

Análisis de impactos ambientales del ecoturismo en bosques secundarios en La Mesa, Cundinamarca e identificación de oportunidades para contribuir a la transición energética

Estudiante: Karol Samara Rodríguez

Docente: Martha Custodia Lamprea

Resumen

La Mesa, Cundinamarca, se caracteriza por ser un territorio con un alto potencial turístico, según lo establece el plan básico de ordenamiento territorial del municipio, de tal manera que allí se encuentra una modalidad poco común de turismo, conocida como ecoturismo. Esta modalidad está presente en dos Ecoparques del territorio, que se caracterizan también por realizar deportes extremos en naturaleza, se desarrollan otras actividades como el servicio de hospedaje y servicio de restaurante, dentro de los cuáles se identificaron impactos ambientales negativos y positivos, utilizando la matriz de Leopold modificada, para analizar aquellas oportunidades de mejora que pueden ser alcanzadas por medio de un plan de manejo que haga seguimiento a las estrategias que puedan proponerse de los resultados obtenidos de la matriz de Leopold modificada como un instrumento de identificación y cuantificación de impactos ambientales. Esto permite contribuir a la transición energética y desarrollo sostenible de las actividades turismo, por ello es necesario conocer aquellas oportunidades de mejora para implementar el uso de tecnologías limpias que realicen un adecuado aprovechamiento de los recursos renovables, garantizando también adecuado aprovechamiento y gestión de los servicios ecosistémicos.

Introducción

La transición energética se define como un cambio considerable dentro del sistema energético de una nación, como lo indica Linares, P (2018). Según la Nasa, estaríamos ante un aumento de la temperatura de la tierra que nunca habría visto en los últimos diez mil años. Lo que pondría en riesgo las condiciones que hacen posible la vida en la tierra, por lo tanto, todos estamos en la obligación de implementar esta herramienta dentro de las actividades que realizamos, para prevenir y mitigar daños ambientales.

Según el plan básico de La mesa, Cundinamarca, menciona este territorio como un municipio conocido como cabecera de provincia en la región del Tequendama, se destaca por las actividades de turismo, siendo visto como una potencialidad que posee el municipio, debido a su ubicación geográfica, clima ideal y biodiversidad. En este municipio se destaca el ecoturismo, como una modalidad que promueve la sostenibilidad del turismo, aprovechando adecuadamente los servicios ecosistémicos del territorio. Sin embargo, para identificar las oportunidades de transición energética en estas actividades, se ejecutó la matriz de Leopold, como una herramienta que permitiera identificar y cuantificar los impactos (positivos o negativos) para localizar puntos de mejora y analizarlos como una oportunidad a la transición energética, donde se aprovechen los recursos renovables y las características geográficas del territorio, aplicando esta herramienta en uno de los ecoparques turísticos del municipio.

Una vez la matriz de Leopold fue ejecutada por un grupo de estudiantes, se empezó a realizar un análisis de todo lo encontrado en campo, para identificar aquellas oportunidades de mejora que pueden aportar a la transición energética y el aprovechamiento de los recursos renovables. Para esto, se tomaron como referencia algunos puntos turísticos que ya están implementando tecnologías limpias que reducen y previenen impactos negativos en el ambiente, de la misma manera por medio de la matriz se identificaron impactos positivos para potencializarlos.

Abstract

According to the basic territorial planning plan of the municipality of La Mesa, Cundinamarca, this territory is characterized by having a high tourist potential, in such a way that we find an unusual form of tourism there, known as ecotourism. This modality is present in two Ecoparks in the territory, which are also characterized by extreme sports in nature. Other service activities such as lodging and restaurant service were also identified, within which negative and positive impacts were identified, using the matrix. modified Leopold matrix, to analyze those opportunities for improvement that can be achieved through a management plan that monitors the modified Leopold matrix as an instrument for identifying and quantifying environmental impacts. To contribute to the energy transition and sustainable development of tourism activities, it is necessary to know those

opportunities for improvement to implement the use of clean technologies that make adequate use of renewable resources, also guaranteeing adequate use and management of ecosystem services

Palabras clave:

Ecoturismo, Matriz de Leopold, Impactos ambientales, Ecoparque, transición energética.

