

Estado de conservación de la biodiversidad frente al uso turístico en Playa Los Frailes (PNM), Ecuador.

State of biodiversity conservation in relation to tourism use at Playa Los Frailes (PNM), Ecuador.

Pardo-Reyes, Paola Stefania¹; Cruz-Macías, Bryan Alejandro²; Navarro-Saltos, Gema Elizabeth³; Cabrera-Verdezoto, Rodrigo Paúl⁴.

- ¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Jipijapa; <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>; paola.pardo@unesum.edu.ec
- ² Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Jipijapa; <https://orcid.org/0000-0003-3462-6928>; bryan.cruz@unesum.edu.ec
- ³ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Jipijapa; <https://orcid.org/0009-0001-5603-7481>; gema.navarro@unesum.edu.ec
- ⁴ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Jipijapa; <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>; rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

Cita: Pardo-Reyes, P. S., Cruz-Macías, B. A., Navarro-Saltos, G. E., & Cabrera-Verdezoto, R. P. (2025). Estado de conservación de la biodiversidad frente al uso turístico en Playa Los Frailes (PNM), Ecuador. *Innova Science Journal*, 3(4), 350-362. <https://doi.org/10.63618/omd/isi/v3/n4/142>

Recibido: 11/07/2025
Aceptado: 09/09/2025
Publicado: 31/10/2025



Copyright: © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución- NoComercial 4.0 Internacional. \(CC BY-NC\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/isi/v3/n4/142>

Resumen: La Playa Los Frailes, ubicada en el Parque Nacional Machalilla (Manabí, Ecuador), es uno de los ecosistemas costeros mejor conservados del país, aunque enfrenta crecientes presiones por la actividad turística. Este estudio, mediante un enfoque mixto, evaluó el equilibrio entre conservación y turismo. Se registró una alta biodiversidad: 64 especies marinas, 270 aves, 81 mamíferos y 150 especies de flora del bosque seco tropical. No se identificaron especies invasoras y la densidad de macrorresiduos (0.095 ítems/m²) es aceptable, aunque los mesoplásticos (3.36 ítems/m²) representan una amenaza emergente. Los principales impactos se evidencian en la compactación y erosión del suelo en senderos, mientras que la fragmentación del hábitat es baja. Se concluye que Los Frailes mantiene condiciones ecológicas óptimas, pero se requiere implementar medidas de manejo adaptativo, control del aforo turístico y programas de educación ambiental para asegurar su conservación y sostenibilidad en el largo plazo.

Palabras clave: Conservación; turismo sostenible; biodiversidad; residuos plásticos; Playa Los Frailes; Ecuador.

Abstract: Los Frailes Beach, located in Machalilla National Park (Manabí, Ecuador), is one of the best-preserved coastal ecosystems in the country, although it faces increasing pressure from tourism. This study, using a mixed approach, evaluated the balance between conservation and tourism. High biodiversity was recorded: 64 marine species, 270 birds, 81 mammals, and 150 species of tropical dry forest flora. No invasive species were identified, and the density of macro-waste (0.095 items/m²) is acceptable, although mesoplastics (3.36 items/m²) represent an emerging threat. The main impacts are evident in soil compaction and erosion on trails, while habitat fragmentation is low. It is concluded that Los Frailes maintains optimal ecological conditions, but adaptive management measures, tourist capacity control, and environmental education programs are required to ensure its long-term conservation and sustainability.

Keywords: Conservation; sustainable tourism; biodiversity; plastic waste; Los Frailes Beach; Ecuador.

1. Introducción

La gestión integrada de áreas protegidas costeras representa un reto global, especialmente cuando se busca equilibrar la conservación ecológica con el creciente uso turístico (Eagles et al., 2002). En América Latina, este desafío se intensifica por la riqueza biológica y el aumento sostenido del turismo de naturaleza (Balmford et al., 2015). En Ecuador, el Parque Nacional Machalilla, y en particular Playa Los Frailes, es un ejemplo emblemático donde convergen estos intereses. Esta playa, considerada una de las más prístinas del litoral ecuatoriano, forma parte de un ecosistema costero-marino con alta biodiversidad, lo que la convierte en un área de conservación prioritaria (Paredes et al., 2020).

No obstante, el incremento de visitantes en temporadas altas ha generado presiones sobre la biodiversidad, los sistemas de gestión de residuos y la calidad del hábitat natural (Leung et al., 2018). Estudios recientes han advertido que una gestión inadecuada del turismo en ecosistemas frágiles puede derivar en su degradación progresiva (Buckley, 2020). Frente a esta situación, se vuelve imprescindible analizar la compatibilidad entre las prácticas turísticas y las metas de conservación, mediante indicadores socioecológicos y herramientas de planificación adaptativa (Coria & Calfucura, 2012).

