análise Granulométrica.*; Rio de Janeiro , 2016;
14. International Organization for Standardization (ISO). *ISO 13220: Particle Size Analysis: Laser Diffraction Methods.*; Ginebra, 2009;
15. American Society for Testing and Materials (ASTM). *ASTM E 2550: Standard Test Method for Thermal Stability by Thermogravimetry.*; West Conshohocken, 2009;
16. Mauri, J.; Ruiz, H.A.; Fernandes, R.B.A.; Ker, J.C.; Rezende, L.R.M. Dispersantes Químicos Na Análise Granulométrica de Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* **2011**, *35*, 1277–1284.
17. Brasil. *ABNT NBR 7182: Solo: Ensaio de Compactação.*; Rio de Janeiro , 2016;
18. Brasil. *ABNT NBR 9895: Índice de Suporte de California: Requisitos.*; Rio de Janeiro , 2016;
19. Karen Scrivener, R.S.B.L. *A Practical Guide to Microstructural Analysis of Cementitious Materials*; Scrivener, K., Snellings, R., Lothenbach, B., Eds.; CRC Press, 2018; ISBN 9781351228497.
20. Braja, M. *das Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones.*; Santa Fe, 2012;

21. Brasil. ABNT NBR 15115: *Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos Da Construção Civil: Execução de Camadas de Pavimentação: Procedimentos*; Rio de Janeiro, 2004;
22. Ochoa Averos, S. *Estudio Experimental Sobre La Estabilización de Una Subrasante Limo Arcillosa Con RCD-Concreto Fino (Partículas < 2mm) Para Aplicación En Pavimentos*; Foz de Iguazú, 2019;
23. Favaretto, P.; Hidalgo, G.E.N.; Sampaio, C.H.; de Almeida Silva, R.; Lermen, R.T. Characterization and Use of Construction and Demolition Waste from South of Brazil in the Production of Foamed Concrete Blocks. *Applied Sciences* **2017**, *7*, 1–15, doi:10.3390/app7101090.
24. Oliveira, T.C.F.; Dezen, B.G.S.; Possan, E. Use of Concrete Fine Fraction Waste as a Replacement of Portland Cement. *Journal of Cleaner Production* **2020**, *273*, doi:10.1016/j.jclepro.2020.123126.
25. Silva, A.C. da; Fucale, S.; Ferreira, S.R. de M. Efeito Da Adição de Resíduos Da Construção e Demolição (RCD) Nas Propiedades Hidromecânicas de Um Solo Areno-Argiloso. *Revista Materia* **2019**, *24*, doi:10.1590/s1517-707620190002.0670.
26. Joaquim, A.G. *Estudo de Dois Solos Tropicais Melhorados Com Cimento Ou Cal Para Emprego Em Camadas Superiores de Estradas Não Pavimentadas*., Campinas, 2017.
27. Santos, E.C.G. *dos Aplicação de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados (RCD-R) Em Estruturas de Solo Reforçado*., São Carlos, 2007.
28. Rigo, E. *Avaliação Do Potencial de Captura de CO2 de Concretos Com Resíduos de Construção de Demolição Devido à Carbonatação*., Foz de Iguazú, 2019.
29. Araújo, C.C.L.; Sales, N. da S. *Análise Da Mistura Do Agregado Reciclado de RCD Associado Ao Solo Laterítico Para Utilização Na Camada de Base de Pavimentos*. In *Proceedings of the 9° Forum Internacional de Resíduos Sólidos*; Porto Alegre, 2018; pp. 1–10.

#### Author's review:



**Sara del Rocío Ochoa Averos** Maestranda en Ingeniería Civil de Infraestructura – Materiales y desempeño de las construcciones en la Universidad Federal de Integración Latino-Americana (UNILA), bolsista CAPES. Graduada en Ingeniería Civil por la misma institución. Miembro del grupo de investigación GEOUNILA



**Julio César Bizarreta Ortega** Doctorando en ingeniería Civil – Geotecnia por la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro (PUC-Rio). Profesor en la Universidad Federal de Integración Latino-Americana (UNILA). Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Líder del grupo de investigación en geotecnia GEOUNILA en Brasil



**Angel Chicaiza Ortíz** Máster en Ingeniería Civil – Construcciones Civiles del Instituto Politécnico de Leiria (Portugal), estudios realizados con una beca completa financiada por la SENESCYT. Profesor de la Universidad Regional Amazónica Ikiam; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ayudante de laboratorio en la Universidad Técnica de Ambato y ha colaborado con varias universidades del Ecuador. En el ámbito privado es fundador de Grupo Internacional de Fomento a la Excelencia.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