Keywords

Ecotourism, Leopold Matrix, Environmental impacts, Ecopark, energy transition.

Objetivo

Identificar oportunidades de mejora que aporten a la transición energética en el desarrollo de actividades ecoturísticas, prestación de servicios hoteleros y desarrollo de deportes extremos en un Ecoparque turístico en el municipio de La Mesa, Cundinamarca.

Objetivos específicos

- Identificar los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades desarrolladas en un eco parque en el municipio de la Mesa Cundinamarca.
- Evaluar los impactos ambientales en las etapas y actividades desarrolladas en el Ecoparque utilizando la matriz de Leopold modificada
- Proponer oportunidades de mejora que contribuyen a la transición energética en el desarrollo de las etapas y actividades en un Ecoparque turístico de La Mesa, Cundinamarca.

Metodología

En el estudio se ejecutó una muestra no probabilística a conveniencia. Para lograr la identificación de impactos ambientales (positivos y negativos) en las actividades ecoturísticas, se recogieron 20 muestras generadas por medio de la observación de estudiantes y docentes en un Ecoparque de La Mesa, Cundinamarca, donde se practican actividades de ecoturismo para el disfrute de los paisajes del ecosistema como deportes extremos y servicios hoteleros. Por medio de la Matriz de Leopold modificada se

analizaron los impactos positivos y negativos por medio de la evaluación de las siguientes variables; el carácter del impacto, la duración del impacto, la reversabilidad del impacto, la recuperabilidad del impacto, la acumulación y multiplicidad de los impactos, y la magnitud, comparando los resultados con otras investigaciones cualitativas de algunas matrices de evaluación de impacto ambiental como la matriz RIAM y la matriz de Leopold modificada. Luego se identificaron oportunidades de mejora que involucran las herramientas de transición energética.

Matriz de Leopold modificada

La matriz de Leopold modificada es un instrumento que permite el aislamiento, identificación y cuantificación de impactos. Según León (2012), la matriz de Leopold, es considerada como un método matricial para la identificación de los impactos, donde relaciona los factores ambientales con las acciones realizadas en el medio. La matriz utilizada hace parte un producto de un simulador virtual generado por Virtual Plant, que se caracteriza por brindar un aprendizaje lúdico para prácticas de ingenierías. En este caso la matriz utilizada se encargó de identificar etapas, también se identificaron las actividades realizadas por cada una de estas etapas para terminar aislando cada uno de los impactos generados, también clasificando cuáles eran los componentes afectados. Dentro de la matriz de Leopold se tuvieron en cuenta las siguientes variables

Carácter del impacto

En esta sección se debía identificar si el impacto tenía un carácter negativo o positivo a partir del componente en el cuál influía.

Duración del efecto

También puede ser conocido como persistencia del impacto, según León (2012), corresponde a cuanto permanecerá el efecto de un impacto desde su aparición y a partir del cual el medio podrá retornar a las condiciones originales o iniciales.

Reversabilidad

Corresponde a los plazos en los cuáles los impactos generados pueden ser reversibles, teniendo en cuenta el corto, mediano y largo plazo. Donde el corto plazo se refiere a menos

de un año, el mediano plazo a un intervalo entre 1 y 10 años y largo plazo en más de 10 años.

Recuperabilidad

Hace referencia a la recuperación o reconstrucción del componente o factor ambiental que ha sido afectado por determinada acción, para poder retornar nuevamente a las condiciones originales en las cuales se encontraba, esto por medio de medidas de corrección dispuestas en el medio

Fórmula utilizada:

Para la calificación de los impactos de acuerdo a la cuantificación de los criterios anteriormente mencionados, se utilizó la siguiente formula, aplicada a una tabla de Excel:

$$= (-1) * ((1*Q) + (2*R) + (2*S) + (1*T) + (1*U))$$

Donde

Q=Duración del efecto.

R= Reversabilidad

S= Recuperabilidad

T=Acumulación y multiplicidad de efectos

U= Magnitud o extensión del efecto

Esta fórmula, al igual que la matriz hace parte del producto entregado por virtual plant, para el programa de ingeniería ambiental, enfocado en la evaluación y el estudio de impactos ambientales.