Este artículo analiza el equilibrio entre la conservación ecológica y el uso turístico en Playa Los Frailes, proponiendo un enfoque que combine evaluación ambiental, percepción de actores locales y principios de sostenibilidad para contribuir a una toma de decisiones más informada y resiliente.

2. Materiales y Métodos

La playa Los Frailes se encuentra dentro del Parque Nacional Machalilla, en la parroquia Machalilla, cantón Puerto López, provincia de Manabí, en la costa suroeste del Ecuador. Su localización exacta está entre las coordenadas 01°34' S y 80°48' O, con una altitud promedio de 5 metros sobre el nivel del mar (Carrión Bueñaño et al., 2024). La playa forma parte del sistema ecológico del bosque seco tropical, uno de los ecosistemas más amenazados y menos representados en las áreas protegidas del país (Gálvez y Herrera, 2020).

Desde una perspectiva geográfica, Los Frailes se sitúa en una franja litoral influenciada por la corriente de Humboldt y la contracorriente ecuatorial, factores que determinan tanto la temperatura del agua como la biodiversidad marina presente en el área (Alvarado Ramos et al., 2022). La zona presenta relieves suaves, con colinas bajas cubiertas de vegetación xerofítica y accesos naturales a través de senderos y miradores (López Vera et al., 2024).

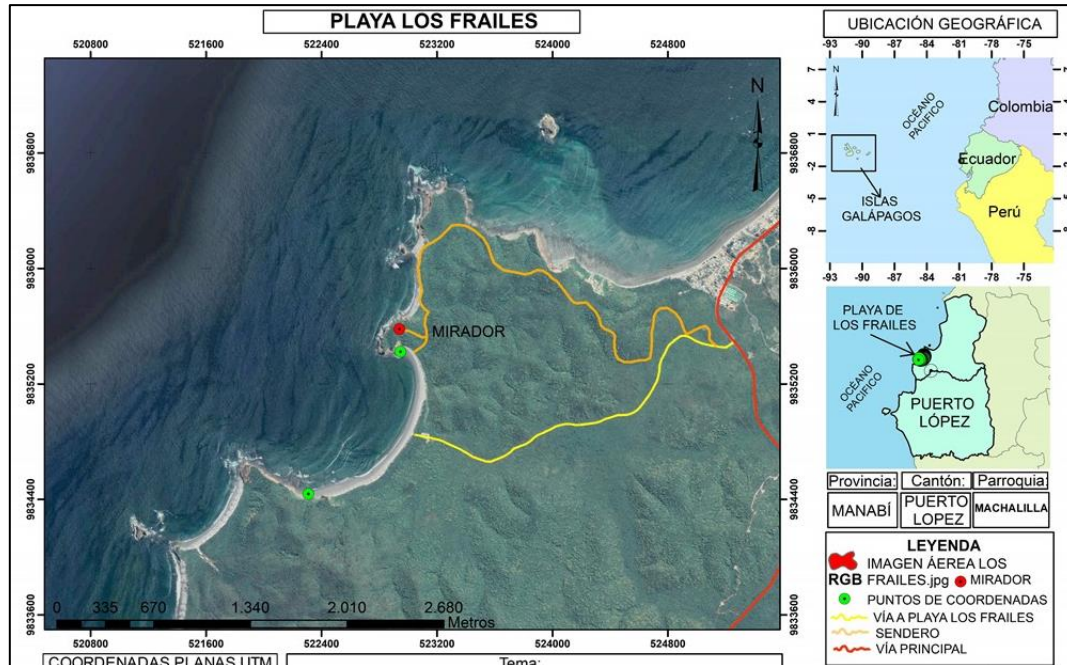
Este espacio forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Ecuador y representa un punto estratégico para el monitoreo de especies marinas y costeras, así como un nodo clave para actividades de conservación y turismo sostenible (Rosete Blandariz y Franco Urrunaga, 2022).

La presente investigación se desarrollará en dentro de la playa. El enfoque metodológico combinará técnicas de carácter cuantitativo y cualitativo, con el objetivo de integrar el

análisis ecológico con aspectos sociales y económicos relacionados con el uso turístico del área. A continuación, se muestra un mapa de la ubicación geográfica.

Figura 1.

