

Relationship between Solid Waste Pollution, the Clean Coast Index, and Recreational Suitability at Los Yuyos Beach, Lima–Peru

Pajares de los Santos, Jesus¹; Hilaes Ancasi, Jamil Wilber² and Anita Arrascue Lino³

¹Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú

u201920531@upc.edu.pe¹ u201924420@upc.edu.pe² anita.arrascue@upc.pe³

Abstract - Solid waste pollution on beaches represents a global environmental challenge that affects ecosystems, public health, and the quality of recreational activities. This study evaluated the relationship between the level of pollution and visitors' perceptions at Los Yuyos Beach, located in Barranco, Lima, Peru. A quantitative approach was employed through the delimitation of 30 quadrats measuring 4×4 meters distributed along the beach to identify critical points of waste accumulation. The level of cleanliness was determined using the Clean Coast Index (CCI) during the winter and summer seasons, complemented by surveys based on the Recreational Suitability scale to measure users' perceptions. The results showed a greater predominance of plastic waste, such as single-use bags and PET bottles, in winter, whereas organic waste was more prominent in summer. The highest accumulations were found in areas with vegetation and natural drainage. The CCI classified the beach as moderately clean in winter and adequate in summer. The average perception score was 0.5 in winter and 0.9 in summer. A significant inverse correlation was identified ($r = -0.782$; $p < 0.001$) between perception and pollution levels, indicating a strong association between environmental quality and recreational valuation. These findings highlight the importance of strengthening waste management to improve environmental quality and recreational experience.

Keywords: Solid waste, Clean Coast Index (CCI), environmental perception, recreational suitability.

Relación entre contaminación por residuos sólidos, Índice de Costa Limpia y la Aptitud Recreativa en la playa Los Yuyos, Lima-Perú

Pajares de los Santos, Jesus¹; Hilares Anccasi, Jamil Wilber² and Anita Arrascue Lino³

¹Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú

u201920531@upc.edu.pe¹ u201924420@upc.edu.pe² anita.arrascue@upc.pe³

Resumen - La contaminación por residuos sólidos en playas representa un desafío ambiental global que afecta los ecosistemas, la salud pública y la calidad de las actividades recreativas. Este estudio evaluó la relación entre el nivel de contaminación y la percepción de los visitantes en la playa Los Yuyos, ubicada en Barranco, Lima, Perú. Se realizó un estudio con un enfoque cuantitativo mediante la delimitación de 30 cuadrantes de 4x4 metros distribuidos a lo largo de la playa para identificar puntos críticos de acumulación de residuos. El nivel de limpieza se determinó mediante el Índice de Costa Limpia (ICL) en las temporadas de invierno y verano, complementando con encuestas basadas en la escala de Aptitud Recreativa para medir la percepción de los usuarios. Los resultados evidenciaron mayor predominio de residuos plásticos, como bolsas de un solo uso y botellas PET, en invierno, mientras que en verano destacaron los residuos orgánicos. Las mayores acumulaciones se localizaron en zonas de vegetación y drenaje natural. El ICL clasificó la playa como “moderadamente limpia” en invierno y “limpia” en verano. La percepción promedio fue 0.5 en invierno y 0.9 en verano. Se identificó una correlación inversa significativa ($r = -0.782$; $p < 0.001$) entre la percepción y la contaminación, evidenciando una asociación estrecha entre calidad ambiental y la valoración recreativa. Estos hallazgos resaltan la importancia de fortalecer la gestión de residuos para mejorar la calidad ambiental y la experiencia recreativa.

Palabras clave: residuos sólidos, Índice de Costa Limpia (ICL), percepción ambiental, aptitud recreativa.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación por residuos sólidos en playas costeras constituye un problema ambiental creciente que afecta los ecosistemas marinos, la salud pública y la calidad de las actividades recreativas. Diversos estudios [1] coinciden en que los residuos plásticos, como botellas, envolturas y tapas, representan la fracción más abundante de los desechos costeros, debido a su uso masivo y disposición inadecuada, y su acumulación genera impactos ecológicos significativos, incluyendo afectación a la fauna marina, degradación paisajística y riesgos sanitarios.

En el contexto peruano, investigaciones realizadas en las playas de la Costa Verde en Lima [2], reportan que los residuos plásticos predominan durante la temporada alta de turismo (verano). En la playa Los Yuyos, se ha identificado que los residuos sólidos más frecuentes son aquellos de un solo uso, asociados al consumo recreativo, lo que sugiere una relación directa entre la afluencia de visitantes y la generación de desechos sólidos.

A nivel internacional, estudios desarrollados en Japón [3], Chile [4] y Somalia [5] reportan que los plásticos constituyen entre el 80% y el 90% del total de los residuos recolectados en zonas costeras, confirmando el carácter global del problema. En este contexto el Índice de Costa Limpia (ICL), propuesto por [6] es una metodología estandarizada para evaluar el estado de limpieza de las playas mediante cinco categorías: muy limpia ($ICL < 2$), limpia ($2 \leq ICL < 5$), moderadamente limpia ($5 \leq ICL < 10$), sucia ($10 \leq ICL < 20$), y extremadamente sucia ($ICL \geq 20$). Esta herramienta ha sido aplicada en diversas regiones del mundo, en Punta Arenas [4], Brasil [7] y Sri Lanka [8], evidenciando altos niveles de contaminación en múltiples escenarios urbanos y portuarios que requieren intervenciones urgentes para su manejo y mitigación.

Por otro lado, la percepción de los usuarios constituye un componente clave en la evaluación de la calidad recreativa de las playas. Esta percepción integra factores ambientales, infraestructura y experiencia personal. Estudios como los desarrollados en México [9] demuestran que la valoración de los visitantes influye en la gestión y planificación costera, mientras que metodologías basadas en aptitud recreativa [10] permiten orientar decisiones de manejo sostenible.