Acumulación y multiplicidad de efectos

Hace referencia a aquellos impactos que pueden ser simples, acumulativos o sinérgicos, los impactos simples serán aquellos que solo son manifestados en un factor o componente ambiental, los efectos acumulativos son aquellos que aumentan a medida del paso del tiempo y que tienen un comportamiento progresivo ya que el medio es incapaz de eliminarlo al tiempo que es producido, por último, los impactos sinérgicos son aquellos que

provocan un daño ambiental por un conjunto de varios efectos debido a la suma de cada uno de estos, tal como lo indica León (2012) en su investigación sobre la evaluación de impacto ambiental en proyectos de desarrollo.

Magnitud o extensión del efecto

Según León (2012), se refiere al grado de alteración que es generado por la acción realizada en el componente o factor ambiental. También puede ser considerado como una cuantificación subjetiva, ya que el peso de las acciones generadas puede ser relativo

Resultados

Una vez fue ejecutada la matriz de Leopold modificada, se obtuvieron actividades que involucraron el componente recreacional por medio del aprovechamiento del paisaje tales como la observación del paisaje y el senderismo. Se recopilieron algunos deportes extremos que influyen en varios de los impactos encontrados tales como la práctica de Canopy, Rapel y el puente tibetano, donde las estructuras de las atracciones tienen el común el impacto al paisaje, la fauna, la flora y el suelo debido a sus infraestructuras. Impactos como la generación de residuos, alto consumo del recurso hídrico y alto consumo de energía, contaminación del suelo y cuerpos hídricos, se encuentran relacionados con los servicios a los turistas en cuanto al hospedaje y restaurante. Como se mencionada anteriormente, también fue fundamental realizar un reconocimiento de los impactos positivos, los cuáles se encuentran fuertemente relacionados a la dimensión social y económica, debido a los ingresos que son generados por medio de la prestación de servicios en el Ecoparque turístico, todo esto, podrá contemplarse en el siguiente diagrama:

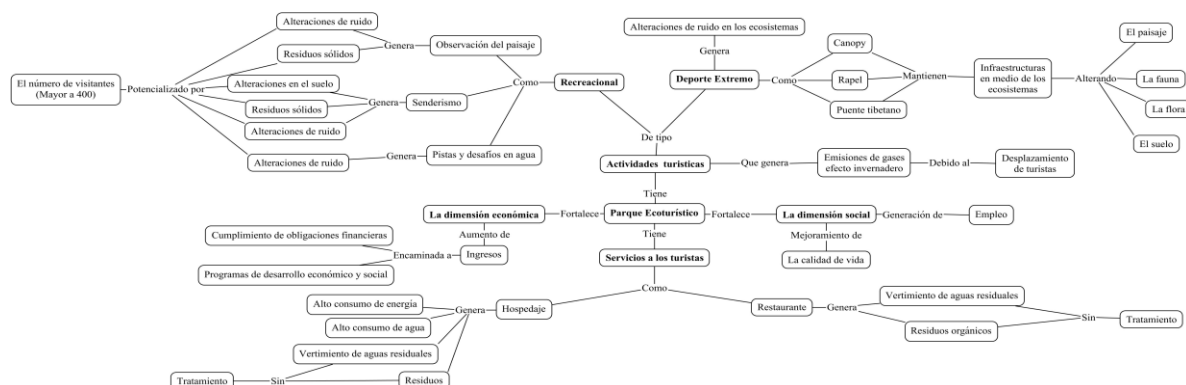


Imagen I: Agrupación de los hallazgos encontrados en el Ecoparque turístico.

Dentro de los resultados se obtuvieron 12 etapas, 22 actividades y 35 impactos ambientales, dentro de los cuáles 9 se caracterizaron por ser positivos y 26 por ser negativos, en el siguiente cuadro se mostrará una clasificación de la información encontrada en campo por medio de la matriz de Leopold modificada:

Impactos positivos								
Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisajes	Población	Trabajadores	Servicios
						Cumplimiento de obligaciones y gastos financieros en el territorio		
						Fortalecimiento en la implementación de programas de desarrollo de carácter económico y social		
							Generación de empleos	
						Practicas recreacionales para el ambiente		
						Practicas recreacionales favorables en la salud		
						Aumento en la inversión pública		
						Mejoramiento de la calidad de vida		
						Aumento en los ingresos financieros en el territorio		
						Adecuado aprovechamiento del servicio ecosistémico de "cultura"		

Tabla I: Rodríguez Karol Samara. (2023). Agrupación de los impactos positivos encontrados.

