



INGENIERÍA AMBIENTAL

Perspectivas sobre el impacto ambiental de las actividades antropogénicas y la generación de residuos sólidos en playas del Caribe colombiano

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Perspectives on the environmental impact of anthropogenic activities and the generation of solid waste in beaches of the Colombian Caribbean

Estefany V. Pimienta-Serrano¹, Carlos Pacheco-Bustos²

¹*Universidad de La Guajira, Grupo de investigación en sistemas ambientales (GISA), Riohacha-Colombia.*

²*Universidad del Norte, Facultad de Ingeniería, Barranquilla, Colombia.*

§ evpimienta@uinorte.edu.co, cbustoa@uinorte.edu.co

Recibido: 10 de junio de 2021 – **Aceptado:** 8 de diciembre de 2021

Abstract

Coastal ecosystems such as beaches are strategic areas that support great biological diversity and promote the economic development of communities, based on the use and exploitation of their natural resources (tourism, fishing, agriculture, human settlements). However, the uncontrolled management of these activities have generated a disequilibrium of the ecosystem, generating environmental impacts such as contamination by Solid Waste (RS), modification of landscapes, deterioration in the quality of water bodies, overexploitation of resources coastal areas, and the traffic of fauna and flora. That situation not only become an environmental problem, but also affects the culture of the near populations and growth of the coastal economy. This literature

Cómo citar:

Pimienta-Serrano EV, Pacheco-Bustos C. Perspectivas sobre el impacto ambiental de las actividades antropogénicas y la generación de residuos sólidos en playas del Caribe colombiano. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 2022; e30211365. <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i2.11365>



review will address some of the mentioned aspects, evaluating the current state of the art regarding the use of beaches and their contamination by RS for the Colombian Caribbean, identifying the main problems that afflict the beaches of this region of the country. Obtaining as a result that those activities such as tourism and fishing are one of the main polluting sources of the beaches. In conclusion, it is necessary to expand studies that do it possible to make visible and expand the status of this problem in the region, since there are no records on the impact of socioeconomic activities as generating sources of RS, and the degradation of beaches. Likewise the need is evident to integrate the social and economic context in order to recognize the dynamics of each context, which allow the design and implementation of efficient tools for planning coastal areas and the sustainable development of socio-economic activities along the beaches

Keywords: *Beaches, Pollution, Solid waste, Coastal zone, environmental impact.*

Resumen

Los ecosistemas costeros como las playas, son áreas estratégicas, que soportan una gran diversidad biológica y promueven el desarrollo económico de las comunidades, a partir del aprovechamiento y la explotación de sus recursos naturales (turismo, pesca, agricultura, asentamientos humanos). No obstante, el ejercicio incontrolado de estas actividades desencadena un manejo inadecuado del ecosistema generando impactos ambientales como la contaminación por Residuos Sólidos (RS), la modificación de los paisajes, el deterioro en la calidad de los cuerpos de agua, la sobreexplotación de los recursos costeros, y el tráfico de la fauna y flora. Esta situación no solo se ha convertido en un problema a nivel ambiental, sino que también afecta la estética y el crecimiento de la economía costera. Con esta revisión se abordarán algunos de los tópicos anteriormente mencionados, evaluando el estado actual del arte con respecto al uso de las playas y su contaminación por RS para el Caribe colombiano, identificando las principales problemáticas que aquejan a las playas de esta región del país. Obteniendo como resultado que las actividades como el turismo y la pesca son una de las principales fuentes contaminantes de las playas. Se requiere ampliar estudios que permitan visibilizar y ampliar el estado de esta problemática en la región, dado que no se observan registros sobre el impacto de las actividades socioeconómicas como fuentes generadoras de RS, y la degradación de las playas, así mismo se evidencia la necesidad de integrar el contexto social y económico para poder reconocer la dinámica propia de cada contexto, que permitan diseñar e implementar herramientas eficientes para la planificación de las zonas costeras y el desarrollo sostenible de las actividades socioeconómicas a lo largo de las playas.

Palabras claves: *Playas, Contaminación, Residuos sólidos, Zona costera, impacto ambiental.*

1. Introducción

Las zonas costeras son territorios estratégicos que se caracterizan por su amplia oferta de servicios (Culturales, de aprovisionamiento, de regulación y sostenimiento) ^(1,2); así como también presentan una gran variedad de ecosistemas, i.e. Lagunas costeras, Manglares, Bosque seco tropical, Playas, Pastos Marinos y Arrecifes coralinos ⁽²⁾. Estas condiciones de diversidad favorecen el aumento de la población humana que se concentra en la franja costera ⁽³⁾, ⁽⁴⁾, así como también influye en la utilización y explotación de los recursos, a partir de la oferta de bienes y servicios como: la pesca, el turismo, el transporte, actividades portuarias y la agricultura entre otros ⁽⁵⁾.