A pesar de la amplia evidencia sobre la contaminación costera y las evaluaciones perceptuales por separado, en el caso de la playa Los Yuyos no existen estudios que integren de manera conjunta la medición objetiva del nivel de contaminación mediante el ICL y la percepción recreativa de los usuarios. Esta brecha limita la comprensión de cómo la calidad ambiental influye en la valoración social del espacio costero.

En este marco, la presente investigación tiene como objetivo identificar las características y la distribución espacial de los residuos sólidos en la playa Los Yuyos, evaluar el nivel de limpieza mediante el Índice de Costa Limpia en temporadas de invierno y verano, analizar la percepción de los usuarios a través de la escala de Aptitud Recreativa y determinar la relación entre el nivel de contaminación y la valoración recreativa. Los resultados aportan evidencia científica para fortalecer la gestión municipal y promover estrategias de manejo costero sostenible basadas en indicadores ambientales y sociales integrados.

II. MÉTODOS

a. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la playa turística Los Yuyos, ubicada en el distrito de Barranco, Lima, Perú (12°09'34"S, 77°01'26"W). Morfológicamente, presenta un litoral de forma irregular con una orientación principalmente orientada hacia el suroeste. El perfil costero está conformado por una franja de arena fina de tonalidad oscura, intercalada con sectores rocosos y acantilados que aportan heterogeneidad geomorfológica al paisaje. Este ecosistema marino-costero constituye uno de los balnearios más visitados de la ciudad de Lima, Perú, debido a su accesibilidad, atractivo turístico y valor recreativo.

El área de estudio abarcó aproximadamente de 17 500 m², delimitada para evaluar el nivel de contaminación por residuos sólidos y la percepción de los usuarios en el espacio costero. No se consideró la totalidad de la playa, sino un sector representativo seleccionado con fines de muestreo. Para la evaluación, se implementó un diseño sistemático basado en 30 cuadrantes de 4 × 4 m distribuidos en la zona recreativa. Este esquema permitió una cobertura espacial homogénea de las áreas con mayor intensidad de uso y potencial acumulación de residuos. La delimitación del área se sustentó en criterios de accesibilidad, intensidad de uso recreativo y factibilidad operativa, garantizando la representatividad espacial y la consistencia metodológica del muestreo.

b. Diseño de investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, dado que las variables de estudio no fueron manipuladas. El enfoque metodológico fue de tipo correlacional, orientado a evaluar la relación entre la contaminación por residuos sólidos y la aptitud recreativa percibida por los usuarios de la playa. El período de estudio comprendió dos campañas de muestreo realizadas en distintas temporadas: invierno (setiembre de 2024) y verano (febrero de 2025). Esta estrategia permitió comparar las condiciones ambientales y recreativas bajo escenarios estacionales contrastantes, considerando las variaciones propias de los sistemas marino-costeros.

c. Muestreo y caracterización de residuos sólidos

En la Fig. 1 se muestra el área de la playa Los Yuyos, la cual fue dividida en 7 transectos perpendiculares a la línea de costa, abarcando desde la zona supramareal hasta la intermareal, con el objetivo de analizar la distribución espacial de los residuos sólidos. En cada campaña estacional se establecieron 30 unidades de muestreo correspondientes a cuadrantes de 4 × 4 metros distribuidos a lo largo de la zona recreativa de la playa. Considerando las dos temporadas evaluadas (invierno 2024 y verano 2025), el total de unidades analizadas fue de 60.

El estudio utilizó un muestreo no probabilístico, condicionado por criterios operativos, de accesibilidad y seguridad. La selección de los cuadrantes consideró su representatividad dentro de las principales zonas de uso

recreativo y áreas con presencia visible de residuos sólidos. Durante cada campaña, los 30 cuadrantes fueron geográficamente delimitados y permanecieron fijos durante la semana de evaluación.

El muestreo se realizó durante siete días consecutivos en cada temporada, evaluándose cinco cuadrantes por día hasta completar las 30 unidades establecidas. En cada cuadrante se efectuó la recolección manual y el conteo directo de todos los residuos sólidos antropogénicos visibles en la superficie de la arena, siguiendo la metodología de [4]. No se realizaron excavaciones ni remoción de sedimentos, en concordancia con la metodología del Índice de Costa Limpia (ICL), que se basa exclusivamente en la cuantificación de residuos superficiales. Se excluyeron los residuos enterrados o parcialmente cubiertos, así como el material orgánico de origen natural (algas, ramas y restos vegetales).

La caracterización de los residuos se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente (MINAM)¹, registrándose y clasificándose manualmente cada ítem por tipo de material. Los datos obtenidos correspondieron al número de unidades de residuos por cuadrante, los cuales fueron consolidados en una base de datos general para su análisis estadístico y representación espacial mediante mapas temáticos elaborados en ArcGIS.

En la temporada de invierno, el muestreo se efectuó del 9 al 15 de 2024, mientras que en verano se realizó del 17 al 23 de febrero de 2025. Las evaluaciones se desarrollaron en horarios de mayor afluencia (9:00–11:00 h y 15:00–18:00 h). En ambos periodos, el muestreo se llevó a cabo en condiciones de marea baja, con el fin de optimizar la inspección superficial de los cuadrantes.

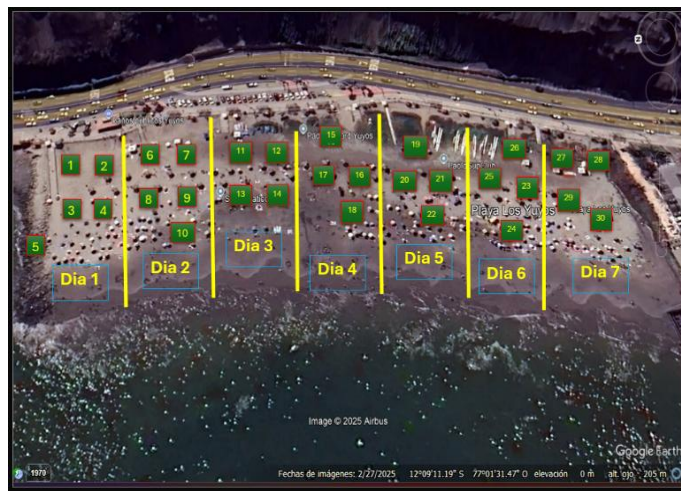


Fig. 1 Distribución de cuadrantes de muestreo en la playa Los Yuyos

Las condiciones climáticas variaron estacionalmente: en invierno predominaron temperaturas moderadas, elevada