Los impactos positivos que son identificados dentro de la matriz de Leopold modificada influyen directamente en el componente social y económico, los cuales deberán ser potencializados, para realizar un mejor aprovechamiento de las actividades, pues como lo indica Caviedes, D et al (2018), los impactos dentro de la dimensión sociocultural fortalecen la identidad de los territorios e influyen en la percepción de las comunidades para la conservación de los servicios ecosistémicos, para que continúen siendo una fuente de ingresos para la zona.

Impactos negativos								
Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisajes	Población	Trabajadores	Servicios
	Alteración de la calidad del recurso atmosférico					Aspiración de dióxido de carbono.		

por la llegada de turistas en transporte con combustible convencional					
	Generación de residuos sólidos ocasionado por turistas, trabajadores y habitantes debido a la ausencia de contenedores de clasificación y disposición de residuos sólidos que pueden alterar las características de los suelos y su uso.	Generación de residuos sólidos que puede alterar la vegetación.	Generación de residuos sólidos que afecta los hábitat de algunas especies.	Generación de residuos sólidos que influye en la estética y armonía del paisaje.	
			Alteración de ruido en el ecosistema por el uso de poleas y constante paso de turistas sin previo conocimiento de la capacidad de carga del ecosistema.		
			Alteración a la avifauna debido a la altura de algunas infraestructuras.		
				Alteración del paisaje causada por las infraestructuras del centro turístico.	
Alto consumo de agua captado de fuentes hídricas para servicios de hotelería					
			Alteración de los hábitat debido a la contaminación que puede ser generada por algunos turistas.		
	Contaminación de los suelos generado por residuos orgánicos				
Contaminación hídrica generada por la ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales					

Tabla II: Rodríguez Karol Samara. (2023). Agrupación de los impactos negativos encontrados

Estos resultados fueron comparados con otras investigaciones que ya han sido realizadas, las cuáles demuestran que este tipo de impactos si se encuentran relacionados con la actividad ecoturística dentro de los territorios, Uscuchagua, C et al (2021), menciona dentro de los resultados de si investigación, que algunos aspectos ambientales como la generación del ruido, la generación de residuos sólidos y el constante paso de turistas termina afectando la fauna silvestre, la alteración de los suelos, la contaminación de los recursos y la reducción de la cobertura vegetal, resultados similares a los obtenidos dentro de la investigación realizada en el Ecoparque turístico.

El vertimiento de aguas residuales por parte de los servicios de hospedaje y restaurante terminan generando también agotamiento de los recursos, como lo indica también Turker, M.; Aydın, I. & Aydın, T. (2014), quien afirma que la contaminación de los recursos termina aumentando la demanda de los mismos, por lo que es importante idear estrategias que mitiguen los efectos contaminantes sobre los servicios ecosistémicos.

Según Leung, Spenceley, & Hvenegaard (2019), impactos que influyen de forma negativa la fauna y la flora, terminan afectando el hábitat de especies silvestres lo que termina contribuyendo a la pérdida de especies. Una de las mayores preocupaciones de este parque podría ser el desconocimiento de la capacidad de carga ecosistémica, por lo que se desconoce la cantidad de turistas que puede entrar al Ecoparque, lo que puede terminar degradando el ecosistema.

La construcción de infraestructuras para el desarrollo de deportes extremos, así como la construcción del área de restaurantes y hoteles también termina ejerciendo presión sobre los ecosistemas, generando algunos daños como la pérdida de cobertura vegetal y afectación en el paisaje. Además, la ausencia de tratamiento de recursos contaminados termina por afectar la calidad de los mismos, esto, en las infraestructuras turísticas, menciona Mirsanjari et al. (2013).