# Efecto de la cocción sobre la capacidad antioxidante del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*)

Pablo D. Carrera Oscullo<sup>1</sup>   Fernando A. Novillo Logroño<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Sede Lago Agrio, Nueva Loja EC210150, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad Central del Ecuador, Quito EC170521, Ecuador; [fnovillo@uce.edu.ec](mailto:fnovillo@uce.edu.ec)

 Correspondencia: [pablodacar@yahoo.com](mailto:pablodacar@yahoo.com)  + 593 98 452 2854

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51016>

**Resumen:** El tomate de árbol o tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*) es una fruta de interés por sus excelentes cualidades sensoriales y nutritivas. En Ecuador, es una práctica común cocer el tomate de árbol antes de preparar jugos y salsas, lo que puede reducir o incrementar su capacidad antioxidante. El objetivo del presente estudio fue determinar la capacidad antioxidante en frutos de tomate de árbol de las variedades anaranjado puntón y rojo mora que se cocieron en agua a ebullición por varios periodos de tiempo. La capacidad antioxidante se midió por el método ABTS y se expresó como actividad antioxidante equivalente a Trolox. En las dos variedades, la mayor capacidad antioxidante se obtuvo a los 10 minutos de cocción, con valores más altos en la variedad rojo mora. El análisis estadístico mostró que tanto la variedad de tomate de árbol como el tiempo de cocción fueron estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ), mientras que la interacción no fue significativa ( $p > 0,05$ ). La capacidad antioxidante más alta de la variedad rojo mora puede estar relacionada con la presencia de antocianinas en el mucílago que rodea las semillas, mientras que el incremento de la capacidad antioxidante en los frutos cocidos puede estar relacionado con el ablandamiento de los tejidos, lo que incrementa la biodisponibilidad de los antioxidantes.

**Palabras claves:** Actividad antioxidante, *Cyphomandra betacea*, método ABTS, tamarillo, Trolox

## Effect of cooking on the antioxidant capacity of tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*)

**Abstract:** The tamarillo or tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*) is a fruit of interest due to its excellent sensory and nutritional qualities. In Ecuador, it is a common practice to cook the tamarillo before preparing

juices and sauces, which can reduce or increase their antioxidant capacity. The objective of the present study was to determine the antioxidant capacity in yellow and red tamarillos that were cooked in boiling water for various periods of time. Antioxidant capacity was measured by the ABTS method and expressed as Trolox equivalent antioxidant



**Cita:** Carrera Oscullo, P. D., & Novillo Logroño, F. A. (2022). Efecto de la cocción sobre la capacidad antioxidante del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). Green World Journal, 5 (1) 016.

<https://doi.org/10.53313/gwj51016>

**Received:** 17/February/2022

**Accepted:** 25/March/2022

**Published:** 01/April/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

activity. In both varieties, the highest antioxidant capacity was obtained after 10 minutes of cooking, with higher values in the red variety. Statistical analysis showed that both variety and cooking time were statistically significant ( $p < 0.05$ ), while the interaction was not significant ( $p > 0.05$ ). The higher antioxidant capacity of the red variety may be related to the presence of anthocyanins in the seed jelly, while the increase in antioxidant capacity in cooked fruits may be related to the matrix softening that increases the bioavailability of antioxidants.

**Keywords:** Antioxidant activity, *Cyphomandra betacea*, ABTS method, tamarillo, Trolox

## 1. Introducción

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) es una fruta originaria de Sudamérica que tiene buenas propiedades organolépticas y es muy versátil en cuanto a sus preparaciones. Puede consumirse como fruta fresca o como jugo, además, posee características que le permiten incursionar en la industria de los suplementos nutracéuticos y representa una alternativa de explotación como producto no tradicional de exportación. En Ecuador, el tomate de árbol se cultiva en alrededor de 5000 ha de los valles interandinos de la Sierra, registrando rendimientos de 60 a 80 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. La variedad anaranjado puntón es la que más sobresale con un registro de siembra del 60.7 % y también destaca la variedad rojo mora por su buen rendimiento y frutos de buena calidad [1]. La temperatura estable durante todo el año y los prolongados periodos de luminosidad de la zona ecuatorial, provocan que los frutos cultivados en el Ecuador desarrollen mejor sus almidones, lo que resulta en un sabor menos ácido y muy agradable [2].