¹ Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). <https://surli.cc/saabid>

humedad y menor afluencia de visitantes; en verano se registraron temperaturas altas, mayor radiación solar y un incremento significativo del uso recreativo de la playa.

d. Aplicación del Índice de Costa Limpia (ICL)

A partir de la recolección de datos de los residuos sólidos, se aplicó la metodología estandarizada del Índice de Costa Limpia (ICL) utilizada por [6] y [11], con el fin de evaluar el nivel de contaminación por desechos sólidos en la playa Los Yuyos durante las temporadas contrastantes de invierno y verano. De acuerdo con [6], la escala del ICL clasifica el estado de limpieza de las playas en cinco categorías: muy limpia (ICL < 2), limpia (2 ≤ ICL < 5), moderadamente limpio (5 ≤ ICL < 10), sucia (10 ≤ ICL < 20), y extremadamente sucia (ICL ≥ 20), como se muestra en la Fig. 2.

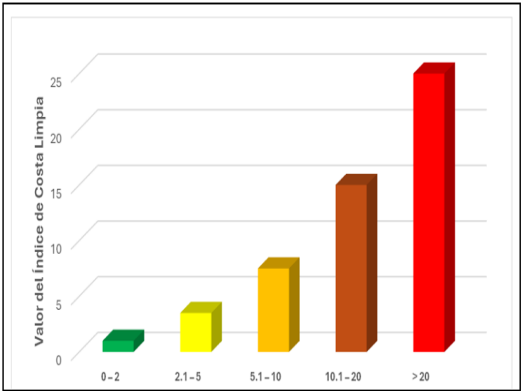


Fig. 2 Escalas del Índice de Costa Limpia (ICL) según [7]

El cálculo del ICL se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$ICL = \frac{N}{A} \times k \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde *N* corresponde al número de residuos sólidos registrados, *A* es el área evaluada (largo × ancho m²) y el valor de la constante *K* es un factor de normalización empírico, cuyo valor es 20, según lo establecido en la metodología propuesta por [6], con el fin de ajustar la densidad de residuos sólidos a un rango numérico que permita una interpretación y clasificación cualitativa más sencilla

e. Evaluación de la percepción y aptitud recreativa

La percepción de los usuarios fue evaluada mediante la aplicación de 363 encuestas en la temporada de invierno y 333 en verano. El tamaño de muestra para cada campaña se determinó mediante la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{E^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Donde *Z* corresponde al valor crítico para un nivel de confianza del 95% (*Z* = 1.96.%), *p* representa la proporción esperada del fenómeno (se asumió *p* = 0.5 ante ausencia de datos previos), y *E* el margen de error establecido (±*X*%).

El instrumento aplicado se basó en la metodología propuesta por [10], que utiliza una escala tipo Likert que consiste en calificar cada indicador en una escala del 1 (no adecuado) al 5 (adecuado). La evaluación consideró tres componentes: (1) infraestructura y servicios, (2) componente ambiental y (3) limpieza.

La aptitud recreativa fue analizada utilizando el método de valoración propuesto por [9], basado en el porcentaje de frecuencia de cada respuesta. Se asignó como puntuación representativa la categoría con mayor frecuencia, cuyo valor se dividió entre cinco (el puntaje máximo de la escala de evaluación) para estandarizar los resultados en un rango de 0 a 1. Posteriormente, se calculó un promedio final para cada componente, y luego se obtuvo el promedio general dividiendo entre 3.

En los resultados presentados en la Tabla 1, se realizó la suma de los valores de los tres componentes (ambiental, limpieza e infraestructura y servicios), obteniendo un total de 1.6. Este valor se dividió entre 3, que representan los componentes analizados, para obtener una puntuación promedio de 0.5, correspondiente a la aptitud recreativa en la temporada de invierno. De manera similar, se aplicará esta misma metodología para analizar los resultados correspondientes a la temporada de verano, que se presentan en la Tabla 2.

Por último, los valores resultantes fueron clasificados en tres niveles de aptitud recreativa, según los rangos establecidos por [12]: baja (0.20–0.46), media (0.47–0.73) y alta (0.74–1.00).

III. RESULTADOS

A. Caracterización estacional de los residuos sólidos

Como se muestra en la Fig. 3, durante la temporada de invierno los residuos sólidos más abundantes fueron las bolsas plásticas (32%), seguidas por residuos de maleza y poda (22%). En contraste, durante la temporada de verano predominaron los residuos de alimentos (39%), botellas plásticas PET (16%) y las envolturas de snacks (12%) (Fig. 4). Cabe señalar que las bolsas plásticas, botellas PET y envolturas de snacks corresponden mayoritariamente a plásticos de un solo uso. Los resultados evidencian una variación estacional en la composición de los residuos sólidos presentes en la playa Los Yuyos, lo que sugiere una posible influencia de la afluencia de visitantes y de las actividades recreativas desarrolladas en cada temporada. Esta variabilidad resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo diferenciadas y adaptadas a cada época del año.

B. Distribución espacial de los residuos sólidos en temporadas contrastantes (invierno y verano).

La Fig. 5 muestra que, durante la temporada de invierno, la mayor acumulación de residuos sólidos se concentró en

sectores específicos de la playa Los Yuyos, particularmente en áreas con presencia de vegetación costera (junco y totora), en las proximidades de un riachuelo de agua dulce y el espigón ubicado en el sector izquierdo. En la representación cartográfica (Fig. 5), estos sectores corresponden a cuadrantes con mayor intensidad cromática, lo que indica niveles elevados de acumulación según la escala de clasificación. En esta temporada se contabilizaron 4,469 residuos sólidos distribuidos en 30 cuadrantes, con un promedio de 149 unidades por cuadrante. Los valores oscilaron entre 81 y 220 residuos por unidad muestral, evidenciando una marcada heterogeneidad espacial.