Resultados vinculados a la identificación de oportunidades de mejora vinculados a la transición energética:

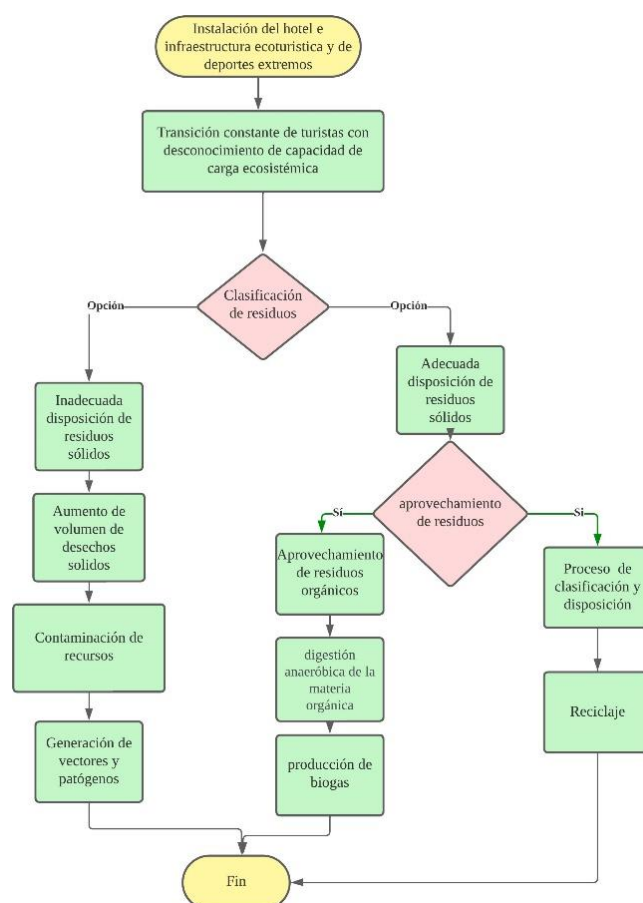


Imagen II: Perspectiva y diagrama de procesos sobre las alternativas para la disminución de residuos sólidos.

De acuerdo con los resultados de la matriz de Leopold modificada, la inadecuada disposición de residuos sólidos se calificó entre un rango compatible. La generación de residuos sólidos es uno de los aspectos ambientales que termina generando daño en la gran mayoría de recursos y servicios ecosistémicos, debido a la inadecuada disposición de los mismos en el ambiente y desconocimiento de capacidad de carga de los turistas sobre el ecosistema. Durante el trayecto, se lograron encontrar algunos residuos de comida, proveniente del servicio de restaurante, los cuáles podrían ser utilizados para la generación de biogás. Según Jiménez, T (2018), la codigestión de los desechos o residuos orgánicos puede aumentar el nivel de rendimiento del metano, lo que permite alcanzar una mayor producción del mismo. De acuerdo con su investigación, el uso de la digestión anaerobia de

los alimentos es una alternativa que lograría mitigar los impactos generados por los rellenos sanitarios.

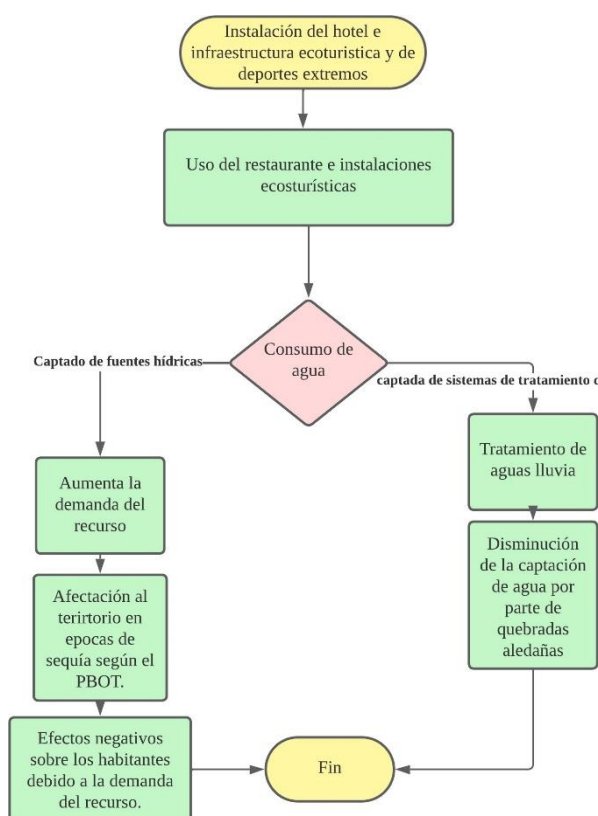


Imagen III: Perspectiva y diagrama de procesos sobre las alternativas para disminuir el consumo del recurso hídrico.

