

ORIGINAL RESEARCH

## Manejo sostenible de playas turísticas: capacidad de carga en el departamento del Atlántico, Caribe colombiano

LADY TATIANA PUSQUIN OSPINA<sup>1,\*</sup>, MARÍA PAULA MOLINA JIMÉNEZ<sup>1</sup>, FERNANDO AFANADOR FRANCO<sup>1</sup>, MARÍA LUISA DURÁN MÁRQUEZ<sup>1</sup> e IVÁN F. CASTRO MERCADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), Sección Manejo Integrado de Zona Costera, Barrio El Bosque, Isla de Manzanillo, Escuela Naval “Almirante Padilla” Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia.

<sup>2</sup>Dirección General Marítima, Subdirección de Desarrollo Marítimo, Litorales y Áreas Marinas, Carrera 54 # 26-50, Bogotá, Colombia.

ORCID *Lady Tatiana Pusquin Ospina*  <https://orcid.org/0000-0001-8616-8661>,

*Maria Paula Molina Jiménez*  <https://orcid.org/0000-0003-2089-0381>, *Fernando Afanador Franco*  <https://orcid.org/0000-0003-4708-3280>,

*Maria Luisa Durán Márquez*  <https://orcid.org/0009-0002-7045-3702>, *Iván F. Castro Mercado*  <https://orcid.org/0000-0002-6799-5036>



\*Correspondence:  
lpusquin@dimar.mil.co

Received: 25 September 2025  
Accepted: 1 December 2025

ISSN 2683-7595 (print)  
ISSN 2683-7951 (online)

<https://ojs.inidep.edu.ar>

Journal of the Instituto Nacional de  
Investigación y Desarrollo Pesquero  
(INIDEP)



This work is licensed under a Creative  
Commons Attribution-  
NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International License

**RESUMEN.** Colombia posee aproximadamente 227 playas distribuidas en su litoral caribe. En el departamento del Atlántico, sectores como Sabanilla, Miramar, Puerto Mocho, Salinas del Rey y Puerto Velero, han ganado relevancia debido a su accesibilidad, adaptabilidad a las necesidades turísticas y enfoque en la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, el aumento del flujo turístico exige una organización, infraestructura y planes de ordenamiento que garanticen su aprovechamiento sostenible. Es por esto que la Capacidad de Carga de Playas (CCP) se presenta como una herramienta para la gestión de estos ecosistemas, permitiendo equilibrar el turismo con la conservación ambiental, social y económica. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología en forma conjunta entre la Dirección General Marítima (DIMAR) y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), y aplicarla en el cálculo de la CCP, en cumplimiento con lo estipulado en la Ley 2068 de 2020. Para ello, se consideraron factores como la dinámica turística, el confort, el saneamiento básico, las políticas y normas, la seguridad, el cambio climático, la afectación del medio físico y los servicios ecosistémicos, adaptados a las condiciones específicas de cada playa. Esta metodología permitió determinar además la Capacidad de Carga Real (CCR), estableciendo el número máximo de personas que pueden permanecer en cada playa por día. No obstante, el cambio climático representa un desafío significativo. Se estima que para el año 2050 las 5 playas estudiadas podrían perder más del 28% de su área, reduciendo el espacio disponible por persona. Este estudio resalta la importancia de implementar estrategias de adaptación y mitigación, para garantizar la sostenibilidad de estos destinos.

**Palabras clave:** Capacidad de Carga de Playas, cambio climático, sostenibilidad, turismo costero, gestión ambiental.

**Sustainable management of beaches with tourism potential: carrying capacity in the Atlantic Department, Colombian Caribbean**