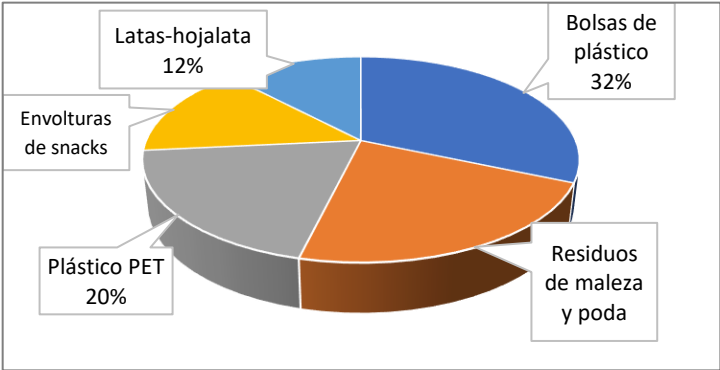


Fig. 3 Composición de residuos sólidos en invierno en la playa Los Yuyos

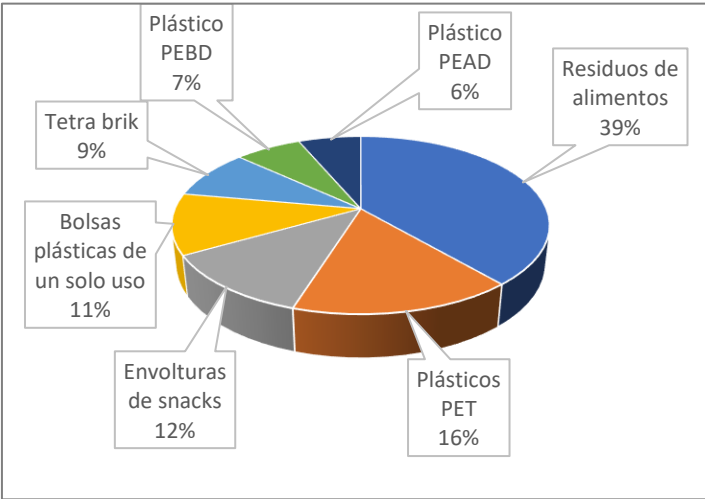


Fig. 4 Composición de residuos sólidos en verano en la playa Los Yuyos

En contraste, la Fig. 6 evidencia que durante la temporada de verano la distribución espacial presenta un patrón diferente. La mayor concentración de residuos se registró en las zonas de baño y recreación, así como en el espigón rocoso. Mientras que el resto de la playa presentó niveles relativamente bajos de acumulación. En total, se registraron 1,838 residuos sólidos

visibles en los 30 cuadrantes evaluados, con un promedio de 61 unidades por cuadrante y un rango entre 19 y 169 residuos.

Comparativamente, la densidad promedio de residuos por cuadrante fue considerablemente mayor en invierno que en verano, lo que sugiere una variación estacional en la dinámica de acumulación.

El análisis espacial se realizó mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), utilizando el software ArcGIS para la generación de mapas temáticos que permiten visualizar la distribución y concentración de residuos en ambas temporadas.

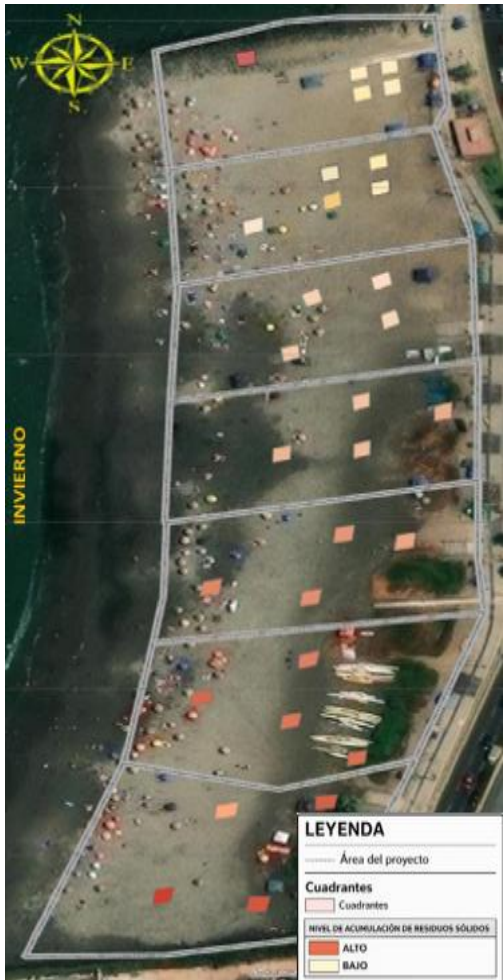


Fig. 5 Mapa de los cuadrantes con mayor acumulación de residuos sólidos en invierno (2024)

C. Índice de Costa Limpia en temporadas contrastantes (invierno / verano).

La Fig. 7 muestra que, durante la temporada de invierno se registraron 4469 artículos de residuos sólidos en un área de 17,500 m², obteniéndose un ICL de 5.11. De acuerdo con la escala de clasificación, este valor ubica a la playa Los Yuyos en la categoría de moderadamente limpia, ($5 \leq ICL < 10$).

En contraste, la Fig. 8 indica que durante la temporada de verano se contabilizaron 1,838 artículos en la misma área de estudio, obteniéndose un ICL de 2.17, correspondiente a la categoría *limpia* ($2 \leq \text{ICL} < 5$). Esta diferencia refleja una disminución sustancial en la densidad de residuos sólidos entre ambas temporadas.



Fig. 6 Mapa de los cuadrantes con mayor acumulación de residuos sólidos en verano (2025)

D. *Percepción de los usuarios en base a la Aptitud Recreativa.*
 La Tabla 1 muestra que, durante la temporada de invierno, la playa Los Yuyos obtuvo un valor de 0.50 en el índice de aptitud recreativa, ubicándose dentro de la categoría media (0.47–0.73). Los valores obtenidos para los componentes ambiental, infraestructura y servicios, y limpieza fueron 0.50, 0.50 y 0.60, respectivamente.