La captación del recurso hídrico para los servicios de hospedaje y restaurante fue calificado como compatible, el consumo de agua en la infraestructura puede afectar al municipio, que se caracteriza por presentar algunas épocas de sequía y algunos efectos negativos dentro de la calidad del recurso, por lo que el uso de sistemas de tratamientos de aguas lluvias se convierte en una herramienta prometedora para reducir el alto consumo de agua para los servicios de restaurante, hotel y algunas actividades en el parque.

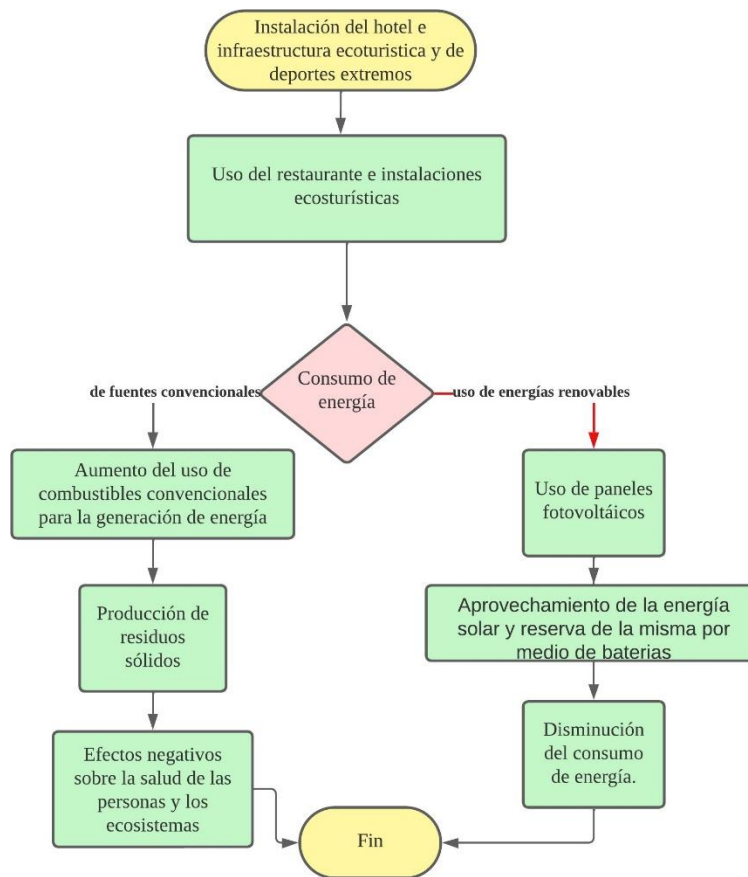


Imagen IV: Perspectiva y diagrama de procesos sobre las alternativas para disminuir el consumo de la energía.

La alta demanda de energía es provocada por el consumo generado en el hotel y el restaurante, por lo tanto, una alternativa coherente sería la instalación de paneles fotovoltaicos, los cuáles son eficientes y contribuyen al alto consumo de energía.

Según Vásquez, E (2019), el uso de paneles fotovoltaicos termina beneficiando el sistema eléctrico y esto se traduce en que se hace efectivo el ahorro de emisiones futuras. Mitigar este impacto es una meta alcanzable, ya que se calificó como moderado, según la matriz de Leopold modificada.

