



Evaluación de la actividad turística en el balneario rio Piatúa, cantón Santa Clara, provincia de Pastaza. Caso de estudio parámetros básicos ambientales

Evaluation of tourism activity in the Piatúa River resort, Santa Clara canton, Pastaza province. Case study of basic environmental parameters

Presentación: 09/07/2025

Aprobación: 27/08/2025

Publicación: 22/09/2025

Mayra Heras-Heras

 <https://orcid.org/0000-0003-1264-5829>
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador
mheras@uea.edu.ec

Alison Barrera-Tapia

 <https://orcid.org/0009-0001-6361-9017>
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador
an.barrera@uea.edu.ec

Deisy Quevedo-Amay

 <https://orcid.org/0000-0002-3782-6354>
Universidad Amawtay Wasi, Ecuador
deisy.quevedo@uaw.edu.ec

Andrés Martínez-León

 <https://orcid.org/0000-0002-8598-7304>
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador
amartinez@uea.edu.ec

Mario Barrera-Castro

 <https://orcid.org/0000-0001-7537-9703>
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador
mbarrera@uea.edu.ec

Resumen

El objetivo principal es evaluar los impactos de la actividad turística en el balneario Río Piatúa, enfocado en identificar los tipos de contaminación generados. Tras la creciente preocupación ambiental y la necesidad de promover un turismo sostenible en áreas naturales. El objetivo principal fue identificar los diferentes tipos de contaminación causados por la actividad turística en la zona de estudio. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y de corte transversal; incluyó la toma de muestras de agua, aire, sonido y la parte visual, con mediciones realizadas en puntos estratégicos para ser analizadas bajo métodos cuantitativos y una comparación en una línea tiempo con imágenes satelitales para determinar cambios visuales en el área. Los métodos de análisis de datos fueron descriptivos, permitiendo una comprensión detallada de las condiciones actuales del balneario. Se obtuvo como resultados relevantes que las principales formas de contaminación están relacionadas con el aire y ruido, principalmente por la afluencia de turistas que incrementa los fines de semana. Se resalta la necesidad de implementar medidas de control y mitigación, destacando la importancia de la concientización ambiental entre los visitantes y el desarrollo de políticas de manejo sostenible. Se concluye que la actividad turística, a pesar de los esfuerzos realizados por la comunidad local, sin una adecuada planificación y regulación, puede tener consecuencias significativas en los ecosistemas naturales.

Palabras claves: Río Piatúa; Turismo; Contaminación; Impacto ambiental.

Abstract

The present study evaluated the impacts of tourism activity at the Río Piatúa resort, focusing on identifying the types of pollution generated. Given the growing environmental concern and the need to promote sustainable tourism in natural areas, the main objective was to identify the different types of pollution caused by tourism activities in the study area. A quantitative approach with a non-experimental and cross-sectional design was used; it included water, air, noise and visual data were collected through measurements at strategically selected locations, enabling analysis via quantitative methodologies. Furthermore, temporal comparisons utilizing satellite imagery were employed to detect and assess visual transformations within the study area. The data analysis methods were descriptive, allowing for a detailed understanding of the current conditions of the resort. The most relevant results showed that the main forms of pollution are related to air and noise, primarily due to the influx of tourists that increases on weekends. The need to implement control and mitigation measures was highlighted, emphasizing the importance of environmental awareness among visitors and the development of sustainable management policies. It was concluded that tourism activity, despite efforts made by the local community, can have significant consequences on natural ecosystems without proper planning and regulation.

Keywords: Río Piatúa ; Tourism ; Pollution ; Environmental impact.

1. Introducción

Sin duda alguna el turismo es una actividad que tiene impactos ambientales considerados negativos en los destinos donde se practica. Así también la sobrepoblación y el congestionamiento de los atractivos son probablemente los problemas causados por el mal uso de la

tierra, como el crecimiento desorganizado de negocios e infraestructura turística, la carencia de servicios básicos, la ruptura ecológica, los daños a la naturaleza, la contaminación arquitectónica (contaminación visual) y el inadecuado manejo de los residuos (basura) son los principales causantes del deterioro de los atractivos naturales provocados por una inadecuada gestión de la actividad turística, tal como lo mencionan (Vera Toledo & González Herrera, 2010) y que nos recalca la importancia de tener unos espacios adecuados y en óptimas condiciones para el desarrollo de la industria turística.

El turismo, más allá de ser una actividad recreativa, se ha consolidado como un motor esencial para el desarrollo económico, social y cultural de las regiones. Su capacidad para dinamizar economías locales, generar empleo y atraer inversión extranjera lo convierte en una herramienta estratégica para el progreso de comunidades enteras.

En zonas con economías poco diversificadas donde no existe industrias o fuentes de empleo tanto públicas como privadas, el turismo representa una oportunidad invaluable para emprendedores, artesanos y pequeños negocios, quienes encuentran en esta industria una vía para mejorar su calidad de vida y preservar su identidad cultural.

Sin embargo, este crecimiento no está exento de desafíos y problemas propios de la industria. El turismo mal gestionado puede provocar la degradación de ecosistemas frágiles, la sobreexplotación de recursos naturales y la contaminación auditiva y visual, entre otros. (Sancho Pérez, 2005) manifiesta que es imprescindible adoptar un enfoque sostenible que equilibre el desarrollo económico con la conservación del patrimonio natural y cultural de las localidades.

Ante esta problemática cada vez más profunda e indiferente por parte de actores directos de la industria turística, se plantea la identificación de los diferentes tipos de contaminación causados, que se pueden dar en el balneario del río Piatúa mediante la revisión de bibliografía, la toma de las muestras para realizar los análisis respectivos, en los lugares previamente identificados y contrastar la información obtenida con los aspectos y niveles permisibles, establecidos por los distintos entes de control, como son los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) y el Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE).

La evaluación de los impactos ambientales en el balneario Río Piatúa implica un análisis multidimensional para identificar cambios en parámetros críticos relacionados con la calidad del aire, agua y sonido, conjunto a los cambios o alteraciones en el paisaje a lo largo del tiempo, cambios que se dan por el desarrollo de la propia actividad turística. Estos elementos serán indicadores esenciales para detectar la contaminación y evaluar la salud del ecosistema y en sí del atractivo de forma general, estableciendo así un precedente que permita a futuras investigaciones centrarse en desarrollar estrategias sostenibles que aseguren la conservación y resiliencia de estos ecosistemas. Lo que nos permitirá demostrar de manera científica que el Balneario del río Piatúa del cantón Santa Clara en la provincia del Puyo, se encuentra aún en estado natural.