En contraste, la Tabla 2 indica que durante la temporada de verano la playa alcanzó un valor general de 0.90, correspondiente a la categoría de aptitud recreativa alta (0.74–1.00). Este resultado refleja una valoración favorable en los tres componentes evaluados.

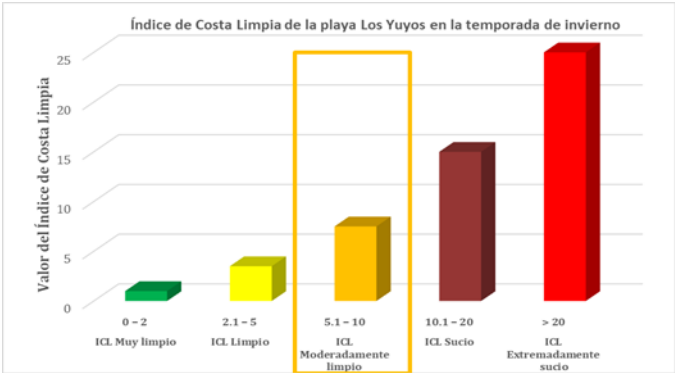


Fig. 7 Índice de Costa Limpia (ICL) en invierno en la playa Los Yuyos

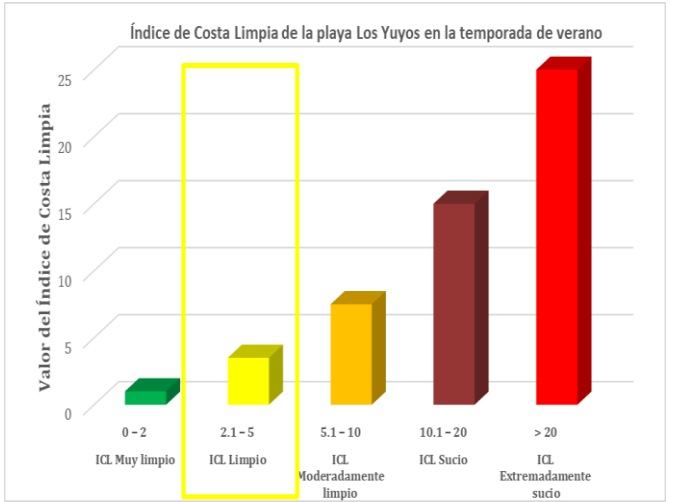


Fig. 8 Índice de Costa Limpia (ICL) en verano en la playa Los Yuyos.

TABLA 1
 APTITUD RECREATIVA SEGÚN PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS EN INVIERNO

Playa	Ambiental	Infraestructura y servicios	Limpieza	Aptitud recreativa
Los Yuyos	0.50 (medio)	0.50 (medio)	0.60 (medio)	1.6
Valor final (medio)				0.5

TABLA 2
 APTITUD RECREATIVA SEGÚN PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS EN VERANO

Playa	Ambiental	Infraestructura y servicios	Limpieza	Aptitud recreativa
Los Yuyos	0.80 (alta)	0.90 (alta)	0.90 (alta)	2.6
Valor final (alta)				0.9

E. Relación entre el nivel de contaminación por residuos sólidos y la percepción de los usuarios.

Se evaluó la relación entre el nivel de contaminación por residuos sólidos y la percepción de los usuarios en la playa Los Yuyos mediante un análisis estadístico inferencial. Previamente, se aplicó la prueba de normalidad Ryan-Joiner con el fin de verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad requerido para el análisis de correlación (Fig. 9 y Fig. 10). Esta prueba fue seleccionada debido a su adecuada potencia para tamaños de muestra moderados ($n = 42$).

Una vez confirmada la normalidad de los datos ($\alpha = 0.05$), se aplicó la prueba de correlación de Pearson (r) para evaluar la relación entre ambas variables.

La Fig. 11 muestra los resultados obtenidos, evidenciando una correlación negativa fuerte y estadísticamente significativa ($r = -0.782$; $p < 0.001$) entre el nivel de contaminación por residuos sólidos y la percepción de los usuarios. Este resultado indica que a medida que aumenta el nivel de contaminación, disminuye la percepción de aptitud recreativa de la playa, evidenciando una relación inversa significativa entre ambas variables.