Ubicación de la Playa los Frailes



Nota. Elaboración propia

2.1. Caracterizar los componentes ecológicos principales de Playa Los Frailes y su estado de conservación.

Para la caracterización ecológica de la Playa Los Frailes se empleó un enfoque descriptivo de tipo exploratorio. Se delimitó tres zonas dentro del área de estudio: la zona de acceso, la zona intermedia y la zona costera. En cada una de estas se aplicó un muestreo sistemático mediante transectos lineales de 100 metros, divididos en subunidades de 10x10 metros, dentro de las cuales se registraron los elementos de flora y fauna visibles.

La flora se identificó in situ, tomando registros de las especies dominantes y su cobertura estimada por observación directa. En caso de no poder identificar ciertas especies en campo, se tomaron fotografías las cuales fueron analizadas y clasificadas.

La fauna, especialmente aves, reptiles y pequeños mamíferos, se registró a través de observación directa, huellas y sonidos, utilizando binoculares, guías de campo en puntos estratégicos. Se complementó con información de reportes previos proporcionados por el Ministerio del Ambiente.

El estado de conservación se evaluó según criterios como: presencia de especies invasoras, erosión del suelo, compactación, presencia de residuos, y fragmentación del hábitat. Los datos se tabularon y se analizaron de forma descriptiva, determinando zonas con alto, medio o bajo nivel de alteración ecológica.

2.2. Evaluación del impacto de la actividad turística en la biodiversidad y los ecosistemas presentes en la playa.

Se aplicó un muestreo sistemático en transectos lineales y parcelas cuadradas para registrar la biodiversidad vegetal y la presencia de fauna clave en áreas con distinta intensidad de uso turístico (alta, media y baja), siguiendo los lineamientos de Margalef (1958) para diversidad alfa y la metodología de transectos de línea propuesta por Bibby et al. (2000). Para fauna terrestre (aves, reptiles, insectos), se realizaron censos visuales y auditivos en horarios establecidos (05h30–09h00 y 16h00–18h00)

Se selecciono puntos de observación en áreas con alta y baja afluencia turística. En estos puntos se registraron indicadores como: cantidad de residuos sólidos abandonados, deterioro de vegetación por pisoteo, compactación del suelo, presencia de senderos informales y cambios en el comportamiento de la fauna observable.

Para el análisis se elaboró una matriz de impacto ambiental, considerando variables como tipo de impacto, magnitud, extensión y frecuencia. Esta herramienta permitirá categorizar los efectos como positivos, negativos, directos, indirectos, reversibles o irreversibles.

3. Resultados

3.1. Caracterización de la biodiversidad y estado de conservación

3.1.1 Biodiversidad.

La tabla 1 presenta una caracterización cuantitativa y cualitativa de la biodiversidad en Playa Los Frailes, situada en el Parque Nacional Machalilla, una de las zonas más emblemáticas de conservación costera del Ecuador. Esta caracterización revela una riqueza notable de especies marinas y terrestres, así como una alta representatividad de flora adaptada a condiciones de bosque seco.

Tabla 1.

Caracterización de la Biodiversidad

Componente	Valor / Indicador
Especies marinas	64 especies, 55 géneros, 33 familias Corales, vieiras, erizos, peces (estimados) 143 especies en todo parque
Fauna terrestre	81 mamíferos, 270 aves (zonas secas costeras)
Flora terrestre	150 especies (Bosque seco con cactus, palo santo, matorrales costeros)

Nota: Datos obtenidos del MATTE (2024).

En el componente de especies marinas, se registra la presencia estimada de 64 especies, distribuidas en 55 géneros y 33 familias, incluyendo organismos clave como corales, vieiras, erizos y peces. Esta diversidad indica un ecosistema marino complejo y funcional, en el cual la interdependencia ecológica entre invertebrados bentónicos y peces contribuye significativamente al equilibrio biológico del litoral. El número total de especies marinas estimadas dentro del parque asciende a 143, lo que posiciona a Machalilla como una de las áreas con mayor biodiversidad marina protegida del país.

En cuanto a la fauna terrestre, se destacan 81 especies de mamíferos y 270 especies de aves, siendo estas últimas especialmente importantes por el rol ecológico que desempeñan como polinizadores, dispersores de semillas y reguladores de plagas. Las zonas secas costeras que rodean la playa son hábitats críticos para estas especies, muchas de las cuales podrían ser endémicas o estar en alguna categoría de amenaza según la UICN.