El uso de los recursos y la explotación de los ecosistemas costeros se han venido desarrollando de forma acelerada desde mediados del siglo XX, el Caribe colombiano no se encuentra exento a esta problemática, siendo un territorio estratégico que abarca el 11% de la superficie terrestre del país y tiene una longitud estimada de 1720 km, donde se desarrollan actividades socioeconómicas relacionadas con el uso y aprovechamiento de esta zona ^(1,6,7). En este sentido, los asentamientos humanos y el ejercicio incontrolado de las actividades socioeconómicas desencadenan un manejo inadecuado del ecosistema de playas, deterioran la calidad del mismo reduciendo la disponibilidad de recursos ⁽⁸⁾.

Otro aspecto importante con respecto a la degradación de los ecosistemas costeros, es la

contaminación de las playas por Residuos Sólidos (RS), que se ha convertido en un tema de estudio a nivel nacional. Estas investigaciones buscan identificar los impactos generados al ambiente, a la economía y a la cultura de las sociedades acentuadas en las zonas costeras. Uno de los principales requerimientos dentro de esta problemática, es identificar las actividades que se encuentran como principales focos generadores de RS, y de esta forma dar soluciones técnicas y prevenir la contaminación de las playas; sin embargo es importante aclarar que no solo las actividades económicas generan RS en las playas, existen factores ambientales como la dirección del viento, la precipitación, las corrientes oceánicas y la descarga de los ríos, que pueden actuar como mecanismos de transporte y favorecen la disposición de residuos sobre la zona costera ⁽⁹⁾. Con base en lo anterior, en esta investigación se pretende definir la influencia directa que tienen las actividades humanas en la contaminación de las playas, los problemas ambientales y económicos asociados a la presencia de los RS, dado que las zonas costeras no solo juegan un papel fundamental como un lugar de asentamiento, sino que también son la base de la economía de muchas comunidades ⁽¹⁰⁾.

Cabe mencionar, que este es un artículo de revisión y se plantea como finalidad reconocer los problemas asociados con la contaminación por RS en áreas costeras del Caribe colombiano: para ello inicialmente se analizaron estudios recientes y metodologías implementadas a nivel mundial para el estudio de los impactos generados por la inadecuada disposición de los RS en playas. Luego se realizó la identificación de los impactos a nivel ambiental y económico, como la alteración de ecosistemas, variaciones en la calidad escénica y disminución en la disponibilidad de recursos en las playas del Caribe Colombiano. Concluyendo que la problemática enunciada ha generado impactos ambientales y socioeconómicos en la zona costera del Caribe Colombiano; ocasionando la pérdida de sus atributos estéticos,

de recreación, de biodiversidad e importancia económica para las comunidades; siendo esto el resultado de factores como el crecimiento desordenado del turismo, el manejo inadecuado de los RS, por lo tanto se evidencia una mayor contaminación a lo largo de los tramos más densamente poblados y fuertemente explotados. Esta situación responde a una mala planificación del uso del suelo en los litorales, uso excesivo de los recursos costeros, sobrecarga de la capacidad de sustentación y a un deficiente manejo, monitoreo y vigilancia por parte del sector público en el manejo de los RS ^(1,11).

2. Metodologías implementadas para la caracterización de residuos sólidos en playas a nivel mundial.

2.1 Caracterización de RS mediante la recolección de datos secundarios.

La abundancia, composición y distribución de los RS presentes en las playas, ha sido uno de los principales enfoques de los estudios realizados en esta área, dado que esa información se convierte en herramienta para diseñar e implementar estrategias efectivas de manejo y eliminación de los RS en la zona costera, sin embargo, recopilar esta información implica un esfuerzo de muestreo, tiempo y en algunos casos altos costos. Por lo cual se han abordado diferentes perspectivas para conocer el comportamiento este fenómeno de contaminación en las playas. Este es el caso de estudios realizados por Nelms et al.⁽²⁾, quienes analizaron los datos colectados durante 25 años, por voluntarios de la Sociedad de Conservación Marina en distintas áreas protegidas, las cuales a pesar de su contexto también se encuentran expuestas a este tipo de contaminación, no solo por procesos naturales sino también por efecto de las actividades terrestres desarrolladas en las playas, obteniendo como resultado que muchas de las áreas estudiadas presentaron altas densidades de residuos sólidos, siendo el plástico el residuo con

mayor presencia. Además, se pudo observar que los desechos públicos, actividades pesqueras y el vertimiento de las aguas residuales son las principales rutas para la disposición de RS en zonas costeras. Otro importante análisis, se generó en la comparación de áreas con playas no protegidas y se observó que no existe una diferencia marcada entre las densidades de RS entre las áreas protegidas y las no protegidas, por la cual se requiere mejorar y modificar los aspectos legislativos que regulan estas medidas de control.