**ABSTRACT.** Colombia has approximately 227 beaches distributed along its Caribbean coast. In the department of Atlántico, sectors such as Sabanilla, Miramar, Puerto Mocho, Salinas del Rey and Puerto Velero have gained relevance due to their accessibility, adaptability to tourism needs and focus on environmental sustainability. However, the increase in tourism activity requires organization, infrastructure and management plans that guarantee its sustainable use. This is why the Beach Carrying Capacity (CCP) is presented as a tool for the management of these beaches, ensuring a balance

between tourism and environmental, social and economic conservation. Therefore, the objective of this work was to jointly develop a methodology between the Dirección General Marítima (DIMAR) and the Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH) and apply it to the calculation of the BCC, in compliance with the provisions of Law 2068 of 2020. To this end, factors such as tourism dynamics, comfort, basic sanitation, policies and regulations, safety, climate change, the impact on the physical environment, and ecosystem services were considered, adapted to the specific conditions of each beach. This methodology also made it possible to determine the Actual Carrying Capacity (CCR), establishing the maximum number of people who can remain on each beach per day. However, climate change represents a significant challenge. It is estimated that by 2050 the 5 beaches could lose more than 28% of their area, reducing the available space per person. This study highlights the importance of implementing adaptation and mitigation strategies to ensure the sustainability of these destinations.

**Key words:** Beach Carrying Capacity, climate change, sustainability, coastal tourism, environmental management.

## INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible de las zonas costeras, en especial de las playas turísticas, adquiere una relevancia crítica en el contexto actual, debido a la creciente presión que ejerce el turismo sobre estos ecosistemas frágiles. Colombia, con su extensa y diversificada línea costera, enfrenta el reto de conciliar el aprovechamiento turístico con la conservación de su patrimonio natural. En este escenario, la determinación de la capacidad de carga turística emerge como una herramienta técnica esencial para el ordenamiento y uso de las playas (Sabogal y Vásquez 2008; Dias et al. 2012).

La capacidad de carga turística proporciona un valor cuantitativo que permite a planificadores y gestores tomar decisiones, para buscar un equilibrio entre el desarrollo turístico y la conservación ambiental (Fernández-Alles y Moral-Moral 2011; Nidhinarangkoon et al. 2020). Este equilibrio es fundamental para preservar la integridad ambiental de las playas, garantizar la satisfacción de los visitantes y fomentar un desarrollo turístico sostenible a largo plazo (Coccossis et al. 2002; Khodkar 2019). Los antecedentes académicos y técnicos evidencian una evolución conceptual y metodológica en la determinación de la capacidad de carga turística. Diversos estudios han abordado esta temática desde múltiples enfoques, inicialmente con métodos que incluían parámetros físicos y espaciales como la morfología de la playa, la pen-

diente y condiciones atmosféricas hasta llegar a enfoques integrales que incorporan variables como la calidad del agua y del sedimento, la percepción de diferentes grupos de interés como autoridades locales, turistas, comunidades, entre otros y los impactos ambientales del turismo. Estas investigaciones han sentado las bases para el desarrollo de estrategias sostenibles en destinos costeros y han servido como referencia para la formulación de metodologías aplicables a nivel nacional (Cifuentes et al 1999; Roig 2003; Hurtado García 2010; Botero-Saltarén et al 2013; Cruz Aragón 2015; Botero et al 2020; Poot-Quintal y Segrado-Pavón 2020; Skiniti et al 2024).

En este contexto, la Dirección General Marítima (DIMAR), a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), ha liderado la elaboración de una metodología específica para determinar la capacidad de carga de playas turísticas en los litorales colombianos. Esta iniciativa se enmarca en la Ley 2068 de 2020, que confiere a la DIMAR la responsabilidad de ordenar, zonificar, controlar y establecer la capacidad de carga de las playas turísticas, los terrenos de bajamar y las aguas marítimas adyacentes. Asimismo, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3990 establece que DIMAR, en coordinación con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, debe definir los lineamientos para el ordenamiento de estas playas (DNP 2020; Ley 2068 de 2020; DIMAR 2022).