2. Metodología

2.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el balneario natural del río Piatúa, ubicado en el cantón Santa Clara, provincia de Pastaza. Este lugar es reconocido por su inigualable belleza natural, que ha permanecido prácticamente inalterada a lo largo del tiempo.

La riqueza ecológica del entorno y la pureza de sus aguas, que son consideradas entre las más limpias y transparentes de la región amazónica, han convertido a este balneario en un destino turístico muy popular. Tanto visitantes locales como turistas nacionales e internacionales acuden con frecuencia para disfrutar de sus paisajes únicos y de las actividades recreativas que ofrece el entorno (Figura 1).

El propósito de la investigación es evaluar los impactos ambientales consecuentes de la actividad turística en el balneario Río Piatúa a través del análisis de cuatro parámetros clave: el agua, aire, sonoro y visual (Rodríguez Cosme et al., 2022). La investigación se realizó mediante un estudio detallado durante un periodo de dos semanas, con el fin de proporcionar datos precisos que contribuyan a la conservación y gestión sostenible del área. Para ello se plantean el desarrollo de las siguientes actividades.

Con el fin de identificar y evaluar los impactos ambientales que podrían estar asociados al aumento de la afluencia turística, resulta esencial realizar un análisis exhaustivo que incluya un trabajo específico en el lugar (in situ). Este análisis permitió no solo comprender la magnitud y naturaleza de los impactos, sino también proponer un antecedente significativo que recopile datos importantes para implementar medidas adecuadas con el fin de mitigar cualquier efecto negativo sobre el ecosistema del río Piatúa y su entorno.

Para identificar y evaluar estos impactos ambientales, es preciso realizar un análisis que incluye un trabajo específico en el lugar (in situ).

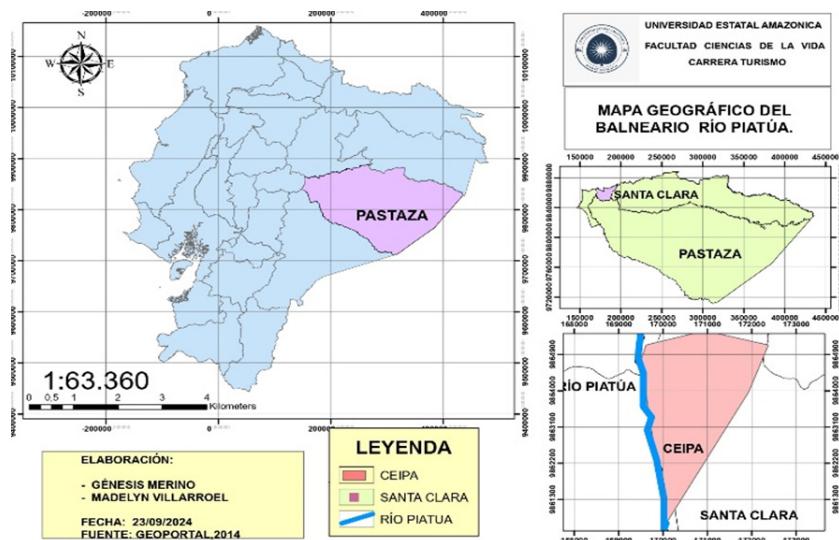


Figura 1. Ubicación geográfica del balneario Río Piatúa.

2.2. Tipo de investigación

Tiene un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y de corte transversal; incluyó la toma de muestras de agua, aire, y sonido con mediciones realizadas en puntos estratégicos para ser analizadas bajo métodos cuantitativos, en la visual se realizó la comparación de imágenes satelitales considerando una línea de tiempo que nos permita tener un contraste de los cambios en el área de estudio del antes y después. Los métodos de análisis de datos fueron descriptivos, permitiendo una comprensión detallada de las condiciones actuales del balneario.

Se realizó en una primera etapa un análisis cualitativo para describir la zona e identificar los lugares y sectores a intervenir considerando los más concurridos por los turistas y en una parte posterior se ejecutó un análisis cuantitativo con los resultados obtenidos. Así mismo se realizó las siguientes actividades básicas y generales:

Para poder mantener la riqueza natural de este lugar, es muy importante describir el lugar donde se llevó a cabo la investigación y poder conocer e identificar qué impacto ambiental tiene la actividad turística en este balneario natural, para lo cual vamos a realizar una identificación de los diferentes tipos de contaminación que esta actividad provoca, mediante la búsqueda exhaustiva de información secundaria.

Una vez que hemos identificado los tipos de contaminación que se dan en el balneario del río Piatúa por la actividad turística, procedemos a la identificación de los lugares y/o métodos para la toma de las muestras y de control respectivamente, basados en la metodología, parámetros y formatos ya establecidos por entidades de control como son el MAATE y los GAD's, instituciones que se encargan de regular el uso adecuado de los recursos naturales.

Con los resultados obtenidos de la investigación procedemos a comparar y/o contrastar la información con los parámetros, considerando los aspectos y niveles permisibles establecidos por los distintos entes de control.

2.3. Toma de la muestra

Los puntos de medición se distribuyeron alrededor de un perímetro aproximado de un kilómetro, donde se tomaron muestras de agua, aire y sonido. Para garantizar la representatividad de los datos, se establecieron distancias específicas entre cada punto de acuerdo con las indicaciones de los instrumentos utilizados, lo que permitió establecer una red de medición coherente y adecuada para capturar las fluctuaciones.

Para evaluar la calidad del agua, se recolectaron tres muestras del líquido en botellas estériles de polipropileno para su posterior análisis. Las muestras se obtuvieron en un punto de monitoreo específico, donde se tomó 1000 ml cada día durante tres días consecutivos. Posteriormente, las muestras se evaluaron en el laboratorio del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica CEIPA bajo el método Colorimetría con digestión por termo reactor, con el fin de evaluar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) como parámetro de la calidad del agua. Este método permite determinar la cantidad de materia orgánica oxidable presente en una muestra de agua mediante la medición de la absorbancia de una solución coloreada después de la digestión a alta temperatura y presión.