Con respecto a la morfología, el fruto de tomate de árbol tiene forma ovalada con un tamaño de 4–10 cm de largo y 3–5 cm de diámetro. La cáscara es lisa, amarga y su color varía de amarillo a violeta. La pulpa es firme, succulenta y de color anaranjado. El mucílago que rodea las semillas en los dos compartimentos longitudinales es suave, agrídulce, de color anaranjado en la variedad anaranjado puntón y de color violeta en la variedad rojo mora. Las semillas son finas, casi planas y circulares [2,3].

En cuanto a sus propiedades químicas, el fruto contiene una cantidad alta de pectinas y es bajo en carbohidratos, además, es una excelente fuente de antioxidantes como: vitaminas B<sub>6</sub>, C, y E, carotenoides y compuestos fenólicos [3,4]. Los antioxidantes son sustancias que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas al capturar radicales que inician o propagan reacciones que dañan las células [5]. Los carotenoides y los compuestos fenólicos, especialmente los flavonoides, muestran una gran capacidad para capturar radicales libres causantes del estrés oxidativo, por lo que se les atribuye beneficios potenciales en la prevención del cáncer y enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas [6,7]. Los compuestos fenólicos también poseen actividades antimicrobianas, antialérgicas, antitrombóticas y antiinflamatorias [8]. A pesar de que la concentración de compuestos fenólicos del tomate de árbol es menor o igual que en otras frutas, su capacidad antioxidante es mayor que en frutas ricas en antioxidantes como las naranjas, uvas, peras y manzanas. Esto indica que sus compuestos fenólicos u otros compuestos son antioxidantes más fuertes. De hecho, se ha demostrado que los ácidos hidroxicinámicos y rosmarínicos, que son los compuestos fenólicos mayoritarios en el tomate de árbol, poseen una mayor actividad antioxidante que el ácido ascórbico y el tocoferol [9].

Uno de los métodos más aplicados para determinar la capacidad antioxidante de un alimento, consiste en el uso de sustancias cromógenas de naturaliza radical, en donde la pérdida de color se produce de manera proporcional a la concentración. Entre estos métodos, el del radical catión ABTS<sup>•+</sup> (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) es uno de los más rápidos, origina resultados reproducibles, tiene alta sensibilidad y permite analizar sustancias hidrofílicas y lipofílicas [8]. Este radical se genera por la oxidación de ABTS, haciendo que la disolución tome un color azul verdoso que se decolora al reducirse con antioxidantes. La concentración del antioxidante es

proporcional a la decoloración y puede depender del tiempo escogido para realizar la medición [10]. El compuesto sintético Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), un análogo de la vitamina E, se usa como antioxidante de referencia en muestras de alimentos debido a que la medición de cada uno de los antioxidantes de una muestra biológica es muy compleja [11].

En Ecuador, es una práctica común cocer en agua a ebullición los frutos de tomate de árbol antes de preparar jugos y salsas, lo que puede reducir o incrementar su capacidad antioxidante. La cocción es un tratamiento térmico que produce en los alimentos algunos cambios en su textura, color, sabor y calidad nutricional, que mejoran su aceptación por el consumidor. Sus efectos deseables son: destrucción enzimática, ablandamiento de los tejidos y mejora de la digestibilidad, mientras que sus efectos indeseables son: destrucción de nutrientes y pérdida de cualidades organolépticas [12]. Aunque el consumo de vegetales frescos es ampliamente defendido, existe evidencia de que la biodisponibilidad de muchos compuestos bioactivos mejora cuando los vegetales se someten a cocción [13,14]; por ejemplo, Miglio *et al.* [14] mencionan que la capacidad antioxidante de zanahorias cocidas en agua a ebullición se incrementó en un 108 % y lo relaciona con el ablandamiento de los tejidos, lo que incrementa la biodisponibilidad de los antioxidantes. Sin embargo, la cocción también puede provocar la destrucción de compuestos sensibles al calor como las vitaminas A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y ácido fólico [15]; por ejemplo, Lee *et al.* [16] mencionan que el contenido de vitamina C de brócoli, disminuyó en un 47 % después de cocerlo en agua a ebullición por 5 minutos. Además, otras vitaminas y nutrientes pueden resistir al calor durante la cocción, pero se escurren con el agua.