El objetivo de este estudio fue desarrollar y aplicar la metodología propuesta por la DIMAR-CIOH,

para la determinación de la Capacidad de Carga de Playas turísticas, la cual se basa en un análisis integral de las condiciones físicas y ambientales de las playas, la evaluación de la infraestructura existente y las expectativas de los visitantes. Además, incorpora consideraciones sobre los desafíos futuros asociados al cambio climático y al aumento del nivel del mar, factores de especial relevancia para las regiones costeras de Colombia (Zacarias et al. 2011; López-Dóriga et al. 2019). También incluye el enfoque de Límites de Cambio Aceptables (LCA), que permite evaluar, mediante un sistema de puntuación, las condiciones actuales de las playas turísticas (Ley 2068 de 2020, en cinco playas del departamento del Atlántico, Colombia, que han

sido intervenidas por el Gobierno local debido a su importancia turística.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Las playas de Salinas del Rey, Puerto Velero, Miramar, Sabanilla y Puerto Mocho se encuentran ubicadas en la costa Caribe colombiana en el departamento del Atlántico (Figura 1). En el departamento del Atlántico, las playas están constituidas predominantemente por sedimentos terrígenos de

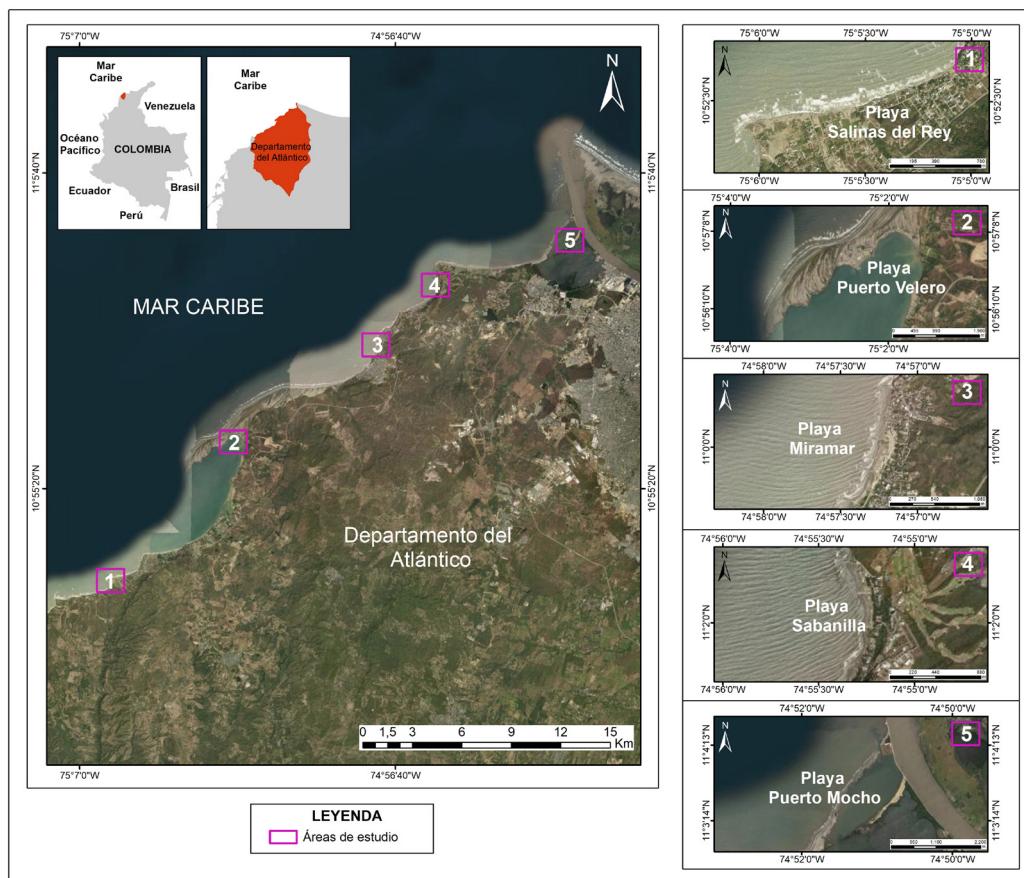


Figura 1. Área de estudio correspondiente a cinco playas ubicadas en el departamento del Atlántico, Caribe colombiano.  
Figure 1. Study area corresponding to five beaches located in the department of Atlántico, Colombian Caribbean.

granulometría gruesa, cuyo origen principal es el Río Magdalena y sus 26 afluentes menores que desembocan en la costa. La disponibilidad de estos sedimentos está condicionada por los regímenes pluviométricos y los patrones estacionales de oleaje. Adicionalmente, una fracción menor de los sedimentos proviene de la erosión de los segmentos costeros rocosos compuestos por areniscas terciarias, las cuales afloran a lo largo de la línea costera del departamento (Gracia et al. 2018; Rangel-Buitrago et al. 2018, 2019).