Se utilizó la misma metodología para la disposición de muestras para los análisis correspondientes para parámetros como turbidez y conductividad que se realizaron en el Laboratorio Ambiental. Por otro lado, para la determinación de coliformes fecales y nemátodos se hizo uso del Laboratorio de Biología. Ambos laboratorios pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

La evaluación de las condiciones del aire se ejecutó utilizando el dispositivo Aerocet 532, un equipo portátil diseñado para la medición de partículas PM1, PM2.5, PM7, PM10 y material particulado total en suspensión en el aire (Al-Tameemi et al., 2023). Las mediciones se realizaron de manera sincronizada con el muestreo de agua, llevando a cabo cuatro lecturas diarias en tres puntos distintos alrededor del balneario y en diferentes horarios a lo largo de las mismas semanas y días. Los puntos de muestreo tuvieron una separación de 50 metros según las indicaciones del Aerocet para estudios especializados en zonas rurales.

Los niveles de ruido se midieron utilizando un sonómetro de clase 1 que ofrece alta precisión en la medición de niveles de presión sonora (Cari Mendoza et al., 2018). Durante

periodos tanto alto como bajo de la actividad turística que nos permita contrastar la información obtenida y determinar el impacto que tiene esta actividad en el ruido generado en la zona, se realizaron mediciones en cinco puntos diferentes, separados por 25 metros alrededor del balneario, de acuerdo con las indicaciones del sonómetro para espacios abiertos en áreas rurales. Estas mediciones se llevaron a cabo durante cuatro días consecutivos, registrando los niveles de ruido en cada punto durante dos minutos, con una hora de diferencia entre cada medición. Se compararon los resultados con los límites permisibles de ruido establecidos por la Norma Técnica para el Control de la Contaminación Acústica de la Cámara de Industrias y Producción de Ecuador, en conjunto con el Manual de usuario del Sonómetro SC102 de CESVA.

El análisis del paisaje se llevó a cabo comparando imágenes satelitales de 2023, obtenidas a través de Google Earth, con imágenes actuales capturadas mediante drones. Estas imágenes serán sometidas a un proceso riguroso de análisis para detectar cambios en la cobertura vegetal y en la estructura del paisaje, atribuidos a la actividad turística.

3. Desarrollo

3.1. Calidad del agua

La evaluación de la calidad del agua es fundamental para garantizar la salud de los ecosistemas acuáticos y la seguridad de su uso por parte de las comunidades.

La DQO es un parámetro crucial que mide la cantidad de oxígeno requerido para oxidar químicamente la materia orgánica en el agua, proporcionando una indicación directa del grado de contaminación orgánica. Con base en los resultados de la DQO obtenidos en las tres muestras, se reflejan los niveles de materia orgánica oxidable presente en el agua. Las muestras UEA-RM-609 presentan una concentración de DQO de 6 mg/L cada una, lo que indica una cantidad comparable de materia orgánica oxidable en ambas. En contraste, la muestra UEA-RM-633 exhibe una concentración ligeramente inferior de DQO, con 5 mg/L, lo que sugiere una menor carga de contaminantes orgánicos en comparación con las otras dos muestras (Tabla 1).

Demanda Química de Oxígeno - DQO	
Código de la muestra	DQO (mg/L)
UEA-RM-609	6
UEA-RM-609	6
UEA-RM-633	5

Tabla 1 | DQO

Para los parámetros físicos y químicos, se evaluaron los sólidos totales en las muestras, los cuales representan la cantidad total de material suspendido o disuelto en el agua. Los resultados muestran que los valores de sólidos totales y disueltos en las muestras MA-2 y MA-3 son

relativamente bajos reflejando una presencia baja de sedimentos o componentes que, en concentraciones elevadas, afectan negativamente la claridad y estética del agua, así como su calidad general (Tabla 2).

La turbidez del agua en la muestra MA-1 alcanza los 20,8 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez), lo que indica una alta concentración de sólidos suspendidos. Esta alta turbidez afecta negativamente la estética del agua y la vida acuática al reducir la penetración de la luz. En contraste, en las muestras restantes, la turbidez no supera los 3,51 NTU, lo que sugiere una menor cantidad de sólidos suspendidos y, por tanto, mejores condiciones para la claridad del agua y la salud del ecosistema acuático (Tabla 2).

Los valores de conductividad eléctrica, medidos en microsiemens por centímetro (uS/cm), sugieren que el agua en las tres muestras contiene una cantidad moderada de sales disueltas y minerales. Los resultados muestran valores de conductividad eléctrica superiores a 30 uS/cm, reflejando su capacidad para conducir corriente eléctrica, pues entre más alto sea el valor de uS/cm mayor será la capacidad de conductividad eléctrica. La temperatura del agua al momento de evaluar las muestras mostró variaciones que oscilan entre los 21,33 y 22,93 °C (Tabla 2).

El oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática y su concentración influye en la capacidad del agua para sostener vida. Las tres muestras reflejan valores que superan los 5 mg/L, generalmente considerado como el mínimo aceptable para la vida acuática en condiciones normales. Así mismo, la saturación está por encima del 100% indicando que el agua está sobresaturada con oxígeno (Tabla 2).

Los valores de pH en las tres muestras se encuentran cercanos a la neutralidad, aproximadamente en 7. Este rango de pH es deseable para la mayoría de las formas de vida acuática, ya que proporciona un entorno químico estable y adecuado para su supervivencia y desarrollo. La neutralidad del pH registrada en estas muestras es favorable, indicando condiciones óptimas y saludables para los organismos acuáticos presentes (Tabla 2).

En general, según el Ministerio del ambiente (2015) los parámetros físicos y químicos evaluados muestran características que son adecuadas para un río utilizado como balneario, protegido por las comunidades indígenas cercanas al río Piatúa. Sin embargo, es importante seguir monitoreando estos parámetros regularmente para asegurar que se mantenga la calidad del agua y detectar cualquier cambio que pueda indicar una alteración ambiental o contaminación potencial debido a las actividades humanas, principalmente la actividad turística o factores naturales.