La flora terrestre también exhibe una notable diversidad, con un total de 150 especies, predominando aquellas características del bosque seco tropical como los cactus, el palo santo (*Bursera graveolens*) y los matorrales costeros. Este tipo de vegetación no solo es vital para la conservación del suelo y la prevención de la erosión, sino que también sirve como refugio para múltiples especies de fauna silvestre.

En conjunto, estos indicadores reafirman que Playa Los Frailes representa un ecosistema de alta sensibilidad ecológica, con una riqueza biológica significativa que amerita estrategias estrictas de manejo sostenible, especialmente frente al crecimiento del turismo en la zona. Como destaca MATTE (2024), esta diversidad convierte al sitio en un laboratorio natural idóneo para evaluar la compatibilidad entre conservación ecológica y uso recreativo.

3.1.2. Estado de conservación.

Tabla 2.

Estado de conservación

Zona	Especies Invasoras	Erosión del Suelo	Compactación del Suelo	Presencia de Residuos (items/m ²)	Fragmentación del Hábitat	Nivel de Alteración
Acceso / Estacionamiento	No registradas	Leve	Moderada	0.09	Baja	Media
Senderos principales	No registradas	Moderada	Moderada	0.05	Moderada	Media
Playa arenosa	No registradas	Moderada	Leve	0.095	Nula	Media

Nota. Elaboración propia

La tabla muestra una evaluación comparativa del estado de conservación ecológica de tres zonas específicas de Playa Los Frailes: (1) acceso/estacionamiento, (2) senderos principales y (3) playa arenosa. Se analizan indicadores clave: especies invasoras, erosión y compactación del suelo, residuos sólidos, fragmentación del hábitat y nivel de alteración.

En las tres zonas evaluadas no se registraron especies invasoras, lo cual es un indicador positivo de conservación biológica. La ausencia de especies exóticas implica que los procesos ecológicos nativos no han sido desplazados por dinámicas foráneas, lo cual es común en zonas con intervención humana intensa (Hulme, 2009; Pyšek et al., 2020). Este resultado es coherente con áreas protegidas que mantienen control estricto de acceso y monitoreo ambiental como parte del manejo adaptativo (Foxcroft et al., 2017).

La erosión del suelo fue leve en la zona de acceso y moderada tanto en senderos como en playa arenosa. Esto puede estar asociado al tránsito peatonal constante, ausencia

de barreras naturales (como vegetación densa) y exposición directa al viento y lluvia. Estudios similares en áreas costeras protegidas del Caribe y el Mediterráneo han reportado erosión moderada vinculada al senderismo y recreación no canalizada (Monz et al., 2013; Moreno-Izquierdo et al., 2021).

La compactación del suelo se registró como moderada en las zonas de acceso y senderos, y leve en la playa arenosa. Esta condición se relaciona directamente con la presión física ejercida por los visitantes. Según Marion & Cole (1996), la compactación reduce la porosidad y la capacidad de infiltración del suelo, lo que afecta la regeneración vegetal y la funcionalidad del ecosistema. La menor compactación en playa podría deberse a la textura suelta de la arena y la mayor capacidad de amortiguación del sustrato.

Los niveles de residuos sólidos varían entre 0.05 y 0.095 ítems/m², lo que se considera dentro del umbral de conservación aceptable (<0.1 ítems/m²) en contextos de manejo sostenible (Ryan et al., 2009; Hidalgo-Ruz et al., 2012). La zona de playa presenta un valor ligeramente mayor (0.095 ítems/m²), posiblemente asociado al mayor número de visitantes. No obstante, estos valores sugieren una gestión efectiva de residuos, reforzada por normas que prohíben el ingreso de alimentos y envases plásticos al área.

La fragmentación del hábitat fue nula en la playa, baja en el acceso y moderada en los senderos principales. Esta condición refleja la efectividad del diseño del área protegida. Según Geneletti (2004), la fragmentación es uno de los impactos más difíciles de revertir, ya que compromete la conectividad ecológica y la movilidad de especies. La fragmentación moderada en senderos puede ser resultado de trazas informales o desvíos no autorizados que interrumpen los parches de vegetación natural.

El nivel de alteración es catalogado como medio en las tres zonas. Esto implica que, aunque los impactos no son severos ni irreversibles, existe una presión constante sobre los ecosistemas que debe ser gestionada con estrategias preventivas. Esta categoría se asocia con sitios en los que la actividad turística está presente pero controlada, como señalan Buckley (2009) y Tapia et al. (2020), quienes identifican estos niveles como zonas de riesgo medio donde es clave aplicar políticas de zonificación, límites de carga y educación ambiental.