Generalmente, se tiene la noción que los vegetales y frutos cocidos tienen una menor capacidad antioxidante que los frutos frescos. Esto se debe principalmente a que sólo se mide la cantidad de ácido ascórbico y no la capacidad antioxidante total. Por lo tanto, el conocer los cambios que se producen en los alimentos desde la preparación hasta la mesa es fundamental, no sólo para la investigación científica, sino también para que el consumidor pueda tomar decisiones sobre cómo preparar los vegetales y los frutos [17]. Con estos antecedentes, el presente estudio pretende determinar la capacidad antioxidante en frutos de tomate de árbol de las variedades anaranjado puntón y rojo mora que se cocieron en agua a ebullición por varios periodos de tiempo. Se espera que los datos obtenidos contribuyan a la valorización de este fruto como fuente valiosa de antioxidantes con beneficios potenciales para la salud, ya que a pesar que sus propiedades organolépticas y nutritivas son muy apreciadas, su consumo es mayoritariamente local y su industrialización ha sido mínima. Además, se espera que el estudio permita al consumidor tomar decisiones sobre cómo maximizar la capacidad antioxidante del tomate de árbol.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Caracterización de la materia prima

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Los frutos de tomate de árbol se adquirieron en un mercado importante de la ciudad de Ambato, Ecuador, y con base en la norma NTE INEN 1909 [18], se seleccionaron frutos de tamaño grande (diámetro  $\geq 55$  mm) y de estado de madurez maduro (color 5, ver figura 1).

Las propiedades físicas del tomate de árbol: diámetro, longitud y masa, se analizaron con base en la norma NTE INEN 1909, mientras que las propiedades fisicoquímicas: pH, sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez, se analizaron con base en las normas: NTE INEN 389, NTE INEN 380, NTE INEN 381 y NTE INEN 1909, respectivamente.

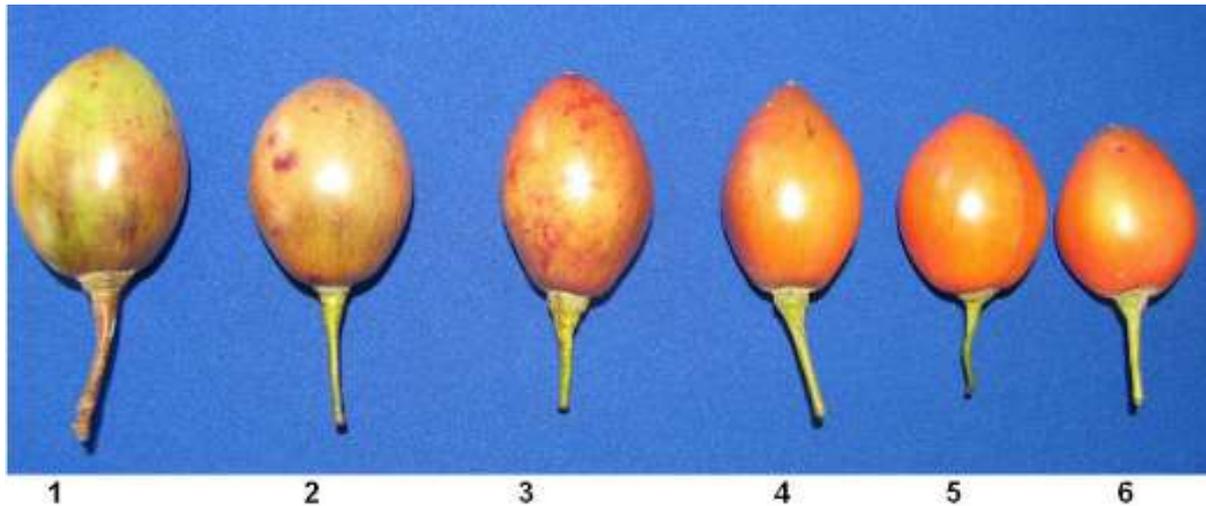


Figura 1. Escala de madurez del tomate de árbol. 1 a 2: verde, 3 a 4: pintón, 5 a 6: maduro [18] .

### 2.2 Análisis de la capacidad antioxidante

El análisis de la capacidad antioxidante se realizó por el método ABTS de acuerdo a la metodología desarrollada por Re *et al.* [19] y descrita por Kuskoski *et al.* [8]. Se utilizó un diseño factorial  $2 \times 5$  con 3 repeticiones para evaluar los efectos de la variedad de tomate de árbol (anaranjado pintón y rojo mora) y del tiempo de cocción (0, 5, 10, 15 y 20 minutos) sobre la capacidad antioxidante del fruto.

Para la preparación de las muestras, tres frutos de cada variedad se cocieron en agua a ebullición por: 0, 5, 10, 15 y 20 minutos, luego se enfriaron, pelaron y licuaron dos minutos, después la pulpa se tamizó para retirar las semillas. Kuskoski *et al.* [8] mencionan que un extracto de pulpa de una concentración  $0.04 \text{ g mL}^{-1}$  es adecuado para la determinación de la capacidad antioxidante en frutas; por lo tanto, se pesó 2 g de pulpa en una balanza analítica Mettler AC y se transfirió a un matraz aforado de 50 mL, luego se añadió etanol al 96 % hasta la línea de aforo. Posteriormente, la mezcla se centrifugó en un equipo MLW-T52 a 4000 rpm durante 15 minutos y se recuperó el sobrenadante.