Parámetro físico o químico	MA-1		MA-2		MA-3	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Sólidos totales	59,2	mg/L	30,5	mg/L	30,5	mg/L
Sólidos disueltos	38	mg/L	28	mg/L	28	mg/L
Sólidos suspendidos	21,8	mg/L	2,8	mg/L	2,8	mg/L
Turbidez	20,8	NTU	3,51	NTU	3,51	NTU
Conductividad eléctrica	30,56	uS/cm	34,88	uS/cm	34,88	uS/cm
Temperatura	21,33	°C	22,93	°C	22,93	°C
Oxígeno disuelto	8,22 107,60	mg/L %	8,47 109,87	mg/L %	8,47 109,87	mg/L %
pH	7,02	pH	7,12	pH	7,12	pH

Tabla 2 | Parámetros físicos o químicos del agua

Nota: Los parámetros fueron comparados con el texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

El análisis microbiológico para la determinación de coliformes mediante placas petrifilm comprobó que las muestras MA-1 y MA-2 cumplen con el límite máximo permisible (LMP) de 2000 NMP/100 ml y no se encontraron parásitos ni nemátodos. Ambas muestras cumplen con las normativas establecidas para la calidad del agua en cuanto a coliformes, lo que indica una baja concentración o ausencia de estos microorganismos. Sin embargo, la muestra MA-3 en la dilución 1:01 supera el límite máximo permisible de 2000 NMP/100 ml, lo que indica una leve contaminación con coliformes. A pesar de esto, no se encontraron parásitos ni nemátodos en esta muestra, lo cual es positivo. (Tabla 3).

Determinación de Coliformes mediante placas petrifilm					
	Dilución	NC	NPM/100 ml	LMP	Parásitos/ nemátodos
MA-1	10 ¹	20	2000	2000	Ausencia
	10 ²	0	0	0	Ausencia
	10 ³	0	0	0	Ausencia
	10 ⁴	0	0	0	Ausencia
MA-2	10 ¹	1	1000	2000	Ausencia
	10 ²	0	0	2000	Ausencia
	10 ³	0	0	2000	Ausencia
	10 ⁴	0	0	2000	Ausencia
MA-3	10 ¹	5	5000	2000	Ausencia
	10 ²	0	0	2000	Ausencia
	10 ³	0	0	2000	Ausencia
	10 ⁴	0	0	2000	Ausencia

Tabla 3 | Análisis microbiológico

Nota: Los LMP fueron citados del anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. tabla 6. Criterios de Calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.

3.2. Calidad del aire

Las mediciones realizadas con el dispositivo Aerocet 532 confirmaron la presencia de material particulado (PM) en el aire, así como la cantidad total de partículas en suspensión. Estos valores fueron comparados con la Norma de Calidad del Aire del MAATE (2011) que establece los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes en el aire, medidos en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), ya sea en promedios anuales o en intervalos de 24 horas, así también se consideró los condiciones ambientales como el viento, la

humedad y la temperatura, los cuales no presentaron mayores variaciones y se mantuvieron estables sin influir de manera significativa en la toma de las mediciones. (Tabla 4).

Día	Punto	Muestra	PM1	PM2,5	PM4	PM7	PM10
Martes	1	1	0,5	1,5	5,6	11,4	17,3
		2	0,5	1,4	5,1	9,5	13,8
		3	0,4	1,3	5,0	9,5	13,0
		4	0,4	1,3	4,6	9,2	13,2
	2	1	0,7	2,3	6,5	11,2	15,9
		2	0,9	2,8	7,3	12,1	15,5
		3	0,6	2,0	6,4	12,1	17,0
		4	1,0	3,6	9,9	19,1	27,6
	3	1	0,8	3,4	13,0	29,8	52,3
		2	0,8	3,3	11,0	24,5	44,3
		3	1,4	6,1	18,5	40,1	73,0
		4	1,4	5,7	14,6	31,1	57,6
Miércoles	1	1	3,3	7,6	29,5	47,2	60,2
		2	3,4	7,9	27,3	43,5	59,5
		3	4,5	11,4	34,2	56,5	91,5
		4	4,5	11,5	33,0	63,2	115,4
	2	1	3,4	10,1	28,2	59,2	114,9
		2	2,5	7,6	20,0	34,4	56,0
		3	2,5	7,1	20,1	40,5	75,6
		4	2,3	6,1	16,1	31,0	58,2
	3	1	2,4	6,4	19,7	55,1	129,8
		2	3,0	8,9	31,1	102,6	271,6
		3	3,0	9,5	32,0	135,1	397,7
		4	2,2	7,0	19,4	60,6	171,0
Jueves	1	1	0,5	2,4	32,8	62,6	76,2
		2	0,6	2,5	31,2	61,7	75,8
		3	0,5	2,6	30,0	58,0	71,3
		4	0,4	2,2	29,6	56,7	70,6
	2	1	0,3	2,0	29,1	58,0	68,0
		2	0,4	2,0	28,2	56,0	68,3
		3	0,4	2,1	27,1	53,6	64,9
		4	0,4	2,0	25,3	50,5	61,1
	3	1	0,8	3,1	27,0	54,8	67,8
		2	0,5	2,6	28,0	58,1	70,0
		3	0,4	1,9	23,7	51,7	65,5
		4	0,6	2,5	24,6	51,2	63,4

Tabla 4 | Análisis PM para calidad del aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Para las partículas menores a 2,5 micrones (PM2,5) el límite permitido en un período de 24 horas no debe exceder los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En las cuatro muestras tomadas durante los tres días de medición, ninguna superó este límite. Los días uno y tres presentaron concentraciones que no excedieron los 6,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo, el día dos registró un aumento significativo, alcanzando un máximo de 11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con niveles elevados de PM2,5 en todas las lecturas realizadas durante ese día.

El límite máximo permisible para partículas con tamaños entre 2,5 y 10 micrones (PM10) se establece en 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en mediciones consecutivas durante un período de 24 horas. Durante el día uno, no se registraron lecturas que excedieran este límite, siendo la concentración máxima detectada de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM10. Sin embargo, el día dos, se observaron concentraciones de 115,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto uno y 114,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto dos, ambas para PM10. En el punto tres, todas las lecturas superaron los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM10, destacando una medición de 397,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Además, se registraron dos lecturas de PM7 que también sobrepasaron el límite permisible, alcanzando 135,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos registros que sobrepasan los estándares de calidad del aire indican la presencia de contaminación. Durante el día tres, no se detectaron valores que excedieran los límites máximos permisibles.

3.3. Contaminación por ruido

Durante cuatro días consecutivos, se realizaron cinco mediciones diarias, cada una con una duración de dos minutos, para determinar el nivel de contaminación acústica (LAt) y el ruido de fondo perceptible para el oído humano, procedente de fuentes móviles y fijas (Cirrus Research plc, 2016). Estas mediciones se llevaron a cabo siguiendo el Manual de usuario del Sonómetro SC102 de CESVA acoustics instruments (2017) que establece los límites inferiores, superiores y máximos de emisiones de ruido LAt.