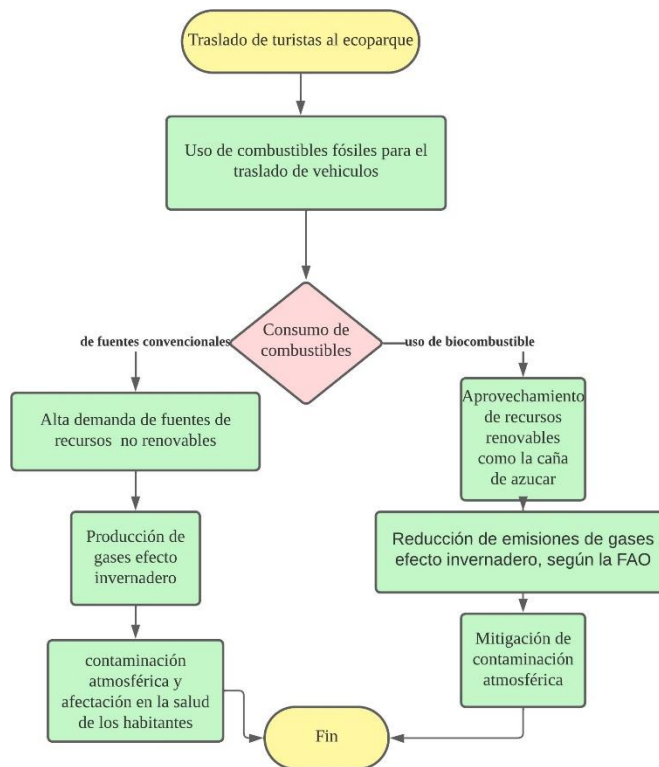


Imagen V: Perspectiva y diagrama de procesos sobre las alternativas para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero.

El traslado de turistas y participantes de deportes extremos en naturaleza por medio de vehículos convencionales que utilizan gasolina y otros derivados del petróleo terminan generando altas emisiones de gases efecto invernadero. Debido a la ubicación del parque y teniendo en cuenta que la gran mayoría de empresas de transporte no utilizan alternativas sostenibles para reducir el impacto atmosférico causado por las emisiones, el uso de biocombustibles podría convertirse en una herramienta de mitigación. Este impacto es considerado como compatible debido a la capacidad de recuperabilidad del ecosistema donde se encuentra ubicado el ecoparque, por lo tanto, el uso de biocombustible se acercaría más a la reducción de gases efecto invernadero.

Oportunidades de mejora:

Para reducir el consumo de agua captado de algunas fuentes hídricas podría ser posible implementar un sistema de recolección de aguas lluvias, teniendo en cuenta los meses del año donde hay mayores precipitaciones, según el plan básico de ordenamiento territorial del

municipio, se presentarían en marzo, abril y octubre-noviembre, teniendo en cuenta que el comportamiento de las precipitaciones en el año es bimodal.

Para mitigar y reducir la contaminación generada en los cuerpos hídricos donde se realizan los vertimientos de aguas residuales podrían tenerse en cuenta algunas alternativas de tratamiento, tales como el uso de pozos sépticos, biorremediación y uso de plantas de tratamiento de aguas residuales de todo el complejo.

Oportunidades de mejora relacionada con la transición energética e implementación de tecnologías limpias

En algunas etapas de la matriz de Leopold modificada se destaca el impacto de emisiones de CO₂ debido a que muchos de los turistas vienen de municipios o territorios aledaños, por lo que se recomienda hacer uso de biocombustible, según la FAO (2008), son considerados como alternativas para mitigar las emisiones de gases efecto invernadero que son generadas.

Dentro de las principales oportunidades de mejora para la contribución de la transición energética en el desarrollo de las etapas y actividades del Ecoparque, se encontró que para reducir el consumo de energía dentro de las infraestructuras donde hay servicio de hospedaje y restaurante se pueden utilizar tecnologías que realicen el aprovechamiento de energías renovables, tales como los paneles fotovoltaicos, como ya ha sido utilizado dentro de algunas estrategias de arquitectura sostenible, como es el caso de la investigación de González, M, et al (2016), donde por medio del aprovechamiento de la energía solar es posible realizar un abastecimiento de energía dentro de la infraestructura y sus instalaciones, los cuales puedan ser instalados e independientes dependiendo las zonas o áreas donde sea requerida la energía.