Lo et al. ⁽¹³⁾ propone la implementación de un vehículo aéreo no tripulado (UAV), o dron aéreo, con solicitud y procesamiento automatizado de imágenes, de tal forma que las áreas de conteo fueron establecidas por el recorrido del equipo y el material puede ser clasificado por su tamaño y composición a partir de las imágenes de las playas obtenidas a diferentes alturas, obteniendo resultados de la caracterización de los RS dispuestos en la playa. De la misma forma Gonçalves et al. ⁽¹⁴⁾ aplicaron un procedimiento para el mapeo automático de los residuos presentes en las costas mediante un Sistema Aéreo No Tripulado, en donde se aplicó un enfoque multidisciplinario que integró la fotogrametría, geomorfología, aprendizaje automático y modelado hidrodinámico para interpretar el comportamiento de los RS identificados a través de los mapeos y su relación con las características propias del áreas y el origen de los residuos, obteniendo como resultado que las principales cargas de residuos presentes en las costas se encuentran asociadas con la pendiente de la playa y la dinámica del nivel del agua en los perfiles de la playa.

2.2 Caracterización de RS mediante la recolección de datos primarios.

Los muestreos alternativos a partir de recopilación de datos secundarios y mapeos con elementos aéreos han realizado grandes aportes al estudio de la dinámica de RS en las playas. Sin

embargo, los muestreos in situ terminan siendo indispensables para la obtención de datos más específicos, por ejemplo: en relación a las cantidades de residuos, y la identificación de las posibles fuentes generadoras en base a las actividades que se desarrollan directa e indirectamente en las playas. Esto hace que la calidad de los datos obtenidos mejore los resultados, y por esto es necesario en las investigaciones implementar métodos para la recolección de datos primarios.

Por ejemplo, estudios desarrollados por Sulochanan et al. ⁽¹⁵⁾ realizaron transectos lineales ubicados perpendicularmente a la costa, donde se ubicaron cuadrantes de 1m², divididos en tres secciones: superior, medio e inferior, como áreas de conteo y recolección de los residuos presentes. Además, se aplicó la clasificación de los residuos con base a las directrices del Programa Ambiental de las Naciones Unidas/ Comisión Oceanográfica Intergubernamental y de esta forma comprender las rutas de transporte y la disposición de los residuos, luego de su recolección. Otras actividades llevadas a cabo indica que es necesario recolectar datos ambientales de fuentes secundarias en las zonas de estudio y, si es posible, realizar un seguimiento mensual a la salinidad y ancho de playa. Como resultados de este estudio, se puede indicar que los residuos procedentes de la pesca fueron los más abundantes durante el estudio, así mismo se estableció una correlación entre la cantidad de plástico en las playas y los días lluviosos, encontrando una relación entre la lluvia, la descarga del río y la cantidad de RS que llegan a las playas. En relación con el tipo de los RS encontrados, se evidencio una tendencia constante en el aumento de artículos de plástico de un solo uso en la playa, correspondientes con los periodos de descarga máxima del río. También se tuvo en cuenta en este estudio, las campañas de limpieza realizadas en algunas de las playas, las cuales representaron diferencias significativas

entre las densidades de residuos encontrados entre los sitios muestreados.

Asensio-Montesinos et al. ⁽¹⁶⁾ identificaron y clasificaron la composición, abundancia y distribución de RS a lo largo de la costa, explorando la influencia del estado morfodinámico, tipología de las playas en la variación de la cantidad y tipo de residuos; utilizando el sistema de clasificación de Registro y Evaluación de Área de Baño (BARE) y el perfil topográfico de cada una de las 40 playas. Los perfiles de playa se extendieron desde la costa hasta el nivel de agua de la marea baja y se calculó la pendiente de la playa para establecer su morfología. Se utilizó un área de recolección de los residuos en una sección de 100 m de ancho y 5 m de largo mediante una línea paralela a la costa, en donde se encontró que la abundancia y el contenido de la basura, tuvo variaciones entre los sitios de muestreos principalmente por factores como la acción del viento, el oleaje, las corrientes oceánicas la tipología de la playa, su orientación, ubicación y morfología.

En los ecosistemas costeros es indispensable identificar el origen o fuentes de origen de los RS, la composición, la tipología y su abundancia, puesto que al realizar esto, se pueden establecer estrategias y acciones para dar un manejo adecuado a esta problemática, estableciendo medidas preventivas, correctivas y de control más efectivas para mitigar a gran escala la contaminación de las playas por RS. Se pueden citar estudios realizados por Rangel-Buitrago et al. ⁽⁴⁾ que efectuaron una investigación en 26 playas de la costa Caribe, donde se evaluaron aspectos como: magnitudes, la principal fuente de generación y el manejo de la basura presente a lo largo de la costa. Esto se llevó a cabo mediante transectos lineales de 100m a lo largo de la línea de costa (desde la pleamar hasta la zona de vegetación), donde se incluyó dentro de los parámetros de estudios la influencia del río

Magdalena, en este caso como fuente primaria de los residuos caracterizados.