Para obtener el radical catión  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ , se preparó una disolución madre de ABTS ( $\geq 98 \%$ , Sigma-Aldrich) 7 mM en agua destilada, luego se disolvió persulfato de potasio en la disolución madre de modo que su concentración final fue 2.45 mM y se mantuvo en la oscuridad a temperatura ambiente durante 16 horas. El radical  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  se mantuvo estable por más de 48 horas almacenado en la oscuridad. La disolución del radical se diluyó cien veces con etanol para obtener una absorbancia cercana a 0.7 a una longitud de onda de 734 nm en un espectrofotómetro Genesys 10UV. Para la elaboración de los estándares de referencia, se preparó una disolución madre de Trolox (97 %, Sigma-Aldrich) 2.5 mM en etanol, y cada día se prepararon 10 mL de estándares de concentraciones entre 0 y 15  $\mu\text{M}$ .

Para la medición del blanco, se añadió 20  $\mu\text{L}$  de etanol a 980  $\mu\text{L}$  de la disolución del radical y se midió la absorbancia después de 4 minutos, tal como lo recomienda Re *et al.* [19] para el análisis de pulpas de frutas. El mismo procedimiento se realizó para el análisis de las muestras y estándares. Todas las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como actividad antioxidante equivalente a Trolox. Finalmente, con el programa InfoStat 2020, se realizó un análisis de varianza de 2 factores a un nivel de confianza del 95 % para determinar si los efectos de la variedad de tomate de árbol y del tiempo de cocción eran significativos.

### 3. Resultados

#### 3.1. Caracterización de la materia prima

En la tabla 1, se muestran los resultados del análisis de los frutos de tomate de árbol. De acuerdo a la norma NTE INEN 1909, los frutos son de tamaño grande, ya que el diámetro y la masa son mayores a 55 mm y 120 g, respectivamente. Además, los frutos cumplen con los requisitos de madurez de consumo que establecen un valor de sólidos solubles totales mínimo de 9 ° Brix, una acidez titulable máxima de 2 % y un índice de madurez mínimo de 4.5.

**Tabla 1.** Propiedades fisicoquímicas de los frutos de tomate de árbol.

Propiedad	Tomate anaranjado puntón		Tomate rojo mora	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Diámetro (mm)	56.0	0.8	56.2	0.8
Longitud (mm)	75.3	1.3	75.7	0.9
Masa (g)	124.9	0.5	124.7	0.6
pH	3.69	0.05	3.66	0.02
Sólidos solubles totales (° Brix)	11.1	0.2	9.9	0.3
Acidez titulable (% ácido cítrico)	1.75	0.01	1.83	0.01
Índice de madurez	6.34	0.14	5.41	0.11

#### 3.2. Análisis de la capacidad antioxidante

Las medias y desviaciones estándar de la capacidad antioxidante en función del tiempo de cocción del fruto se muestran en la tabla 2. Se observa que en las dos variedades de tomate de árbol, la mayor capacidad antioxidante se obtiene a los 10 minutos de cocción, con valores más altos en la variedad rojo mora (ver figura 2).

**Tabla 2.** Capacidad antioxidante ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) del tomate de árbol en función del tiempo de cocción.

Tiempo de cocción (minutos)	Tomate anaranjado puntón			Tomate rojo mora		
	$\bar{x}$	SD	CV (%)	$\bar{x}$	SD	CV (%)
0	3.46	0.48	14.0	6.97	1.01	14.4
5	6.25	0.64	10.3	10.28	0.85	8.2
10	7.91	0.67	8.4	12.92	0.72	5.6
15	7.71	0.62	8.1	11.69	0.70	6.0
20	5.02	0.69	13.8	9.75	1.24	12.7

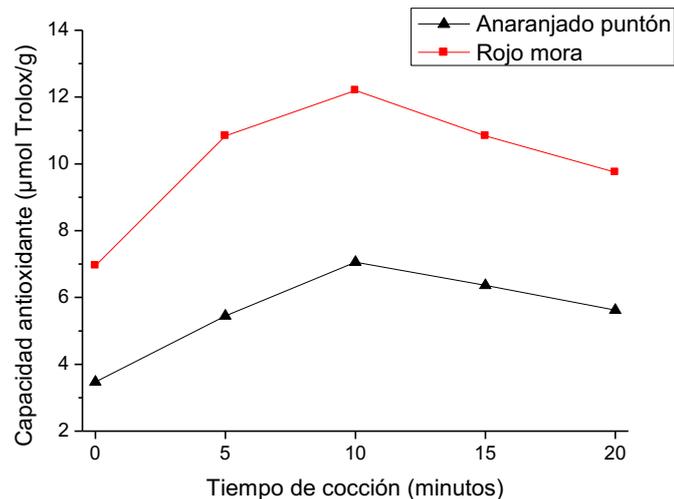


Figura 2. Capacidad antioxidante del tomate de árbol en función del tiempo de cocción.