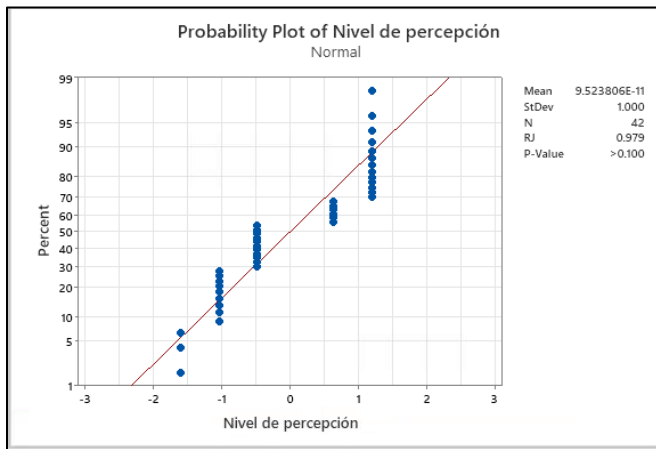


Fig. 9. Prueba de normalidad Ryan-Joiner para la percepción de los usuarios

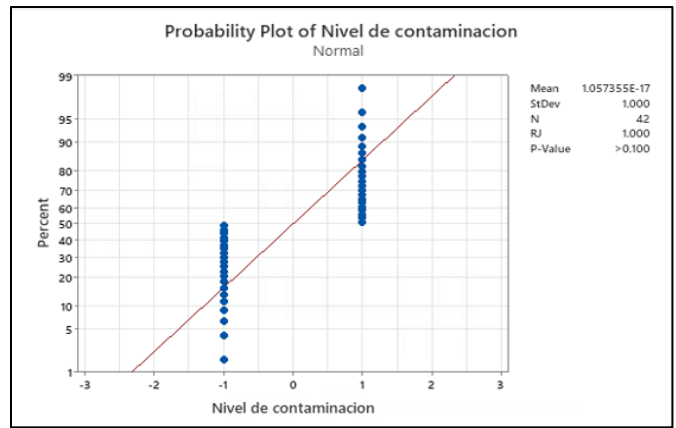


Fig. 10 Prueba de normalidad Ryan-Joiner para el nivel de contaminación

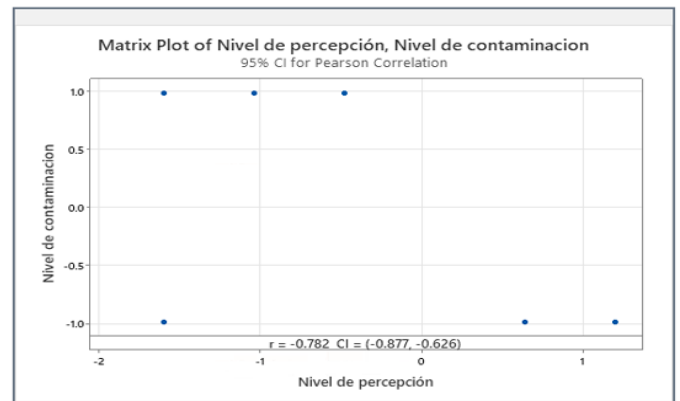


Fig. 11 Correlación de Pearson entre el Índice de Costa Limpia (ICL) y la aptitud recreativa.

IV. DISCUSIÓN

En la temporada de invierno, las bolsas plásticas constituyeron la fracción predominante de los residuos sólidos en la playa Los Yuyos. En determinadas áreas, esta acumulación podría estar asociada a patrones de consumo y a la menor afluencia turística, lo que eventualmente reduce la presencia de personal encargado de la limpieza y vigilancia, facilitando la acumulación de desechos en zonas de vegetación y áreas cercanas a cuerpos de agua dulce. Asimismo, las condiciones meteorológicas, como los vientos predominantes, podrían favorecer la dispersión de residuos desde zonas de mayor tránsito hacia sectores más sensibles.

Este patrón es consistente con lo reportado por [13], quienes señalan que el plástico representa entre el 60% y 80% de los residuos marinos en zonas costeras a nivel global. Esta coincidencia evidencia que la problemática observada en la playa Los Yuyos no es un caso aislado, sino que forma parte de una tendencia ampliamente documentada en playas urbanas y recreativas. En estos entornos, los residuos de un solo uso predominan en la carga contaminante, debido a su alto consumo y a las limitaciones en los sistemas de recolección, gestión y

control del espacio costero. De manera similar, [8] identificaron a las bolsas plásticas como el residuo más abundante (22,03 %) en la playa de Katuneriya, Sri Lanka. Este hallazgo refuerza la evidencia de que este tipo de residuo persiste en diversos contextos geográficos, especialmente en aquellos con alta presión antrópica y limitadas capacidades de gestión y recolección de los residuos sólidos.

En contraste, durante la temporada de verano se evidenció un incremento en la cantidad de residuos orgánicos, principalmente relacionados al consumo de alimentos y las actividades recreativas en la playa. Este comportamiento estacional sugiere que la composición de los residuos no depende solo del material más persistente, sino también de los patrones de uso del espacio costero. En contextos de mayor afluencia de visitantes, como ocurre en verano, no solo aumenta la generación total de residuos, sino también la proporción de desechos ligados al consumo inmediato, tales como restos de alimentos, envoltorios y envases. En ese sentido, la mayor presencia de residuos orgánicos en esta estación puede interpretarse como un indicador de intensificación de la presión recreativa, más que como una reducción del problema asociado a los residuos plásticos.

Estos hallazgos difieren de lo reportado por [14] en la playa Agua Dulce (Chorrillos), donde el plástico constituyó la categoría predominante durante la temporada de verano, seguido por residuos de madera y tela. En dicho contexto, la presencia de residuos plásticos, especialmente de PET, fue superior que en la playa Los Yuyos. Esta diferencia podría explicarse, en parte, por las distintas condiciones de uso y control del espacio costero. En el caso de Agua Dulce, la presencia del comercio ambulante informal, así como de tiendas, pequeños restaurantes y venta de accesorios de playa, favorece una mayor generación de residuos asociados al consumo inmediato. En contraste, en la playa Los Yuyos se mantiene un control más estricto del uso del espacio, ya que, según el Acuerdo de Concejo N° 130-2023-MDB, esta debe permanecer libre de comercio ambulante, consumo de bebidas alcohólicas y eventos no autorizados por la municipalidad. En este sentido, la diferencia observada entre ambas playas no se atribuye únicamente a la estacionalidad, sino también a las condiciones de regulación, fiscalización y gestión local del espacio recreativo.

En cuanto a la distribución espacial, los resultados muestran patrones contrastantes entre invierno y verano. Durante el invierno, las principales áreas de acumulación se localizaron en zonas con vegetación de junco y totora, así como en las proximidades de un riachuelo de agua dulce y el espigón. Estas áreas podrían actuar como zonas de retención natural debido a su configuración geomorfológica y a la menor energía del oleaje, favoreciendo la acumulación de residuos. Asimismo, se evidenciaron indicios de uso inadecuado de estos espacios como vertederos improvisados.

Estos resultados coinciden con lo señalado por, [4] quienes indican que las áreas cercanas a infraestructuras costeras, como puertos o estructuras similares, son particularmente vulnerables

a la acumulación de desechos marinos debido a la intensa actividad humana y a deficiencias en la gestión de residuos. Si bien la playa Los Yuyos no representa un contexto portuario comparable al de Punta Arenas, la similitud radica en que determinados elementos del paisaje costero, como espigones, drenajes o zonas con vegetación densa, funcionan como áreas de retención y concentración de residuos sólidos. En este sentido, la relevancia del análisis de distribución espacial en Los Yuyos no se limita a identificar los puntos de acumulación, sino que también implica reconocer las características del entorno que favorecen dicho proceso y, en consecuencia, orientar de manera más eficiente las intervenciones de gestión.