Pieper et al. ⁽¹⁷⁾ realizaron un estudio aplicando una técnica denominada puntuación matricial, con el fin de calcular la probabilidad sobre qué categoría de RS (plásticos, papel, metal, tela etc.) se originan a partir de una serie de fuentes potenciales, teniendo en cuenta factores como el tipo de RS, la ubicación de la playa y las actividades que se desarrollan en ella. Esta técnica se basa en el método de puntuación de matriz (MST) propuesta por Tudor et al ⁽¹⁸⁾, donde se realiza una asignación de puntaje para cada fuente potencial del RS que se está clasificando y se calcula el porcentaje correspondiente para cada fuente. De esta forma se obtienen un valor cuantitativo que permite definir el problema actual de contaminación de la playa.

Además de las técnicas y los estudios citados anteriormente, existen otros aspectos como el uso de la playa y su tipología, que influyen directamente en la contaminación de las mismas. Por lo cual se plantea, que dentro de las estrategias a ser diseñadas para mitigar o eliminar las principales fuentes generadoras de basura, se deben considerar características como la tipología de la playa, la morfodinámica de la misma y las actividades que se desarrollan en la playa como fuente económica de ingreso.

3. Impactos ambientales por contaminación con residuos sólidos en playas del caribe colombiano.

3.1 Contaminación de las playas por basura marina o macrobasura.

Estudios recientes realizados por Rangel-Buitrago et al.⁽¹⁹⁾, enfocados en identificar el impacto de la basura por acción antropogénica en las playas de la zona central del Caribe colombiano, usando índices de evaluación como por ejemplo: Índice de Costa Limpia (CCI), Índice de estado ambiental e Índice de basura

antropogénica peligrosa (HALI), y además de lo anterior, se plantea la identificación, abundancia, composición y distribución de la basura antropogénica, a lo largo del área de estudio (25 playas); arrojando como resultado, que el 88% de las playas evaluadas se encuentran en condiciones de limpieza inaceptables (sucias a extremadamente sucias), y el 84% en un estado ambiental de mediocre a insatisfactorio; Además de esto, los autores afirman que la basura antropogénica caracterizada en las playas del área de estudio se encuentra ligada a una combinación de fuentes generadoras producto de los usos desarrollados a lo largo de la costa de esta región.

Así mismo, se destaca que los residuos identificados están relacionados principalmente con fuentes terrestres, y que estas actividades generadoras de RS se encuentran localizadas en cuencas cercanas y / o en las mismas playas. Por lo cual, el estudio aborda estrategias que van más allá de la identificación de la basura, y genera estrategias de planeación más acertadas al control y seguimiento del manejo más eficiente de las principales fuentes de contaminación.

Garcés-ordóñez et al. ⁽²⁰⁾ realizaron un estudio para determinar el impacto del turismo en 11 playas del municipio de Santa Marta. El estudio fue desarrollado durante la temporada alta y baja de turistas en las playas objeto de estudio, siendo enfocada la investigación en determinar la carga turística en las playas y la presencia de macrobasura. Para tal estudio, se tomaron muestras y se realizaron encuestas de percepción sobre la basura depositada en las playas, obteniendo como resultado que hay una variación significativa del 40% entre la temporada alta y baja. Esto está relacionado directamente con el aumento de la carga de turistas que promueven una mayor cantidad de basura depositada en playas y calles aledañas a estas. Además, los investigadores afirman que los cambios en la afluencia de los turistas son la principal fuente de contaminación de basura marina en el área de

estudio, de la misma forma identificaron que los plásticos, metales, papel, cartón y vidrio son los residuos más abundantes; estableciendo que los sistemas y herramientas de limpieza, recolección y disposición de los mismos no están siendo efectivos, y generalmente lo más pequeños están siendo acumulados en la arena o arrastrados por el oleaje, generando un problema de contaminación del agua.