El análisis de varianza mostró que los efectos principales de la variedad de tomate de árbol y del tiempo de cocción fueron significativos ( $p < 0.05$ ), mientras que el efecto de la interacción no fue significativo ( $p > 0.05$ ); por lo tanto, el efecto de un factor, no depende de los niveles del otro factor [20].

Con base en lo anterior, existe suficiente evidencia estadística para concluir que las medias de la capacidad antioxidante de las dos variedades de tomate de árbol son significativamente diferentes, independientemente del tiempo de cocción del fruto. Además, se concluye que al menos una media de la capacidad antioxidante a los diversos tiempos de cocción es significativamente diferente del resto de medias, independientemente de la variedad de tomate de árbol; por lo tanto, para determinar las medias específicas que son significativamente diferentes se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (ver tabla 3).

Tabla 3. Prueba de comparación múltiple de Duncan.

Tiempo de cocción (minutos)	$\bar{x}$ capacidad antioxidante (µmol Trolox/g)	Prueba de Duncan
0	5.21	A
20	7.69	B
5	8.15	B
15	8.60	B
10	9.63	C

*Las medias con una letra común no son significativamente diferentes*

Se observó que la media de la capacidad antioxidante a los 10 minutos de cocción es significativamente diferente del resto de medias y que además presenta el valor más alto; por lo tanto, se concluye que, para las dos variedades de tomate de árbol, la mayor capacidad antioxidante se alcanza a los 10 minutos de cocción del fruto. El cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk ( $p > 0.05$ ) y la prueba de Levene ( $p > 0.05$ ), respectivamente [20].

El valor de la capacidad antioxidante en la variedad anaranjado puntón es menor al reportado por Rojas *et al.* [21] (3.46 contra 3.98 µmol Trolox g<sup>-1</sup>, método ABTS). En cambio, los valores superiores de la capacidad antioxidante en la variedad rojo mora son similares a los obtenidos por otras investigaciones; por ejemplo, Mertz *et al.* [7] mencionan que la variedad rojo mora tiene mayor capacidad antioxidante que la variedad anaranjado puntón (10.0 contra 6.5 µmol Trolox g<sup>-1</sup>, método

ORAC) y lo relaciona con la presencia de antocianinas en el mucílago que rodea las semillas de la variedad rojo mora. Vasco *et al.* [3] mencionan que la variedad rojo mora tiene mayor capacidad antioxidante que la variedad anaranjado puntón en todas sus partes, por ejemplo: en la pulpa (3 contra 2.3  $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ , método DPPH), en el mucílago (9.3 contra 3.8  $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ , método DPPH) y en la cáscara (40 contra 22  $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ , método DPPH) y lo relaciona con la presencia de antocianinas en el mucílago de la variedad rojo mora y a su mayor contenido de compuestos fenólicos (1.87 contra 1.25 mg ácido gálico  $\text{g}^{-1}$ ).

El incremento de la capacidad antioxidante en los frutos sometidos a cocción puede estar relacionado con el ablandamiento de los tejidos (debido a la degradación de la pectina, ruptura de la pared celular y separación de las células), lo que cambia el microambiente donde se encuentran los antioxidantes, permitiendo que interactúen entre ellos y se produzca un efecto sinérgico [8]. Además, Nicoli *et al.* [13] mencionan que la cocción aumenta la biodisponibilidad de sustancias muy estables al calor como el  $\beta$ -caroteno (debido a la ruptura de la pared celular) y también provoca la oxidación de los compuestos fenólicos a especies que tienen una mayor capacidad de capturar radicales; además, previene reacciones enzimáticas que degradan los antioxidantes. Lee *et al.* [16] mencionan que la extractabilidad de los carotenoides puede ser influenciada por la cocción, debido a que en los vegetales, los carotenoides incluyendo el  $\beta$ -caroteno, se encuentran en los cloroplastos formando complejos con las proteínas; estos complejos tienen un efecto inhibitorio sobre la extractabilidad del  $\beta$ -caroteno de la matriz vegetal. Bernhardt y Schlich [22] mencionan que la cocción puede incrementar la extractabilidad de los carotenoides por la ruptura de la pared celular y por la liberación de los  $\beta$ -carotenos de los complejos que forman con las proteínas.