Discusión

La actividad ecoturística y el desarrollo de deportes extremos en naturaleza pueden llegar a ser una gran oportunidad para los territorios de aumentar ingresos, pues dentro de la matriz de Leopold se encontraron este tipo de impactos positivos, los cuales deberán ser potencializados para que los territorios continúen siendo beneficiados por los servicios ecosistémicos de la zona. Por otra parte, los impactos negativos coinciden con otras

investigaciones realizadas, donde los impactos negativos son comúnmente: afectación de los suelos y el paisaje debido a las infraestructuras, generación de residuos sólidos y degradación de los suelos causado por el constante paso de turistas que puede llegar a ser un efecto considerable, ya que no tiene idea de la capacidad de carga ecosistémica. Otros impactos como el agotamiento de recursos, debido a la demanda del recurso hídrico y energía en los servicios de hospedaje y restaurante, por lo que se identificaron oportunidades de mejora para aportar a la transición energética.

Conclusión

Los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos (según la aplicación de la matriz de Leopold modificada), los impactos positivos deberán ser potencializados para que los territorios puedan seguir siendo beneficiados en el componente social y económico. Los impactos negativos son similares a los encontrados en otras investigaciones en el sector de turismo y desarrollo de deportes extremos, dentro de estos impactos negativos, encontramos que la alta demanda de energía puede ser un problema, al igual que la generación de gases efecto invernadero producidos por los vehículos que transportan los turistas, por lo que se analizaron diferentes oportunidades de mejora, aprovechando el uso de energías renovables, como los paneles solares, también el uso de biocombustibles para la reducción de gases efecto invernadero y la adopción de sistemas de tratamiento para garantizar la sostenibilidad de las infraestructuras, avanzando así, hacia la transición energética.

Referencias bibliográficas utilizadas

- Alcaldía La Mesa. (2000). Documento técnico, plan básico de ordenamiento territorial, municipio La Mesa. Recuperado de https://lamesacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/lamesacundinamarca/content/files/000047/2330_documento-tecnico-pobt.pdf
- Caviedes, D et al (2018). El ecoturismo en áreas protegidas de Colombia: una revisión de impactos ambientales con énfasis en las normas de sostenibilidad ambiental. L una Azul, núm. 46, 2018, enero-junio, pp. 311-330. Universidad de Caldas. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.16>

- FAO. (2008). Efectos de biocombustible en el medio ambiente. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i0100s/i0100s05.pdf>
- González, M, et al (2016). Eco hotel desierto de la Tatacoa. Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia. (pp.36). Recuperado de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/1978>
- Jiménez, T. (2018). Producción y valorización energética de biogás, a partir de residuos alimenticios y biomasa vegetal. Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/125/JimenezLoboTeresadeJesus2018.pdf?sequence=2>
- León, J. (2011). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Recuperado de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf>
- Leung, Y., Spenceley, A., & Hvenegaard, G. (2019). Gestión del turismo y de los visitantes en áreas protegidas.
- Linares, P. (2018). La transición energética. Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI. Recuperado de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/35780/IIT-18-155A.pdf?sequence=1>
- Mirsanjari et al. (2013). Mirsanjari, M. M., Zarekare, A., & Ghorbani, S. (2013). Environmental Impact Assessment of Ecotourism Site's Values 1, 7(2), 248–252.
- Nasa. (2023). Global Climate Changes, Vital signs of the planet. Recuperado de <https://climate.nasa.gov/en-espanol/datos/evidencia/>
- Turker, M.; Aydın, I. & Aydın, T. (2014). Ecotourism Activities for Sustainability and Management of Turker, M.; Aydın, I. & Aydın, T. (2014). Ecotourism Activities for Sustainability and Management of Forest Protected Areas: A Case of Camili Biosphere Reserve Area, Turkey. Designing Low Carbon Societies in Landscapes, Ecological Research Monographs, Cap. 15. Department of Forest Economic, (pp 17), Artvin Coruh University, Artvin, Turkey.

- Uscuchagua, C et al (2021). Impactos ambientales generados por la actividad ecoturística y propuesta de mejora en la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, 2021. Universidad Continental. Huancayo, Perú. Recuperado de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10341/2/IV_FIN_107_TE_Uscuchaga_Yupanqui_2021.pdf
- Vásquez, E (2019). Ahorro energético mediante la implementación de paneles solares en oficinas de comisión federal de electricidad gerencia regional de transmisión sureste. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. México. Recuperado de <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1679/MDRPIECA2019001.pdf?sequence=1>
- Virtual Plant. Laboratorio Industrial. Recuperado de <https://virtualplant.co/>