Por otra parte, se ha encontrado en múltiples estudios ^(2,4,19-23) que el plástico es el residuo más abundante y frecuentemente presente en las playas de la Costa Caribe. Es por esto que autores como Garcés-ordóñez et al. ⁽²⁴⁾, en estudios recientes se han enfocado en analizar el impacto de la basura plástica en las playas del Caribe y el Pacífico colombiano, obteniendo como resultado una variación entre el número de elementos de plástico encontrada, que va de 35 ± 15 a 81 ± 23 artículos en 100 m de playa. Así mismo, es importante destacar que los elementos de plástico caracterizados en el estudio, pueden estar presentes en las playas sin descomponerse (con una vida útil estimada) de 1 a 16 años, generando un problema ambiental de largo plazo. De igual manera, el estudio arrojó que las actividades humanas, asociadas a la generación de basura plástica en las playas del Caribe están relacionada con las actividades de turismo y recreación, con los porcentajes más altos de artículos de macroplásticos encontrados (55-60%), seguidas por la mala práctica en la disposición y manejo de los residuos (18% y 28%). Por lo cual los autores concluyen que es de suma importancia realizar estrategias de mitigación y prevención en la gestión integral de los residuos a partir del diseño adecuado de estrategias de adecuado manejo de los mismos en los municipios aledaños y en las playas de la costa caribe. También sugieren generar estrategias de sensibilización para los turistas y normativas de uso y manejo de los productos y servicios que ofertan los diferentes comercios en las zonas de playa, para la reducción en el uso de material plástico.

3.2 Contaminación de las playas por microplásticos.

Teniendo en cuenta la abundancia y distribución de los plásticos a lo largo de las playas en el Caribe Colombiano, ha emergido una creciente preocupación por un impacto generado a partir de la degradación de los plásticos en las playas, y es la generación de microplásticos los cuales representan una amenaza para los ecosistemas marinos y la salud humana dado que son ingeridos por la fauna marina ⁽²⁵⁾.

Rangel et al. ⁽²⁶⁾ realizaron un estudio sobre la tipología, magnitud y distribución de los microplásticos (MP) presentes en 23 playas de la costa caribe central, utilizando un área de muestreo de 100 m², ubicados desde la zona de pleamar y alta marea. Dentro de esta área se establecieron 4 cuadrantes (1m²) donde se colectaron las muestras de arena a 5cm de profundidad. Las muestras de microplásticos fueron extraídas mediante el protocolo NOAA. Registrando como resultado que los valores de microplásticos variaron 2457 y 557 MP/kg. Indicando este valor, que el área estudio evaluada se encuentra altamente contaminada y algunas de las playas se clasificaron como una de las zonas de máxima contaminación por microplástico. Se identificó además que las fibras de microplásticos, fueron las más comunes dentro del muestreo realizado. Por lo cual los autores concluyen y destacan la importancia de la adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos presentes en las playas enfocada en el ciclo de vida de los plásticos, así como una gestión integrada siguiendo la jerarquía de gestión de la basura, además de un cambio en la producción y consumo de material plástico, para de esta forma mitigar los impactos generados por los microplásticos.

Estudios recientes realizados por Garcés-Ordóñez et al. ⁽²⁷⁾, evalúan el impacto de la contaminación por microplásticos en las playas de la Bahía de Cispata en el Caribe colombiano a partir de la

ingesta de microplásticos por los peces, donde revisaron el contenido del tracto digestivo de 302 individuos pertenecientes a 22 especies típicas de la costa Caribe. Utilizando el método de digestión KOH, e identificación visual por estereoscopia y espectroscopia, observaron un total de 69 diferentes tipos de microplástico en el tracto digestivo del 7% de los especímenes estudiados. También en su estudio se definió que el 55% de los microplásticos ingeridos tenían forma de filamentos, el 23% de fragmentos, el 19% de películas y el 3% de espuma. Los resultados obtenidos plantean la necesidad de obtener un manejo más eficiente de los residuos plásticos presentes en las playas o vertidos en ellas, siendo evidente el impacto negativo sobre la fauna y la disponibilidad de este recurso pesquero a largo plazo, además de los efectos en la salud por la ingesta indirecta de microplásticos y el efecto de su bioacumulación en el organismo.

3.3 Alteración de ecosistemas por contaminación con residuos sólidos en playas.

Investigaciones recientes se han enfocado en evaluar la composición, distribución y fuentes generadoras de los RS en las zonas costeras a nivel mundial ^(12, 26, 29); implementado distintos enfoques para determinar su efecto en el ambiente. Evidenciando que la contaminación por RS tiene una influencia negativa sobre la función y la sostenibilidad de los ecosistemas marinos ⁽⁸⁾.

Estudios realizados por Garcés-Ordóñez et al. ⁽³²⁾ se enfocaron en evaluar el impacto de la contaminación por RS sobre el ecosistema de manglar en la Ciénaga grande de Santa Marta, utilizando la metodología propuesta por Fernández ⁽³³⁾, con el fin de determinar la importancia y alcance de los impactos ambientales durante el estudio, teniendo en cuenta aspectos como: intensidad, extensión, momento, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia y acumulación. Obteniendo como resultado que la contaminación por residuos en el ecosistema de manglar genera impactos a distintos niveles de

tipo moderados, severos y críticos, de los cuales se pueden destacar la acumulación de residuos y microplásticos en la columna del agua, aumento de sustancias contaminantes en el agua, generación de malos olores, aumento en el material particulado en el aire, acumulación de partículas de plástico en el suelo, cambios en la estructura física del suelo, limitación en el establecimiento de propágulos y crecimiento de plántulas, daños físicos en las raíces y ramas, cambios en la disponibilidad de hábitats y deterioro paisajístico por acumulación de residuos. Por lo cual el estudio sugiere la implementación de medidas de prevención y mitigación que busca reducir este tipo de contaminación y contribuir, significativamente, a la recuperación del manglar y sus servicios ecosistémicos.