El incremento de la capacidad antioxidante también puede estar relacionado con la difusión de compuestos fenólicos desde la cáscara hacia la pulpa, debido a que se observó que la pulpa adquirió tonos rojizos después de la cocción. Vasco *et al.* [3] mencionan que la cáscara contiene una cantidad muy superior de compuestos fenólicos que la pulpa (relación 5:1). De hecho, en la medicina tradicional ecuatoriana se cree que la cáscara tiene propiedades bioactivas; por lo que, el fruto incluyendo la cáscara, se utiliza como tratamiento antimicrobiano y antiinflamatorio para dolores de garganta y encefalitis inflamadas, así como para reducir el colesterol en la sangre y controlar la glucosa en las personas que tienen diabetes [23].

Finalmente, la mayor capacidad antioxidante en los frutos cocidos puede deberse a la desactivación de las enzimas oxidantes que degradan los tocoferoles que forman la vitamina E. Murillo *et al.* [24] mencionan que los tratamientos térmicos pueden abolir la actividad de la enzima tocoferol oxidasa que se encuentra en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos. El daño al tejido vegetal causado por el corte o la mezcla durante el procesamiento de alimentos, podría activar las enzimas oxidantes involucradas en la pérdida de vitamina E debido al colapso de los compartimentos celulares [25].

#### 4. Conclusiones

El tomate de árbol es una fruta muy apreciada por su gran cantidad de compuestos antioxidantes, por lo que su consumo puede brindar beneficios potenciales para la salud, como reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas e incluso el cáncer.

Los efectos principales de la variedad de tomate de árbol y del tiempo de cocción sobre la capacidad antioxidante fueron significativos ( $p < 0.05$ ), mientras que el efecto de la interacción no fue significativo ( $p > 0.05$ ); por lo tanto, el efecto de un factor, no depende de los niveles del otro factor. Se concluye que las capacidades antioxidantes de las dos variedades son significativamente diferentes, con valores muy superiores en la variedad rojo mora. Además, la capacidad antioxidante

a los diez minutos de cocción es significativamente diferente del resto y es el valor más alto; por lo tanto, en ambas variedades, la mayor capacidad antioxidante se obtiene a los diez minutos de cocción del fruto.

Los resultados de este estudio desafían la noción que los vegetales y frutos cocidos tienen una menor calidad nutricional que los frescos, además, permiten al consumidor tomar decisiones sobre cómo maximizar la capacidad antioxidante de los frutos de tomate de árbol. Sin embargo, la cocción también puede afectar la retención de algunas vitaminas que son sensibles al calor y que son solubles en agua. Estas limitaciones, motivan y hacen necesario el continuar con los estudios de los efectos de la cocción sobre el contenido de otros nutrientes. Como perspectiva adicional, está el extender el estudio a diferentes tipos de frutas y vegetales que son ricos en antioxidantes.