3.2. Impacto del turismo en la biodiversidad

3.2.1. Presencia de residuos sólidos

La segunda tabla muestra los resultados de un monitoreo sobre la presencia de residuos sólidos en Playa Los Frailes, diferenciando entre dos categorías: macrobasureo y mesoplásticos, con el fin de evaluar el impacto directo de las actividades humanas en la calidad ambiental del área protegida.

Tabla 3.

Presencia de residuos sólidos

Tipo de residuos	Ítems/m ² (Los Frailes)
Macrobasura	0.095
Mesoplásticos	3.36

Playa Los Frailes fue catalogada como la playa más limpia del Ecuador, comparada con otras playas del país

Nota: Datos obtenidos del MATTE (2023).

En el caso de la macrobasura, los valores obtenidos alcanzan 0.095 ítems/m², lo que representa una densidad relativamente baja en comparación con otras playas a nivel nacional e internacional. Este resultado sugiere una gestión eficiente de residuos y una alta conciencia ambiental, probablemente atribuible tanto a los programas institucionales de control como a la responsabilidad de los visitantes. Según el MATTE (2023), esta eficiencia ha permitido catalogar a Playa Los Frailes como la playa más limpia del Ecuador, lo cual tiene implicaciones positivas no solo para el turismo, sino también para la salud de los ecosistemas costeros.

Sin embargo, la situación es más compleja en cuanto a la presencia de mesoplásticos, con una densidad registrada de 3.36 ítems/m². Aunque estos valores podrían parecer menores a simple vista, el problema de los micro y mesoplásticos radica en su persistencia, capacidad de bioacumulación y efectos tóxicos en la biota marina. Estos contaminantes son invisibles al ojo del turista promedio, pero representan una amenaza significativa para la fauna marina, particularmente para especies filtradoras como los corales y ciertos peces, así como para aves que podrían ingerirlos accidentalmente al confundirlos con alimento.

La presencia simultánea de residuos macroscópicos y mesoplásticos revela un contraste preocupante: mientras las acciones de limpieza superficial han mostrado eficacia, el problema de la contaminación no visible persiste y requiere estrategias de gestión más integrales y tecnificadas. Esto incluye la implementación de programas de monitoreo continuo, educación ambiental sobre los efectos de los plásticos invisibles y regulaciones más estrictas sobre productos de un solo uso en las actividades turísticas.

En suma, el análisis de residuos evidencia que, a pesar de los esfuerzos exitosos en la contención de la basura convencional, la contaminación por plásticos de menor tamaño sigue siendo un reto urgente, cuya solución implica el involucramiento coordinado de gestores del parque, turistas, comunidad local y autoridades ambientales.

3.2.2. Fragmentación del hábitat

El bosque seco circundante está mayormente continuo. Solo en bordes de senderos y acceso a miradores se observa fragmentación ligera. No se superan umbrales críticos de pérdida de conectividad.

Tabla 4.

Fragmentación del hábitat

Zona / Indicador	Invasoras	Erosión	Compactación	Residuos	Fragmentación
Zona de Acceso / estacionamiento	Ninguna	Leve	Moderada	Baja–Moderada	Baja–Moderada
Zona Intermedia (Senderos y mirador)	Ninguna	Moderada	Moderada	Baja	Moderada
Zona Costera (Playa)	Ninguna	Moderada	Leve	Baja	Nula

Nota. *Elaboración propia*

Como se puede observar en todas las zonas (acceso, senderos, playa), no se registraron especies invasoras, lo que concuerda con resultados de estudios costeros bien gestionados en la base de datos SPOCuS, donde una presencia $\leq 5\%$ se considera indicador de buena conservación (Lusseau y Mancini 2018). Esta ausencia refuerza que las zonas no han sido colonizadas por flora o fauna disruptiva, alineándose con criterios mínimos de alteración biológica en destinos turísticos costeros.

En cuanto a la erosión fue leve en la zona de acceso y moderada en senderos y playa arenosa. Estudios en playas del Caribe colombiano muestran que la erosión moderada está asociada con estructuras turísticas mal planificadas y falta de soluciones suaves para mareas y sedimentación (p. ej., Cartagena, Colombia). La magnitud observada sugiere un riesgo medio típico en zonas con flujo recreativo, pero no tan intensivo como en sitios altamente erosionados del Pacífico ecuatoriano, lo que posiciona a Playa Los Frailes en rango medio de alteración física.