Respecto al Índice de Costa Limpia (ICL), la playa Los Yuyos fue clasificada como “moderadamente limpia” en invierno (5.1 a 10) y como “limpia” en verano (2,1 a 5). Estos resultados son comparables con los hallazgos de [3], quienes aplicaron el ICL en 30 playas de Okinawa (Japón), donde la mayoría de los sitios evaluados se clasificaron como “limpios” o “moderadamente limpio”, y ninguna playa fue categorizada como “sucias” o “extremadamente sucias”. Esto sugiere que, a pesar de las variaciones estacionales, la playa Los Yuyos mantiene niveles de calidad similares a los reportados en otros contextos internacionales. En contraste, lo reportado por [4], en un estudio realizado en nuestro país vecino, mostró que el ICL varió desde zonas clasificadas como limpias (ICL entre 2 a 5) hasta áreas extremadamente sucias (ICL superior a 20), cercanas al puerto de Punta Arenas, Chile.

En relación con la percepción de los usuarios, la correlación negativa significativa entre el nivel de contaminación y la aptitud recreativa indica que a mayores niveles de residuos sólidos corresponde una menor valoración por parte de los visitantes [16]. Este hallazgo coincide con [17] quienes concluyeron que una percepción positiva de la limpieza incrementa la disposición a participar en acciones de conservación ambiental. De manera similar, [18] encontraron que una mejor percepción de la calidad ambiental en playas de Trujillo se asocia con menor presencia de residuos, corroborando la relación observada en el presente estudio.

En conjunto, estas evidencias sugieren que la percepción de los usuarios no constituye un aspecto secundario, sino una dimensión clave para comprender el estado funcional y social de una playa urbana. En ese sentido, la calidad ambiental no solo se expresa a través de indicadores físicos, sino también en la experiencia recreativa de quienes utilizan el espacio, consolidando la importancia de integrar enfoques biofísicos y sociales en la gestión costera.

No obstante, es importante señalar que la percepción de los usuarios puede estar influenciada por diversos factores adicionales, como la infraestructura disponible, la calidad del agua o las condiciones paisajísticas. Por ello, aunque la relación encontrada es estadísticamente significativa, no implica necesariamente causalidad directa.

Desde la perspectiva metodológica, las evaluaciones realizadas en períodos específicos ofrecen una aproximación temporal del estado del ecosistema costero. La dinámica de

acumulación y dispersión de residuos responde a interacciones complejas que involucran factores ambientales, sociales y de gestión, lo que resalta la necesidad de implementar enfoques integrados y monitoreo continuo para una gestión costera sostenible.

Finalmente, es fundamental reconocer las limitaciones del presente estudio. En primer lugar, la investigación se desarrolló en una única playa urbana, por lo que los resultados no deben extrapolarse de manera directa a otros ecosistemas costeros con distintas características geomorfológicas, niveles de uso recreativo o condiciones de gestión. En segundo lugar, el análisis se basó en dos campañas estacionales específicas, lo cual ofrece una aproximación temporal relevante, pero resulta insuficiente para capturar la totalidad de la variabilidad interanual en la acumulación de residuos sólidos. Asimismo, la evaluación de la percepción de los usuarios se realizó mediante encuestas, lo que introduce un componente subjetivo asociado a las experiencias y valoración individual de los visitantes. A pesar de estas limitaciones, los hallazgos proporcionan una base técnica para el fortalecimiento de la gestión costera local, al integrar de manera articulada indicadores ambientales y sociales en la evaluación de playas urbanas. En esta línea, se recomienda que futuras investigaciones amplíen el ámbito de análisis a otras playas de Lima Metropolitana e incorporen variables complementarias, como la calidad del agua, la presencia de microplásticos, la frecuencia de las actividades de limpieza y la presión turística, con el fin de desarrollar evaluaciones más integrales del estado ambiental y recreativo de estos espacios costeros.

V. CONCLUSIONES

El presente estudio aporta evidencia empírica sobre la variación estacional de los residuos sólidos en una playa urbana del Perú, evidenciando que la composición de los desechos varía en función de la temporada y del nivel de uso recreativo del espacio. Durante el invierno, predominan los residuos inorgánicos, especialmente plásticos de un solo uso como bolsas y botellas PET; mientras que, en verano, se incrementa considerablemente la fracción orgánica, principalmente restos de alimentos, lo cual se asocia con una mayor afluencia de visitantes y el desarrollo de actividades recreativas como picnics y consumo directo de alimentos en la playa. Este hallazgo permite comprender que la contaminación en playas urbanas no sigue un patrón único, sino que presenta variaciones estacionales relacionadas tanto al comportamiento de los usuarios como por las condiciones de gestión del territorio costero.

La evaluación mediante el Índice de Costa Limpia (ICL) evidenció una mejora en la calidad ambiental de la playa durante la temporada de verano. En invierno, el valor del ICL fue de 5.11, clasificándola como “moderadamente limpia”, mientras que en verano descendió a 2.17, correspondiente a la categoría “limpia”. Estos resultados demuestran que el ICL constituye una herramienta objetiva, práctica y replicable para

evaluar el estado ambiental de playas urbanas, ya que permite no solo cuantificar el nivel de contaminación, sino también realizar comparaciones temporales dentro de un mismo espacio costero. En este sentido, su aplicación periódica puede contribuir al fortalecimiento de la gestión ambiental local y a la toma de decisiones basadas en evidencia.