Rangel-Buitrago et al.⁽²¹⁾ realizaron estudios que buscan determinar el impacto ambiental de la contaminación por residuos sólidos sobre la calidad escénica en playas del departamento del Atlántico, de la costa Caribe colombiana, utilizando el Sistema de Evaluación Escénica Costera (CSES), obteniendo como resultado que el 82% de los sitios encuestados se encuentran en una condición inaceptable de limpieza, así mismo las ocho playas evaluadas fueron clasificadas dentro de la clase IV y V del CSES, destacando que las principales causas del estado de limpieza de las playas son los malos manejos en la disposición de los RS y malos hábitos de los visitantes. Por otra parte, durante los muestreos se colectaron un total de 1908 elementos correspondientes a distintas categorías de RS con una abundancia promedio de 4.2 artículos / m² ubicando las playas en un estado inaceptable de limpieza. Por lo tanto, el estudio concluye, que es significativo el impacto generado por la contaminación de RS a las playas objeto de estudio, por lo que se advierte que el efecto generado es una reducción sustancial de las funciones ecológicas, así como de su potencial económico del ecosistema.

4. Impactos económicos por contaminación con residuos sólidos en playas del caribe colombiano.

De acuerdo con la literatura, se ha podido establecer que la contaminación por RS afecta de forma negativa el desarrollo económico de las playas, dado que influye en la disponibilidad de recursos como las especies de peces, la percepción de los turistas y calidad escénica de las playas, lo cual influye en la economía de las comunidades asociadas a la zona costera⁽¹⁰⁾. En el Caribe colombiano este impacto ha sido vagamente estudiado, sin embargo se pueden resaltar estudios realizados por Díaz-Solano⁽³⁴⁾ quien desarrolló un estudio enfocado en la gestión económica en playas de la costa Atlántica, destacando el manejo adecuado y disposición de RS, como uno de los indicadores fundamentales para un desarrollo económico sostenible, observando que en las playas objeto de estudio la frecuencia con la cual se hacía la limpieza y recolección de los RS por parte de la empresa de aseo es muy baja, y por ello a los dueños de los establecimientos, les corresponde realizar la recolección y disposición de los residuos recolectados. Presentándose en algunos casos las quemaduras en espacios abiertos y en otras ocasiones algunos de ellos son enterrados sin ninguna clasificación. Es por esto que la gestión como eje integrador es importante para evitar este tipo de contaminación, y de esta manera contribuir a mejorar el turismo y la recreación, fundamentales en la economía de las comunidades identificadas en el estudio.

Williams et al.⁽²³⁾ dentro de sus estudios destacan que en Colombia se encuentra reglamentada de forma obligatoria la limpieza en playas para los municipios costeros, dado que se ha identificado que este factor es fundamental para la calidad del paisaje e imagen de la playa lo cual se ve reflejado en ingresos por parte del sector turístico, teniendo en cuenta que una playa con mejor percepción visual presenta una mayor afluencia de turistas,

obteniendo por ende mejores ingresos económicos. Por lo cual la limpieza, recolección y disposición de los RS no se debe contemplar como un gasto, si no como un ingreso que beneficiaría el desarrollo económico de las comunidades costeras. Así mismo Rangel-Buitrago et al. ⁽¹⁹⁾ destaca la importancia de la cuantificación de los impactos económicos y la evaluación de los costos asociados con el manejo de la basura, siendo indispensable que sean incluidos en los estudios dirigidos a evaluar la contaminación de RS en playas, enfocándose en el uso y desarrollo sostenible de los ecosistemas costeros, definiendo estrategias y políticas más efectivas para el abordaje de esta problemática.

5. Conclusiones

Finalmente es importante destacar que las metodologías implementadas actualmente han permitido generar grandes aportes acerca de los impactos generados por la contaminación de residuos sólidos en playas. Basado en lo anterior se concluye lo siguiente:

1. Al llevar a cabo esta investigación, se identificó la necesidad de evaluar a profundidad el manejo económico de las comunidades asociadas a las playas de estudio, para conocer claramente la dinámica propia de cada una de ellas y su impacto en la calidad de los ecosistemas costeros. La información encontrada concluye que en la actualidad las principales actividades antropogénicas generadoras de RS en las playas son: turismo, recreación y pesca.