La compactación fue moderada en zonas de mayor tránsito (acceso, senderos) y leve en playa. Estudios agroecológicos demuestran que el tráfico peatonal constante puede reducir la porosidad del suelo y aumentar la densidad aparente, incluso si no se usan maquinarias pesadas (Marion y Cole 1996; Sarah y Zhevelev 2007). En áreas recreativas esto resulta en cambios persistentes en la estructura del suelo (hasta 20 cm de profundidad), afectando infiltración y resiliencia ecológica. Por tanto, el nivel moderado registrado es coherente con impactos derivados del tránsito peatonal turístico. Con valores cuantitativos entre 0.05 y 0.095 ítems/m², el nivel de residuos se mantiene por debajo del umbral considerado bajo (< 0.1 ítems/m²) en zonas protegidas y con gestión adecuada (estudios en Galápagos y zonas similares de Ecuador). Aunque cualitativamente se describe como baja, el valor en la playa (0.095) se acerca al límite superior, lo que indica potencial para mejorar estrategias de limpieza y educación ambiental en zonas más visitadas.

La fragmentación fue moderada en senderos principales, baja en acceso y nula en la playa. Esto se alinea con modelos de zonificación sostenible que recomiendan restringir infraestructura y tránsito en áreas sensibles para mantener conectividad ecológica (Drius et al. 2019; Micheli et al. 2013). La nula fragmentación en la playa refleja éxito en la preservación del corredor costero activo.

Aunque no hay presencia invasora y los residuos están controlados, los impactos en compactación y erosión (especialmente en senderos) resultan en un nivel de alteración medio, lo que es consistente con configuraciones turísticas moderadamente impactadas, pero sin degradación severa. Este perfil es comparable a destinos costeros evaluados globalmente donde los impactos físicos controlados no comprometen

completamente la integridad ecológica, pero requieren monitoreo y manejo continuo (Lusseau y Mancini 2018)

Tabla 5.

Evaluación de impacto

Indicador	Dato / Evidencia Cuantificable	Interpretación Ecológica
Compactación del suelo	Presencia de senderos informales detectados en zonas de ingreso y miradores (≥ 3 senderos no planificados)	Indica compactación progresiva del suelo por tránsito peatonal fuera de las rutas establecidas, lo que puede afectar infiltración y estructura del sustrato.
Residuos plásticos	≤ 0.095 ítems/m ² (medición directa); sin evidencia visible de alimentos o botellas (norma local vigente)	La baja densidad de residuos se atribuye a controles estrictos y vigilancia. Se encuentra dentro de los rangos de conservación aceptables (< 0.1 ítems/m ²).
Perturbación de fauna	Reportes ocasionales de presencia humana cerca de nidos de tortugas y aves marinas (3 observaciones registradas)	Aunque el impacto es leve, representa un riesgo alto para especies anidadoras si se intensifica el turismo sin zonificación adecuada.
Conflictos de aforo	Capacidad límite oficial: 1,280 visitantes/día; reportes de cierre por sobrecupo en feriados (3 a 5 veces/año)	La superación del aforo en fechas pico representa un riesgo de colapso de servicios y mayor presión sobre los ecosistemas locales.

Nota. Elaboración propia

Los datos revelan que, si bien Playa Los Frailes mantiene indicadores ecológicos en rangos aceptables, el uso turístico genera impactos leves pero persistentes, especialmente relacionados con la compactación del suelo y posibles interacciones con fauna sensible. La densidad de residuos está controlada, lo cual refleja una gestión efectiva de normas de ingreso. No obstante, la superación del aforo en temporada alta representa un factor crítico que podría agravar los demás indicadores si no se controla. Aunque el turismo masivo no ha degradado sustancialmente el ecosistema, sí ha provocado impactos leves: compactación del suelo, senderos informales y riesgos para especies sensibles en temporada alta

4. Discusión

Los resultados obtenidos muestran que Playa Los Frailes mantiene un estado de conservación favorable, evidenciado en la ausencia de especies invasoras, baja densidad de residuos macroscópicos y mínima fragmentación del hábitat. Estos hallazgos concuerdan con lo señalado por Lusseau y Mancini (2018), quienes destacan que la baja presencia de especies exóticas es un indicador de conservación efectiva en áreas protegidas. Asimismo, la ausencia de flora y fauna invasora coincide con lo reportado por Foxcroft et al. (2017), quienes resaltan que la gestión preventiva y el monitoreo constante reducen significativamente los riesgos de colonización biológica en ecosistemas costeros.