Asimismo, la percepción de los usuarios evidenció diferencias marcadas entre ambas temporadas. La aptitud recreativa fue de 0.5 en invierno, lo que representa un nivel medio, y aumentó a 0.9 en verano, indicando un nivel alto, lo que refleja una valoración más positiva de la playa cuando mejoran las condiciones de limpieza, servicios e infraestructura. En consecuencia, la investigación confirma que la experiencia recreativa no depende únicamente de la función turística del espacio, sino también de la calidad ambiental percibida por sus usuarios. En esta línea, se identificó una correlación negativa fuerte y estadísticamente significativa entre el nivel de contaminación por residuos sólidos y la percepción de los usuarios ($r = -0.782$; $p < 0.001$), lo que indica que, a mayores niveles de contaminación, la valoración recreativa de la playa disminuye.

Finalmente, este estudio contribuye a cerrar un vacío científico en el ámbito local al integrar la caracterización de residuos sólidos, su distribución espacial, la aplicación del Índice de Costa Limpia y la percepción de los usuarios en diferentes temporadas, así como el análisis correlacional entre el nivel de contaminación y percepción de los usuarios. Esta aproximación metodológica proporciona una base técnica relevante para fortalecer las políticas públicas de gestión costera, al identificar puntos críticos de acumulación, monitorear variaciones estacionales y orientar intervenciones más eficientes en limpieza, fiscalización y educación ambiental. En conjunto, los resultados resaltan la necesidad de implementar estrategias de manejo de residuos que integren indicadores físicos y sociales, promoviendo modelos de gestión costera más sostenibles que mejoren tanto la calidad ecológica como la experiencia recreativa de los usuarios.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Este trabajo contó con el apoyo de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) liderada por nuestra directora de carrera la Dra. Mercedes Beatriz Gómez. Asimismo, los autores agradecen a la Dra. Anita Arrascue Lino por su valioso acompañamiento académico y asesoramiento durante el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] Comisión OSPAR. (2010). Guía para la supervisión de desechos sólidos en las playas del área marítima de OSPAR. www.ospar.org
- [2] Blondet, D., & Plaza, A. (2023). Evaluación de los residuos sólidos encontrados en playas de la Costa Verde, Lima, Perú durante el invierno 2021.
- [3] Ilechukwu, I., Das, R. R., Jamodiong, E. A., Borghi, S., Manzano, G. G., Hakim, A. A., & Reimer, J. D. (2024). Abundance and distribution of

- marine litter on the beaches of Okinawa Island, Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116036>
- [4] Salinas, C. X., Palacios, E., Pozo, K., Torres, M., Rebolledo, L., Gómez, V., Rondón, R., de la Maza, I., & Galbán, C. (2024). Marine litter pollution in a subantarctic beach of the Strait of Magellan, Punta Arenas, Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 202.
- [5] Hassan, H. O., Ayeta, E. G., Ibrahim, A. A., Omar, M. F., Abdi, S. M., Houmed, Y. K., Dirie, A. M., & Faseyi, C. A. (2024). The first assessment of marine litter on somalian coast: The case of Liido Beach, mogadishu. *Heliyon*, 10(4).<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26593>
- [6] Alkalay, R., Pasternak, G., & Zask, A. (2007). Clean-coast index-A new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean and Coastal Management*, 50(5-6), 352-362. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.10.002>
- [7] Marin, C. B., Niero, H., Zinnke, I., Pellizzetti, M. A., Santos, P. H., Rudolf, A. C., Beltrão, M., Waltrick, D. de S., & Polette, M. (2019). Marine debris and pollution indexes on the beaches of Santa Catarina State, Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 31, 100771. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100771>
- [8] Sandaruwan, R. D. C., Bellanthudawa, B. K. A., Perera, I. J. J. U. N., Udayanga, K. A. S., & Jayapala, H. P. S. (2023). Index based approach for assessment of abundance of marine debris and status of marine pollution in Kandakuliya, Kalpitiya, Sri Lanka. *Marine Pollution Bulletin*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115724>
- [9] García Morales, G. (2017). Evaluación integral y estrategia de manejo de las playas recreativas de Guaymas y Empalme, Sonora, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- [10] Popoca y Espejel. (2009). Propuesta de una metodología para evaluar playas recreativas con destino turístico. *Revista de Medio Ambiente, Turismo y Sustentabilidad*,
- [11] Belli, I. M., Cavali, M., Garbossa, L. H. P., Franco, D., Bayard, R., & de Castilhos Junior, A. B. (2024). A review of plastic debris in the South American Atlantic Ocean coast – Distribution, characteristics, policies and legal aspects. *Science of The Total Environment*, 938, 173197. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.173197>
- [12] Micallef, A., Williams, A. T., Radic, M., & Ergin, A. (2004). Application of a novel bathing area evaluation technique—a case study of croatian Island beaches. *World Leisure Journal*, 46(4), 4-21. <https://doi.org/10.1080/04419057.2004.9674370>
- [13] Mghili, B., Lamine, I., Bouzekry, A., Gunasekaran, K., & Aksissou, M. (2023). Cigarette butt pollution in popular beaches of Morocco: Abundance, distribution, and mitigation measures. *Marine Pollution Bulletin*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115530>
- [14] Ausejo Noriega, M., & Rojas Arellano, C. (2024). Propuesta de aplicación de la técnica de puntuación matricial con la finalidad de identificar el mayor generador de residuos sólidos municipales presentes en la playa Agua Dulce-Chorrillos, Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- [15] Guruge, K. P. G. K. P., Siriwardhana, S. M. U. P., Bandara, T., Suwandhahannadi, W. K., Jayarathna, W. N. D. S., Hewathilake, H. P. T. S., & Kumara, P. B. T. P. (2025). Assessment of marine debris and plastic pollution along the western coast of Sri Lanka. *Regional Studies in Marine Science*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2025.104176>
- [16] Triola, M. F. & Pineda Ayala, L. Esther. (2009). Estadística (10a. ed.). Pearson Educación.
- [17] Quilcate Ramires, H. M. (2023). Percepción de los niveles de contaminación y su influencia en la recuperación ambiental por parte de los usuarios de la playa Pescadores, Lima 2022. Universidad Nacional de Huancavelica.
- [18] Cabrera Alarcon, A. L., & Muguerza Alva, A. B. (2024). Evaluación del impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de la provincia de Trujillo - 2023. Universidad Nacional de Trujillo.