**Contribución de autores:** Los autores contribuyeron en todos los apartados investigativos.

**Financiamiento:** Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador y a sus docentes Consuelo Andrade, Ronny Flores y Pablo Bonilla, por las facilidades prestadas para la realización de esta investigación.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Feicán-Mejía, C.G.; Encalada-Alvarado, C.R.; Becerril-Román, A.E. Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* cav.). *Agroproductividad* **2016**, *9*, 78–86.
2. Carrera, P. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del jugo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) preparado a diferentes tiempos de cocción del fruto [Tesis de grado]. *Univ. Cent. del Ecuador* **2013**.
3. Vasco, C.; Avila, J.; Ruales, J.; Svanberg, U.; Kamal-Eldin, A. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2009**, *60 Suppl 7*, 278–288, doi:10.1080/09637480903099618.
4. Ordóñez, R.M.; Vattuone, M.A.; Isla, M.I. Changes in carbohydrate content and related enzyme activity during *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. fruit maturation. *Postharvest Biol. Technol.* **2005**, *35*, 293–301, doi:10.1016/J.POSTHARVBIO.2004.09.006.
5. Velioglu, Y.S.; Mazza, G.; Gao, L.; Oomah, B.D. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *J. Agric. Food Chem.* **1998**, *46*, 4113–4117, doi:10.1021/JF9801973.
6. Rodríguez-Mateos, A.; Vauzour, D.; Krueger, C.G.; Shanmuganayagam, D.; Reed, J.; Calani, L.; Mena, P.; Del Rio, D.; Crozier, A. Bioavailability, bioactivity and impact on health of dietary flavonoids and related compounds: an update. *Arch. Toxicol.* **2014**, *88*, 1803–1853, doi:10.1007/S00204-014-1330-7.
7. Mertz, C.; Gancel, A.L.; Gunata, Z.; Alter, P.; Dhuique-Mayer, C.; Vaillant, F.; Perez, A.M.; Ruales, J.; Brat, P. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. *J. Food Compos. Anal.* **2009**, *22*, 381–387, doi:10.1016/J.JFCA.2008.06.008.
8. Kuskoski, E.M.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; Mancini-Filho, J.; Fett, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Sci. Technol.* **2005**, *25*, 726–732, doi:10.1590/S0101-20612005000400016.
9. Espin, S.; Gonzalez-Manzano, S.; Taco, V.; Poveda, C.; Ayuda-Durán, B.; Gonzalez-Paramas, A.M.; Santos-Buelga, C. Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Food Chem.* **2016**, *194*, 1073–1080, doi:10.1016/J.FOODCHEM.2015.07.131.
10. Zhong, Y.; Shahidi, F. Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. *Handb. Antioxidants Food Preserv.* **2015**, 287–333, doi:10.1016/B978-1-78242-089-7.00012-9.
11. Sharma, P.; Singh, R.P. Evaluation of antioxidant activity in foods with special reference to TEAC method. *Am. J. Food Technol.* **2013**, *8*, 83–101, doi:10.3923/AJFT.2013.83.101.
12. Casp, A.; Abril, J. *Procesos de conservación de alimentos*; 2.<sup>a</sup> ed.; Ediciones Mundi-Prensa: Madrid,

- España, 2003;
13. Nicoli, M.C.; Anese, M.; Parpinel, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* **1999**, *10*, 94–100, doi:10.1016/S0924-2244(99)00023-0.
  14. Miglio, C.; Chiavaro, E.; Visconti, A.; Fogliano, V.; Pellegrini, N. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *J. Agric. Food Chem.* **2008**, *56*, 139–147, doi:10.1021/JF072304B.
  15. BBC News ¿Qué nutrientes pierden las verduras cuando se hierven? Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150610\\_salud\\_alimentos\\_verduras\\_coccion\\_perdida\\_nutrientes\\_il](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150610_salud_alimentos_verduras_coccion_perdida_nutrientes_il) (accedido ene 18, 2022).
  16. Lee, S.; Choi, Y.; Jeong, H.S.; Lee, J.; Sung, J. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci. Biotechnol.* **2017**, *27*, 333–342, doi:10.1007/S10068-017-0281-1.
  17. Fabbri, A.D.T.; Crosby, G.A. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *Int. J. Gastron. Food Sci.* **2016**, *3*, 2–11, doi:10.1016/J.IJGFS.2015.11.001.
  18. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN NTE INEN 1909 Frutas frescas. Tomate de árbol. Requisitos Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1909-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1909-2.pdf).
  19. Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice-Evans, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **1999**, *26*, 1231–1237, doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
  20. Gutiérrez, H.; De la Vara, R. *Análisis y diseño de experimentos*; 2.<sup>a</sup> ed.; Mc Graw-Hill: México D.F., 2008;
  21. Rojas Benites, D.S.; Repo de Carrasco, R.; Encina Zelada, C.R. Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). *Zelada 174 Rev Soc Quím Perú* **2017**, *83*, 12–12.
  22. Bernhardt, S.; Schlich, E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. *J. Food Eng.* **2006**, *77*, 327–333, doi:10.1016/J.JFOODENG.2005.06.040.
  23. Eroski Consumer Guía práctica de frutas – Tamarillo Disponible en: <https://frutas.consumer.es/tamarillo/propiedades> (accedido ene 10, 2022).
  24. Murillo, E.; Plumpton, S.E.; Gaunt, J.K. The Properties and Distribution of  $\alpha$ -Tocopherol Oxidase in Plants. *Biochem. Soc. Trans.* **1976**, *4*, 486–487, doi:10.1042/BST0040486.
  25. Lee, T.; Ho, C. *Bioactive compounds in foods: Effects of processing and storage*; 1.<sup>a</sup> ed.; American Chemical Society: Washington DC, USA, 2002;

#### Author's review:



**Pablo Danilo Carrera Oscullo** Químico Puro por la Universidad Central del Ecuador y Magíster en Ciencias Químicas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Docente de la Universidad Estatal Amazónica, Sede Lago Agrio.



**Fernando Augusto Novillo Logroño** Químico Puro por la Universidad Central del Ecuador y Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Docente titular de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>