Sin embargo, la presencia de mesoplásticos (3.36 ítems/m²) constituye un desafío emergente para la biodiversidad marina. Este resultado es consistente con lo descrito por Hidalgo-Ruz et al. (2012), quienes señalan que los micro y mesoplásticos son contaminantes persistentes que afectan tanto a especies filtradoras como a aves marinas. De igual manera, Geyer et al. (2017) advierten que la producción masiva y el desecho inadecuado de plásticos ha derivado en una acumulación progresiva en ambientes costeros, representando una amenaza de difícil mitigación.

El análisis de compactación y erosión del suelo evidencia impactos moderados en senderos y accesos, resultado que se alinea con estudios de Marion y Cole (1996), quienes demostraron que el tránsito peatonal reduce la porosidad del suelo y afecta la regeneración vegetal. Investigaciones recientes en áreas turísticas del Caribe y el Mediterráneo también confirman que la erosión moderada es un efecto común del senderismo no planificado (Monz et al., 2013; Moreno-Izquierdo et al., 2021). Estos resultados sugieren que, aunque Los Frailes conserva una alta integridad ecológica, la presión turística debe ser regulada mediante un control más estricto de los flujos de visitantes.

En relación con los residuos sólidos visibles (0.095 ítems/m²), el área se mantiene dentro de rangos aceptables de conservación, según los criterios de Ryan et al. (2009), quienes consideran valores inferiores a 0.1 ítems/m² como indicadores de manejo adecuado. No obstante, el contraste entre la baja presencia de macroresiduos y la alta densidad de mesoplásticos refuerza lo planteado por Rochman et al. (2019), quienes destacan que los contaminantes invisibles requieren estrategias de gestión diferenciadas, más allá de la simple limpieza superficial.

Otro aspecto relevante es la baja fragmentación del hábitat registrada en la playa y accesos, lo que evidencia la efectividad de las estrategias de zonificación. Micheli et al. (2013) demostraron que la planificación espacial contribuye a mantener la conectividad ecológica en zonas costeras de alto valor. Sin embargo, la fragmentación moderada observada en senderos coincide con lo advertido por Geneletti (2004), quien subraya que incluso intervenciones localizadas pueden afectar la movilidad de especies y alterar procesos ecológicos.

Finalmente, los episodios de sobrecupo durante temporadas pico evidencian un riesgo latente de degradación, en línea con lo planteado por Balmford et al. (2015), quienes estiman que el turismo de naturaleza se incrementa de forma sostenida en áreas protegidas, generando presiones que superan su capacidad de carga. Este patrón coincide con lo discutido por Buckley (2020), quien enfatiza que el turismo masivo, sin mecanismos de control adaptativo, tiende a comprometer la sostenibilidad a largo plazo de los ecosistemas frágiles.

5. Conclusiones

La playa Los Frailes, ubicada dentro del Parque Nacional Machalilla en la provincia de Manabí, se consolida como uno de los ecosistemas costeros mejor conservados del litoral ecuatoriano. Su alto estado de conservación se refleja en varios indicadores clave: la ausencia de especies invasoras, la baja densidad de macrorresiduos (0.095 ítems/m²) y una mínima fragmentación del hábitat terrestre, especialmente en el bosque seco tropical que la rodea. Estos elementos posicionan a Los Frailes no solo como una playa escénicamente atractiva, sino también como un referente de conservación marina y terrestre en el país.

Sin embargo, este entorno prístino enfrenta amenazas menos visibles, pero igualmente preocupantes. A pesar de la limpieza aparente de la superficie, el hallazgo de mesoplásticos (3.36 ítems/m²) revela una forma de contaminación crónica que puede afectar gravemente a la biodiversidad marina, especialmente a especies que ingieren estos materiales de forma accidental. Este tipo de contaminación "invisible" representa

un desafío crítico para la gestión ambiental, ya que sus efectos son acumulativos, silenciosos y muchas veces pasan desapercibidos en evaluaciones superficiales.

En términos de presión antrópica directa, los impactos del turismo son evidentes en la erosión y compactación del suelo en áreas de tránsito intensivo, como senderos, accesos a miradores y zonas de descanso. Esta degradación física compromete la capacidad de regeneración de la vegetación nativa, disminuye la infiltración del agua y altera la dinámica del ecosistema, lo cual puede tener consecuencias ecológicas a mediano y largo plazo. A esto se suma el problema del sobreaforo durante temporadas altas, donde la cantidad de visitantes supera la capacidad de carga del sitio, generando mayores niveles de residuos, ruido, perturbación de la fauna y deterioro del paisaje.