En las mediciones realizadas durante los tres primeros días, no se registraron valores que superaran los 80 LAt, considerado como el límite inferior de exposición al ruido ya que la afluencia de turistas a la zona fue baja durante todo el día. Sin embargo, el cuarto día, que correspondió a un domingo, se detectaron tres valores que excedieron los límites superiores de ruido LAt. En particular, la última medición de ese día superó los límites máximos permitidos, alcanzando los 89 LAt, por encima del umbral de 87 LAt. De acuerdo con la Norma Técnica para el Control de la Contaminación Acústica de la Cámara de Industrias y Producción de Ecuador (n.d.) atribuyendo estos resultados a una mayor afluencia de turistas a la zona mayormente en horas de tarde, estos parámetros obtenidos, indican la necesidad de implementar medidas para mitigar la exposición al ruido en la población afectada (Tabla 5).

Día	Muestra	Muestra (LAt)
Jueves	1	64
	2	65
	3	67
	4	66
	5	63
Viernes	1	69
	2	66
	3	65
	4	64
	5	63
Sábado	1	59
	2	70
	3	75
	4	76
	5	79
Domingo	1	76
	2	77
	3	82
	4	81
	5	89

3.4. Cambios en el paisaje

Se analizaron fotografías recientes obtenidas mediante un dron, operado a una altitud aproximada de 500 metros sobre el nivel del terreno. Estas imágenes aéreas proporcionan una perspectiva detallada y actualizada del área de estudio, permitiendo una observación precisa de los cambios en el entorno natural. Para complementar este análisis, se compararon las fotografías con imágenes satelitales disponibles en Google Earth correspondientes al año 2023 (Figura 2), lo que permitió establecer una línea de tiempo con una diferencia temporal de casi un año.

La observación minuciosa de ambas fuentes de imágenes reveló una disminución significativa en la superficie de una sección del camino de acceso al balneario, con una reducción estimada en aproximadamente 18 m², este cambio podría estar asociado a factores relacionados con la influencia, el impacto y la presencia de turistas.



Figura 2. Fotografías del balneario en dos diferentes momentos: (a) capturada por un dron en el 2024; (b) tomada de Google heart 2023

4. Discusión

Para evaluar los parámetros básicos ambientales que revelan el impacto de la actividad turística en el río Piatúa, se verificó los datos conforme a la norma de calidad ambiental establecida para cada elemento, incluyendo el agua, el sonido y el aire. Este análisis se centró en comparar los resultados obtenidos con los estándares regulados, asegurando así una evaluación precisa y detallada de la salud ambiental en todos los aspectos estudiados.

Los parámetros para analizar la calidad del agua incluyeron la DQO, medidas físicas y/o químicas, y conteo microbiológico, proporcionan una visión integral de las condiciones del agua en diferentes muestras. Los valores de DQO, que indican la cantidad de materia orgánica oxidable, junto con los niveles de sólidos totales y disueltos, revelan la presencia de contaminantes y sedimentos que podrían afectar la claridad y estética del agua (Palomino Avellaneda, 2018).

La Norma de calidad ambiental señala que los sólidos disueltos totales del agua para consumo humano y uso doméstico tienen un límite máximo permisible de 1000 mg/L. En ese aspecto, dado que ninguna de las muestras supera los 38 mg/L, no se requiere tratamiento para su uso recreativo. Un alto contenido de sólidos disueltos en el agua ocasiona turbidez. En humanos, niveles elevados de sólidos disueltos pueden provocar irritación gastrointestinal, especialmente en aquellos individuos no acostumbrados a consumir agua con altas concentraciones de estos componentes. Los sólidos disueltos pueden interferir en el funcionamiento de equipos y maquinarias que dependen de la pureza del agua para operar eficientemente (Yumbo et al., 2018).

Los valores de NTU representan un indicador crucial de turbidez, donde según la Organización Mundial de la Salud (2018) para ser apta para consumo humano, el agua no debe exceder los 5 NTU. En este contexto, la muestra MA-1 no cumple con los estándares recomendados para uso recreativo, lo que sugiere la necesidad de aplicar medidas de detección y mitigación, que nos permita determinar el origen de esta turbidez y sus acciones para su mitigación, ya que la misma puede ser ocasionada por deslizamiento de tierra o trabajos mineros, agrícolas, entre otros, río arriba. Por otro lado, las dos muestras restantes muestran niveles de turbidez inferiores a 3 NTU,

considerados óptimos para el uso doméstico según la Norma de Calidad Ambiental.

Mediante la turbidez también “podemos ver la medida en la cual el agua pierde su transparencia y transmisión de luz debido a materiales insolubles, coloidales o materiales no muy finos que se encuentran en suspensión” (Silva Torres and Coello Hurtado, 2020). Esta medición no solo es importante para determinar la estética del agua, sino también para evaluar su idoneidad en diferentes usos como el consumo, la recreación y la capacidad para albergar formas de vida acuática.

Los valores de conductividad eléctrica del agua para uso doméstico y consumo humano no deben superar los 1500 uS/cm, dado que, valores significativamente más altos podrían señalar una posible contaminación por sales o nutrientes en concentraciones que podrían afectar negativamente la potabilidad y la vida acuática, mientras que valores muy bajos pueden indicar agua demasiado pura o falta de minerales esenciales (Carbotecnia, 2023). Moliner Aramendia y Masaguer Rodríguez (1996) señala que la conductividad “nos da una idea del contenido total de sales en el agua. Cuanto más elevada sea la conductividad mayor será el contenido en sales” (p. 1). En ese contexto, cuando las aguas tienen una conductividad eléctrica inferior a 1200 uS/cm, no presentan ningún problema para ser utilizadas como agua de riego. Sin embargo, cuando la conductividad supera los 2500 uS/cm, no se recomienda su uso para riego debido al alto contenido de sales disueltas, lo cual puede afectar negativamente la salud de las plantas y la calidad del suelo. La conductividad eléctrica puede variar dependiendo de factores como la geología del área de captación del agua y el desarrollo de actividades humanas cercanas como la agricultura o la industria (Guerrero Crespo and Arias Pilatuna, 2014).