2. Este estudio permite definir que la contaminación por residuos sólidos en las playas del Caribe colombiano se debe a una mala planificación del uso del suelo en los litorales, uso excesivo de los recursos costeros, sobrecarga de la capacidad de sustentación y a un deficiente manejo, monitoreo y vigilancia por parte del sector público en el manejo de los RS.

3. La deficiencia en la gestión de los residuos en las playas por parte de la empresa de recolección y aseo, con lleva a los dueños de establecimientos a organizarse para generar una gestión de los residuos incrementando sus gastos y propiciando prácticas como la incineración en espacios abiertos y la disposición inadecuada de los mismos. Afectando negativamente el desarrollo económico de las comunidades de la zona. Además del impacto económico se evidencia la contaminación por la generación de gases de efecto invernadero y emisión de material particulado.

6. Recomendaciones

Los estudios generados hasta el momento, están enfocados en caracterizar los tipos y cantidades de RS, sin tener en cuenta que las actividades económicas principales generadoras de estos residuos, por ello se deben integrar en los planes de gobierno acciones que permitan que tanto la población como los turistas no generen impactos ambientales o degraden el ecosistema existente. Por lo tanto, se recomienda la generación de políticas para la gestión especial de residuos generados en playas. Para esto es muy importante generar la información primaria necesaria para la toma de decisiones, el diseño de políticas que permitan un manejo y disposición adecuadas de RS en playas.

6. Referencias

- (1). INVEMAR, “Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Carib y Pacífico colombianos,” Red Vigil. para la Conserv. y protección lasaguas Mar. y costeras Colomb. –REDCAM, p. 336, 2017, [Online]. Available: <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>.
- (2). N. Rangel-Buitrago et al., “Abundance and distribution of beach litter along the Atlantico Department, Caribbean coast of Colombia,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 136,

- no. September, pp. 435–447, 2018, doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.09.040.
- (3). J. M. Barragán and M. de Andrés, “Analysis and trends of the world’s coastal cities and agglomerations,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 114, pp. 11–20, 2015, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.06.004.
- (4). N. Rangel-Buitrago, A. Williams, G. Anfuso, M. Arias, and C. A. Gracia, “Magnitudes, sources, and management of beach litter along the Atlántico department coastline, Caribbean coast of Colombia,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 138, pp. 142–157, 2017, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.01.021.
- (5). INVEMAR, “Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de Aguas Marinas y Costeras en el Caribe y Pacífico Colombianos. Informe Técnico 2014,” 2016. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- (6). G. Tous Herazo, I. F. Castro Mercado, M. L. Cañón Páez, D. M. Quintana Saavedra, and R. R. Torres Parra, “Panorama de la contaminación del Caribe colombiano,” 2007. doi: 10.26640/9589851104.2007.
- (7). CORPOGUAJIRA & INVEMAR, *Atlas Marino Costero de la Guajira*, no. 27. 2012.
- (8). Y. Lu et al., “Major threats of pollution and climate change to global coastal ecosystems and enhanced management for sustainability,” 2018, doi: 10.1016/j.envpol.2018.04.016.
- (9). C. Pieper, L. Amaral-Zettler, K. L. Law, C. Magalh, ~ Aes Loureiro, and A. Martins, “Application of Matrix Scoring Techniques to evaluate marine debris sources in the remote islands of the Azores Archipelago *,” 2019, doi: 10.1016/j.envpol.2019.03.084.
- (10). L. Perez, A. Soares-Gomes, and M. C. Bernardes, “A case study on the influence of beach kiosks on marine litter accumulating in Camboinhas beach, Southeast Brazil,” *J. Coast. Conserv.*, vol. 22, no. 6, pp. 1085–1092, 2018, doi: 10.1007/s11852-018-0615-z.
- (11). G. E. Márquez and V. J. R. Rosado, “Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de Riohacha, La Guajira, Colombia,” *Rev. Fac. Ing.*, no. 60, pp. 118–128, 2011.
- (12). S. E. Nelms et al., “Investigating the distribution and regional occurrence of anthropogenic litter in English marine protected areas using 25 years of citizen-science beach clean data,” *Environ. Pollut.*, vol. 263, p. 114365, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.envpol.2020.114365.
- (13). H. S. Lo et al., “Field test of beach litter assessment by commercial aerial drone,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 151, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110823.
- (14). G. Gonçalves, U. Andriolo, L. Pinto, and F. Bessa, “Mapping marine litter using UAS on a beach-dune system: a multidisciplinary approach,” *Sci. Total Environ.*, vol. 706, p. 135742, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135742.
- (15). B. Sulochanan et al., “Temporal and spatial variability of beach litter in Mangaluru, India,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 149, no. August, p. 110541, 2019, doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110541.
- (16). F. Asensio-Montesinos et al., “Beach litter composition and distribution on the Atlantic coast of Cádiz (SW Spain),” *Reg. Stud. Mar. Sci.*, vol. 34, p. 101050, 2020, doi: 10.1016/j.rsma.2020.101050.
- (17). C. Pieper, L. Amaral-Zettler, K. L. Law, C. M. Loureiro, and A. Martins,