Frente a este panorama, se hace evidente la necesidad de implementar estrategias de manejo adaptativo que respondan a los cambios dinámicos en el uso del área protegida. Esto incluye el fortalecimiento del control del aforo turístico, el rediseño de infraestructuras que minimicen el impacto ambiental, y la aplicación de sistemas de monitoreo ecológico continuo que permitan evaluar de manera oportuna los cambios en la calidad ambiental. Asimismo, la educación ambiental debe desempeñar un papel central, orientada tanto a los visitantes como a las comunidades locales, promoviendo una cultura de conservación basada en el conocimiento, el respeto y la corresponsabilidad.

En conclusión, el equilibrio entre conservación ecológica y aprovechamiento turístico en Playa Los Frailes es posible, pero requiere una visión integral y sostenida en el tiempo. Solo mediante una gestión participativa, basada en la ciencia y con enfoque preventivo, se podrá asegurar la sostenibilidad de este invaluable patrimonio natural para las generaciones presentes y futuras.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado Ramos, E. N., Monge Moreno, C. R., & Carrión Bueñaño, D. P. (2022). Impactos ambientales generados por la actividad turística en el Parque Nacional Machalilla, Manabí-Ecuador. *Pol. Con.*, 7(70), 391–410. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i70.2736>
- Balmford, A., Green, J. M. H., Anderson, M., Beresford, J., Huang, C., Naidoo, R., ... Manica, A. (2015). Walk on the wild side: Estimating the global magnitude of visits to protected areas. *PLOS Biology*, 13(2), e1002074. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002074>
- Buckley, R. (2009). *Ecotourism: Principles and practices*. CABI.
- Buckley, R. (2020). Sustainable tourism: Research and reality. *Annals of Tourism Research*, 84, 102989. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102989>
- Carrión Bueñaño, D. P., López Vera, B. M., & Falcóni Yépez, P. S. (2024). Tourist's perception of the sustainable development of the Machalilla National Park. *Revista Ciencia LUZ*.

- Coria, J., & Calfucura, E. (2012). Ecotourism and the development of indigenous communities: The good, the bad, and the ugly. *Ecological Economics*, 73, 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.10.024>
- Eagles, P. F. J., McCool, S. F., & Haynes, C. D. (2002). *Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for planning and management*. IUCN.
- Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., & Genovesi, P. (Eds.). (2017). *Plant invasions in protected areas: Patterns, problems and challenges*. Springer.
- Gálvez, C., & Herrera, R. (2020). Análisis del ecosistema de bosque seco tropical en el Parque Nacional Machalilla: Implicaciones para su conservación. *Revista Ecuatoriana de Ecología*, 5(1), 23–35.
- Geneletti, D. (2004). A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in a watershed. *Land Use Policy*, 21(4), 281–294. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.08.005>
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Hulme, P. E. (2009). Trade, transport and trouble: Managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 10–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x>
- Leung, Y. F., Spenceley, A., Hvenegaard, G., & Buckley, R. (2018). *Tourism and visitor management in protected areas: Guidelines for sustainability*. IUCN.
- López Vera, B. M., Indacochea Ganchozo, B. S., & Falcóni Yépez, P. S. (2024). Percepción turística del Parque Nacional Machalilla y su impacto ambiental. *Revista Venezolana de Gerencia*.
- Marion, J. L., & Cole, D. N. (1996). *Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites*. U.S. Department of Agriculture.
- Monz, C. A., Pickering, C. M., & Hadwen, W. L. (2013). Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(8), 441–446. <https://doi.org/10.1890/120358>
- Paredes, L. F., Suárez, L., & Cedeño, D. (2020). Gestión turística sostenible en Playa Los Frailes, Parque Nacional Machalilla. *Revista Ciencia y Ambiente*, 16(2), 55–66.
- Pérez, G., & López, M. (2023). *Valoración económica ambiental del atractivo turístico Playa Los Frailes dentro del Parque Nacional Machalilla* [Tesis de grado, UNESUM].

Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., ... Richardson, D. M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95(6), 1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>

Rosete Blandariz, S., & Franco Urrunaga, R. A. (2022). Factores que determinan la pérdida de biodiversidad en la playa Los Frailes de la parroquia Machalilla. *UNESUM*.

Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A., & Moloney, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1526), 1999–2012. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0207>

Smith, J., & Rodríguez, L. (2024). A theoretical model contributing to sustainable tourism in protected areas: Machalilla National Park, Ecuador. *ResearchGate*.

Tapia, F., Romero, J., & Mejía, K. (2020). Evaluación del impacto del turismo en áreas protegidas costeras del Ecuador. *Revista Geoespacial*, 17(2), 35–48.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.