El OD es crucial para la vida acuática y su saturación por encima del 100%, en cada una de las muestras, es indicativa de un entorno favorable para los organismos. Resendiz (2019) explica que el OD representa la cantidad de oxígeno disponible para los organismos acuáticos. Un adecuado nivel de OD es esencial para la respiración de peces, invertebrados y otros organismos acuáticos, también facilita la descomposición de materia orgánica por microorganismos aeróbicos, contribuyendo a la auto-depuración del agua. Del mismo modo, los niveles elevados de oxígeno disuelto indican buenas condiciones de calidad del agua, favoreciendo la biodiversidad y la salud del ecosistema acuático (Escandón Guachichullca and Cáceres Vintimilla, 2022).

La presencia de oxígeno disuelto se debe a la difusión del oxígeno atmosférico y la fotosíntesis de plantas acuáticas y algas.

Finalmente, el pH cercano a la neutralidad es ideal para la mayoría de las formas de vida acuática.

Estos valores son indicativos de la eficiencia de los procesos de depuración y revelan el estado de salud ambiental del Río Piatúa al momento del estudio. Favorablemente, los índices revelan una alta capacidad para sostener la vida acuática, siendo adecuada para actividades recreativas.

Las comunidades locales y los habitantes que residen en las cercanías del río Piatúa en Santa Clara han estado organizándose activamente para proteger su recurso hídrico de ser utilizado en proyectos hidroeléctricos, conscientes de que tal intervención podría provocar alteraciones significativas en el ecosistema. Sin embargo, las actividades turísticas se llevan a cabo a lo largo del río, atrayendo visitantes de otras provincias e incluso a los propios residentes de la zona. Este flujo turístico, motivado por los atractivos naturales del río, ha despertado un interés económico entre los moradores locales.

La contaminación del aire, reflejada en las muestras que superaron los límites permisibles de partículas en suspensión (PM2,5, PM4, PM7, PM10), representa un riesgo significativo tanto para la salud humana como para el ecosistema del balneario del río Piatúa. Las partículas finas, especialmente PM2,5, tienen la capacidad de penetrar profundamente en los pulmones e ingresar

al torrente sanguíneo, lo que incrementa el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en la población local y los visitantes (Argumedo, 2020). Además, Suárez Arciniégas, C. A. (2012) señala que la acumulación de estas partículas en el ambiente afecta negativamente la vegetación al interferir con los procesos de fotosíntesis, debilitando a las plantas y haciendo que los ecosistemas sean más susceptibles a plagas y enfermedades. Estos resultados subrayan la urgencia de implementar medidas de control de emisiones para proteger tanto la salud pública como la integridad del ecosistema.

A pesar de que los datos de sonido no representan influencias sobre el confort auditivo humano durante los dos primeros días, si se detectó ruido ambiental los días más cercanos y pertenecientes al fin de semana donde la actividad turística aumenta al igual que el ruido, especialmente los niveles de LAt que excedieron los límites permisibles. Esto tiene un impacto directo sobre la fauna local y el bienestar de los visitantes, pues los valores registrados, especialmente los 89 LAt medidos en un domingo, superan el umbral de 87 LAt, lo que indica una contaminación acústica que podría alterar el comportamiento de la fauna, afectando su capacidad de comunicación, reproducción y supervivencia (Santos Durán and Solano Pérez, 2019). En seres humanos, niveles de ruido elevados generan estrés, afectan la capacidad de concentración y, en casos prolongados, provocan daños auditivos (Ponghis, 1972). Según Cortez Oyola and Chero Arana (2021) la presencia de este tipo de contaminación no solo deteriora la calidad del ambiente natural, sino que también disminuye la experiencia recreativa de los turistas, reduciendo el atractivo del balneario como destino ecoturístico.

Gracias al atractivo turístico que ha generado el río Piatúa, según Tavera Franco (2024) el Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Clara “ha invertido recursos públicos en la construcción de instalaciones recreativas a lo largo de sus orillas” (p. 43). En respuesta, los habitantes han optado por desarrollar infraestructura turística, como la construcción de cabañas, la venta de alimentos, el alquiler de equipos y la organización de recorridos por la selva, con el objetivo de generar ingresos económicos a través del turismo. Estas actividades, aunque beneficiosas para la economía local, también presentan riesgos potenciales de contaminación y degradación ambiental, lo que subraya la necesidad de implementar prácticas sostenibles y de gestionar cuidadosamente los recursos naturales para preservar la integridad ecológica del río Piatúa.

El uso recreativo del río, las actividades turísticas y económicas alrededor del sector, benefician a miles de familias, dado que se calculan ganancias anuales entre 4 a 6 millones de dólares (Fundación Río Napo, n.d.). A pesar de los beneficios económicos, los habitantes han procurado que todas estas actividades sean sustentables, implementando estrategias que incluyen la promoción de actividades no consumptivas y temporales que no afecten negativamente al ecosistema, la implementación de programas de educación ambiental y la colaboración con organizaciones de conservación para monitorear la salud del río y su entorno. No obstante, estas actividades no han sido efectivas para tratar la contaminación auditiva.

En cuanto al paisaje conformado por la presencia de flora nativa, la reducción de 18 m² en la cobertura vegetal, aunque aparentemente pequeña, es indicativa de un proceso de degradación paisajística que tiene efectos acumulativos a largo plazo. La pérdida de vegetación reduce la capacidad del entorno para capturar carbono y regular el clima local y afecta la biodiversidad, al destruir hábitats críticos para especies nativas (Canales-Gómez et al., 2023). Esta alteración del paisaje disminuye el valor estético y natural del balneario, afectando negativamente su atractivo como destino turístico y ecológico.

Se ha registrado desde “el año 2000 que aproximadamente el 60% de las cuencas de los grandes ríos del planeta habían sido alteradas” (Earth Law Center, 2020). Para Restrepo et al. (2023) este porcentaje evidencia una pérdida significativa en el ecosistema, manifestada a través de

la contaminación del agua, la disminución de la biodiversidad, y un notable incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero. En ese sentido, las comunidades que rodean el río Piatúa se esfuerzan por su cuidado y preservación, conscientes de que el río está profundamente vinculado a aspectos culturales, recreativos y económicos de la región. Este vínculo multifacético significa que cualquier alteración en los componentes del río tendría un impacto directo y significativo en las actividades que benefician a los habitantes.