- “Application of Matrix Scoring Techniques to evaluate marine debris sources in the remote islands of the Azores Archipelago,” *Environ. Pollut.*, vol. 249, pp. 666–675, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.envpol.2019.03.084.
- (18). A. T. Williams, D. T. Tudor, and P. Randerson, “BEACH LITTER SOURCING IN THE BRISTOL CHANNEL AND WALES, U.K.,” 2003.
- (19). N. Rangel-Buitrago, A. Velez-Mendoza, A. Gracia C., and W. J. Neal, “The impact of anthropogenic litter on Colombia’s central Caribbean beaches,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 152, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.110909.
- (20). O. Garcés-ordóñez, L. F. Espinosa, R. Pereira, and M. Costa, “The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches , Colombian Caribbean,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 160, no. 2, p. 111558, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111558.
- (21). N. Rangel-Buitrago, J. D. Castro-Barros, C. Adriana Gracia, J. D. V. Villadiego, and A. T. Williams, “Litter impacts on beach/dune systems along the Atlantico Department, the Caribbean Coastline of Colombia,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 137, pp. 35–44, 2018, doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.10.009.
- (22). N. Rangel-Buitrago et al., “Litter impacts on cleanliness and environmental status of Atlantico department beaches, Colombian Caribbean coast,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 179, no. March, p. 104835, 2019, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104835.
- (23). A. T. Williams, N. G. Rangel-Buitrago, G. Anfuso, O. Cervantes, and C. M. Botero, “Litter impacts on scenery and tourism on the Colombian north Caribbean coast,” *Tour. Manag.*, vol. 55, pp. 209–224, 2016, doi: 10.1016/j.tourman.2016.02.008.
- (24). O. Garcés-Ordóñez, L. F. Espinosa, R. P. Cardoso, B. B. Issa Cardozo, and R. Meigikos dos Anjos, “Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia,” *Environ. Pollut.*, vol. 267, 2020, doi: 10.1016/j.envpol.2020.115495.
- (25). E. Guzzetti, A. Sureda, S. Tejada, and C. Faggio, “Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects,” 2018, doi: 10.1016/j.etap.2018.10.009.
- (26). N. Rangel-Buitrago et al., “Microplastics pollution on Colombian Central Caribbean beaches,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 170, 2021, doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112685.
- (27). O. Garcés-Ordóñez, K. A. Mejía-Esquivia, T. Sierra-Labastidas, A. Patiño, L. M. Blandón, and L. F. Espinosa Díaz, “Prevalence of microplastic contamination in the digestive tract of fishes from mangrove ecosystem in Cispatá, Colombian Caribbean,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 154, no. 2, p. 111085, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111085.
- (28). E. Abeamallah, A. Ibrahim, N. Abdel, R. Osman, O. Ali, and M. Eisa, “Status of the Beach Litter in the UNESCO World Heritage Site of Dugonab and Mukkawar Island Marine National Park in Sudan, Red Sea,” 2020, doi: 10.1155/2020/6904745.
- (29). C. Battisti, G. Fanelli, A. Filpa, and F. Cerfolli, “Giant Reed (*Arundo donax*) wrack as sink for plastic beach litter: First evidence and implication,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 155, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111179.

- (30). H. Chen, S. Wang, H. Guo, H. Lin, and Y. Zhang, "A nationwide assessment of litter on China's beaches using citizen science data," *Environ. Pollut.*, vol. 258, 2020, doi: 10.1016/j.envpol.2019.113756.
- (31). A. A. Santos, F. S. de M. Nobre, F. Ribeiro, and J. Nilin, "Initial beach litter survey in a conservation unit (Santa Isabel Biological Reserve, Sergipe) from northeast Brazil," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 153, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111015.
- (32). O. Garcés Ordóñez and M. R. Bayona Arenas, "Impactos de la contaminación por basura marina en el ecosistema de manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano," *Rev. Ciencias Mar. y Costeras*, vol. 11, no. 2, pp. 145–165, 2019, doi: 10.15359/revmar.11-2.8.
- (33). E. E. M.-P. Fernández, V.C. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid, *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental - Vicente Conesa Fernández-Vítora - Google Libros*. 2010.
- (34). B. H. Diaz Solano, "(PDF) Manejo económico de la actividad turística como indicador de la gestión de playas. Caso de estudio: Puerto Velero y Caño Dulce, Atlántico, Colombia," 2013, Accessed: May 21, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/268746947_Manejo_economico_de_la_actividad_turistica_como_indicador_de_la_gestion_de_playas_Caso_de_estudio_Puerto_Velero_y_Cano_Dulce_Atlantico_Colombia.