El compromiso de las comunidades con la preservación del río Piatúa no solo protege su entorno natural, sino que también garantiza la continuidad de los beneficios culturales, recreativos y económicos que el río proporciona. Este enfoque holístico y sostenible es esencial para la resiliencia y prosperidad a largo plazo de las comunidades locales. Indudablemente, las comunidades se esfuerzan por mantener prácticas que no dañen ni contaminen el entorno natural, pues en la implementación de proyectos relacionados con el ecoturismo, como la creación de senderos y otras infraestructuras turísticas, se ha adoptado por un enfoque proactivo para minimizar el impacto ambiental, empleando materiales de origen renovable con la implementación de estrategias sostenibles que promuevan el uso responsable de los recursos naturales. No obstante, es crucial determinar si estas actividades están realmente cumpliendo con sus objetivos de sostenibilidad y preservación ambiental.

Es evidente que en los últimos años se ha experimentado una creciente popularidad del balneario sumado a la afluencia de turistas, lo que genera preocupación desde una perspectiva ambiental, pues la historia ha demostrado que la presencia humana en entornos naturales induce modificaciones significativas en los ecosistemas, estableciendo desafíos ambientales que requieren una evaluación detallada de la actividad turística en estas áreas. Por lo tanto, es fundamental verificar si las medidas implementadas para proteger el ecosistema han sido efectivas o si, por el contrario, ha habido algún grado de contaminación o alteración del entorno natural.

Para mitigar los impactos negativos observados en los recursos naturales como el agua, aire y ruido en el balneario del río Piatúa, es fundamental considerar la implementación de una serie de medidas sostenibles y específicas que preserven el entorno a largo plazo. Estas recomendaciones buscan reducir la contaminación existente, prevenir su incremento y asegurar un equilibrio entre el uso recreativo del espacio y la protección ambiental.

Para el recurso hídrico, la turbidez y la contaminación microbiológica detectadas en el agua son señales claras de la necesidad de reforzar las prácticas de saneamiento. Para mantener los niveles de turbidez dentro de los estándares recomendados, se deben instalar filtros naturales y sistemas de tratamiento de agua que incluyan tecnologías sostenibles como humedales artificiales, los cuales permiten una filtración biológica eficiente. La aplicación de desinfectantes como el cloro o bromo debe ser estrictamente regulada para asegurar que no se excedan los niveles seguros para el uso recreativo. También sería recomendable la instalación de estaciones de monitoreo en tiempo real para evaluar constantemente los niveles de coliformes y turbidez, de modo que se puedan tomar acciones preventivas inmediatas.

En cuanto a la contaminación del aire a causa de las partículas en suspensión que superan los límites permisibles, puede corregirse implementar zonas de amortiguación verde alrededor del balneario, a través de vegetación nativa que actúe como barrera natural para la captación de partículas contaminantes. Del mismo modo, regular el número de vehículos en los días de mayor afluencia mediante políticas de acceso controlado y la promoción de alternativas como el transporte público o bicicletas también contribuiría a mejorar la calidad del aire y ayudará a absorber el sonido.

Para reducir la contaminación acústica, es necesario imponer regulaciones estrictas en cuanto a los niveles de ruido permitidos durante los días de mayor afluencia turística. Una solución

efectiva sería la creación de zonas de silencio en áreas críticas del balneario, donde se limite la entrada de vehículos motorizados y se restrinjan actividades que generen ruido elevado como el uso de parlantes.

Un elemento importante para la prevención y corrección es la promoción de campañas de concienciación entre los turistas sobre la importancia de respetar el entorno sonoro también es una medida clave para reducir el impacto del ruido.

5. Conclusiones

La actividad turística diversificadora de la economía en territorios amazónicos ha demostrado que los servicios en muy pocas ocasiones han causado impactos significativos en el sistema ambiental; lo cual nos permite evidenciar los hallazgos de la presente investigación.

Las bases teóricas del componente biótico para la evaluación de los parámetros básicos ambientales en espacios de uso turístico, Balneario río Piatúa determinaron los rangos permisibles según detalle:

Agua. – Los sólidos totales y disueltos, demanda química de oxígeno – DQO, turbidez, conductividad eléctrica, Ph y oxígeno disuelto, parámetros importantes para un adecuado desarrollo de vida propios de su ecosistema, son acorde a los parámetros permisibles establecidos en la normativa, para realizar actividades del sector tercero de la economía (turismo). Así mismo en el ámbito microbiológico parámetros como coliformes, parásitos y nemátodos son bajos o no existen respectivamente, lo cual nos indica una buena calidad del agua, a pesar de que existe un leve aumento de coliformes en la muestra MA-3, la cual se auto depura por la propia naturaleza del río.

Aire. - El aire fue el componente con menor impacto por la afluencia turística, ya que las mediciones realizadas a lo largo del día revelaron múltiples lecturas que no excedieron significativamente los límites permisibles para partículas PM7 y PM10, teniendo como resultado un aire limpio y puro.

Sonido. - La contaminación acústica, resultante de la actividad turística y la presencia de ruido provenientes de fuentes fijas (parlantes en bares y restaurantes), móviles (autos, parlantes portátiles), altera el equilibrio sonoro del ambiente, esto es evidente durante los feriados y fines de semana, que donde hay mayor afluencia de turistas al lugar. Para abordar esta problemática, podrían implementarse zonas de silencio donde el tráfico y las actividades ruidosas sean limitadas, reguladas y sancionadas por normas de control acústico para actividades turísticas, especialmente en áreas sensibles como parques naturales o zonas residenciales según establece la normativa de control.

Paisaje. - Finalmente, la contaminación visual no ha tenido un impacto relevante pues el paisaje no ha sido mayormente alterado en términos de deforestación o pérdida del ecosistema, lo que no afecta la calidad del paisaje y la vida silvestre de los alrededores del balneario.

Los resultados obtenidos tras el análisis de las muestras indican que los parámetros ambientales se encuentran dentro de los límites normativos establecidos por entidades de control, como el MAATE, los GAD's, y otras ordenanzas pertinentes. Esto permite concluir que el balneario del Río Piatúa se mantiene en condiciones relativamente favorables, gracias a la gestión adecuada por parte de las autoridades competentes, siendo así un atractivo natural en óptimas condiciones ambientales para el disfrute de turistas.

Referencias

- Al-Tameemi, I. M., Al-Maliki, A. J., & Nafea, T. H. (2023). Evaluation of planting's effect on mitigating PM2.5 and PM 10 concentrations in Basra city, Iraq, in: AIP Conference Proceedings, 27(1). <https://doi.org/10.1063/5.0148073>
- Argumedo, C. D., (2020). Niveles de metales (Al, Cr, V, As, Se) en partículas PM10 en la atmósfera de la localidad de Barrancas, Norte de Colombia. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8. <https://doi.org/10.15649/2346030x.804>
- Canales-Gómez, E., Peña-Joya, K. E., Cruz-Romero, B. y Téllez-López, J. (2023). Pérdida de cobertura vegetal riparia por acciones de desazolve del río Pitillal en Jalisco. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 29(2). <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.09.063>
- Carbotecnia. (2023). *Parámetros de análisis fisicoquímico del agua para la norma 127 NOM-127-SSA1-2021*. <https://www.carbotecnia.info/parametros-de-analisis-fisicoquimico-del-agua-para-la-norma-127-nom-127-ssal-2021/>
- Cari Mendoza, É., Legua Laurencio, J. L. y Condori Apaza, R. M., (2018). Determinación del nivel de presión sonora generada por el parque automotor en Ilo, Perú. *Producción + Limpia*, 13(2). <https://doi.org/10.22507/pml.v13n2a2>
- CESVA acoustics instruments, (2017). Manual de usuario Sonómetro SC102. <https://www.cesva.com/es/soporte/producto/?model=sc102>
- Cirrus Research plc, (2016). Guía para Terminología de Medición de Ruido. <https://cirrusresearch.com/es/ebook/guia-de-terminologia-para-la-medicion-del-ruido/>
- Cortez Oyola, M. Á., Chero Arana, B., (2021). LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LA VIDA MARINA. *Innova Biology Sciences*, 1(2), 55-66. <https://doi.org/10.58720/ibs.v1i2.18>
- Earth Law Center, (2020). Los derechos del Río Piatúa.
- Escandón Guachichullca, C. G., Cáceres Vintimilla, M. E., (2022). Análisis de la calidad del agua mediante parámetros físicos químicos y macroinvertebrados bentónicos, presentes en la microcuenca del Río San Francisco - Gualaceo Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- Fundación Río Napo, n.d. Piatúa Libre. Tena. <https://app.omprakash.org/images/gallery/BlogNew/8f20d9c1399000b4.pdf>
- Guerrero Crespo, M. del C., Arias Pilatúa, H. E., (2014). Determinación de la conductividad eléctrica y la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas afluentes del Río Cutuchi desde el puente cinco de junio hasta los molinos poultier, cantón de Latacunga. provincia de Cotopaxi. periodo 2013 - 2014 (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.

Ministerio del Ambiente, (2015). Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua., Registro Oficial No. 387.

Moliner Aramendia, A., & Masaguer Rodríguez, A. (1996). *Calidad de aguas para uso agrícola y efecto de la agricultura sobre la calidad del agua*. En S. Garrido (Coord.), *Prácticas agrarias compatibles con el medio natural: El agua* (pp. 61-74). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Organización Mundial de la Salud (2018). Guía para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta ed. p166. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf>

Palomino Avellaneda, P. D., (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos*, 79(2). <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>

Ponghis, M. G. (1972). Hygiène du milieu et tourisme: el factor humano. *Estudios Turísticos*, (36), 247-257. <https://doi.org/10.61520/et.361972.538>

Resendiz, M., (2019). ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto en el agua? Lenntech. <https://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua.htm>

Restrepo, J., Hoyos, N., Restrepo, Juan. (2023). Dinámicas espacio-temporales de la deforestación en los municipios de Riosucio y Río Quíto, Chocó, Colombia. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 47(185), 977-995. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1961>

Rodríguez Cosme, D. M. L., Cayambe Guachilema, D. M. D., León Cáceres, D. F. M., Alvarado Herrera, M. D. M., Palacios Noboa, M. M. P., & Alvarado Pincay, M. R. C. (2022). Las prácticas culturales: una vía para el desarrollo de sentimientos de identidad en niños y jóvenes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(6), 14590-14606. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1420

Sancho Pérez, A. (2005). *Impactos del turismo sostenible sobre la población local*. Turismo y Sociedad, 4, 7-38. Universidad Externado de Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/5762/576276622001.pdf>

Santos Durán, D., & Solano Pérez, C. T. (2019). Desarrollo sustentable y medio ambiente. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 8(15), 68-70. <https://doi.org/10.29057/icsa.v8i15.4911>

Silva Torres, D. A., Coello Hurtado, J. I., (2020). Diseño E Implementación De Un Sistema De Monitoreo En Tiempo Real De Sensores De Temperatura, Turbidez, Tds Y Ph Para La Calidad Del Agua Utilizando La Tecnología Lorawan. Tesis de Grado, Universidad Salesiana, 1, 1-88.

Suárez Arciniégas, C. A. (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. *Luna Azul*, 34. <https://doi.org/10.17151/luaz.2012.34.12>

Tavera Franco, Andrés. (2024). Yaku Supay Shamuy: Ontologías y resistencias frente la apropiación del agua. El caso de la defensa del Río Piatúa (Pastaza, Ecuador) frente al proyecto hidroeléctrico de la empresa GENEFRAN. Tesis de maestría, Flacso Ecuador. <http://hdl.handle.net/10469/20824>

Vera Toledo, P., & González Herrera, R. (2010). Manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos como una causa de la pérdida de biodiversidad en Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1822>

Yumbo, K., Ileer, V., Espinoza, W., Campos, D., Castro, R., & Chirinos, D. T. (2018). *Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos y físico-químicos en el río Paján, Manabí, Ecuador. Investigatio*, (10), 32–40. Universidad Espíritu Santo - UES. <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/184>

Contribución de los Autores

Nombres y Apellidos del autor	Colaboración Académica													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Mayra Heras-Heras	x			x			x	x		x				
Alison Barrera-Tapia		x	x					x						
Deisy Quevedo-Amay						x			x					
Andrés Martínez-León					x						x			
Mario Barrera-Castro											x	x		

1-Administración del proyecto, 2-Adquisición de fondos, 3-Análisis formal, 4-Conceptualización, 5-Curaduría de datos, 6-Escritura - revisión y edición, 7-Investigación, 8-Metodología, 9-Recursos, 10-Redacción - borrador original, 11-Software, 12-Supervisión, 13-Validación, 14-Visualización.