El clima de la región se clasifica como tropical semiárido, con temperaturas medias que oscilan entre 25.8 °C y 28.9 °C, registrando máximos absolutos de hasta 39 °C y mínimos absolutos de 16 °C. La precipitación anual alcanza valores máximos de 2.500 mm, con un régimen de lluvias bimodal influenciado por la oscilación de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Este régimen se caracteriza por dos períodos secos (diciembre-marzo y julio-septiembre) y dos períodos lluviosos (abril-mayo y octubre-noviembre). Los vientos predominantes presentan velocidades promedio de hasta 13 m s<sup>-1</sup>, siendo más intensos desde el noreste durante la estación seca y más suaves desde el este entre septiembre y noviembre (Anfuso et al. 2015; Torres-Bejarano et al. 2018).

En cuanto a la dinámica oceánica, se destaca una altura media significativa de las olas de 1.5 m y un período pico medio de 7,5 s. El oleaje predominante proviene del noreste entre noviembre y julio, mientras que en los meses restantes las olas pueden originarse desde el noroeste, suroeste o incluso el sureste (Gracia et al. 2018). Las mareas son de tipo mixto semidiurno, con una amplitud máxima de 65 cm, características de un ambiente micromareal (Rangel-Buitrago et al. 2019).

### **Capacidad de Carga de Playas (CCP)**

El desarrollo metodológico para determinar la CCP turísticas consiste en tres etapas (Figura 2). Adicionalmente, para el cálculo de la CCP se utilizó la zonificación de playas disponible en con-

cordancia con lo establecido en la Norma Técnica Sectorial Colombiana de Turismo NTS-TS-001-2 (ICONTEC 2015) (Figura 3).

La Capacidad de Carga Física Total ( $CCF_{total}$ ) se estableció como el máximo número de personas que pueden ser acomodadas en una playa turística, en función de las condiciones físicas de la zona emergida y sumergida (García 2005; Zacarías et al. 2011):

$$CCF_{total} = CCF_{emergida} + CCF_{sumergida} \quad (1)$$

donde  $CCF_{emergida}$  = Capacidad de Carga Física en la zona emergida (número de personas) y  $CCF_{sumergida}$  = Capacidad de Carga Física en la zona sumergida (número de personas). Para la zona emergida y sumergida se adaptó el modelo propuesto por Cifuentes (1992), que permite evaluar la capacidad de carga física en el tiempo en que los turistas visitan la playa. La zona emergida comprende la zona activa y la zona de reposo. La  $CCF_{emergida}$  en este espacio se calcula como:

$$CCF_{emergida} = Ae * \left( \frac{Z}{a} \right) * R_f \quad (2)$$

donde,  $Ae$  = área de la playa emergida para uso público (m<sup>2</sup>), comprende la zona activa y de reposo;  $Z$  = tolerancia para el número de visitantes (número personas);  $a$  = área disponible para cada visitante (m<sup>2</sup>);  $\frac{Z}{a}$  = se considera una relación entre espacio disponible para cada visitante por día de 20 personas 100 m<sup>-2</sup>, es decir, una ocupación alta (Huamantinco Cisneros et al. 2016);  $R_f$  = factor de rotación, de aproximadamente 4 h de visita a las playas (Ariza 2007; Sridhar et al. 2016). La Capacidad de Carga Física en la zona sumergida ( $CCF_{sumergida}$ ) comprende la zona de bañistas, y se calculó como:

$$CCF_{sumergida} = As * \left( \frac{Z}{a} \right) * R_f \quad (3)$$

donde  $As$  = área de la playa sumergida para uso público (m<sup>2</sup>), comprende la zona de bañistas.

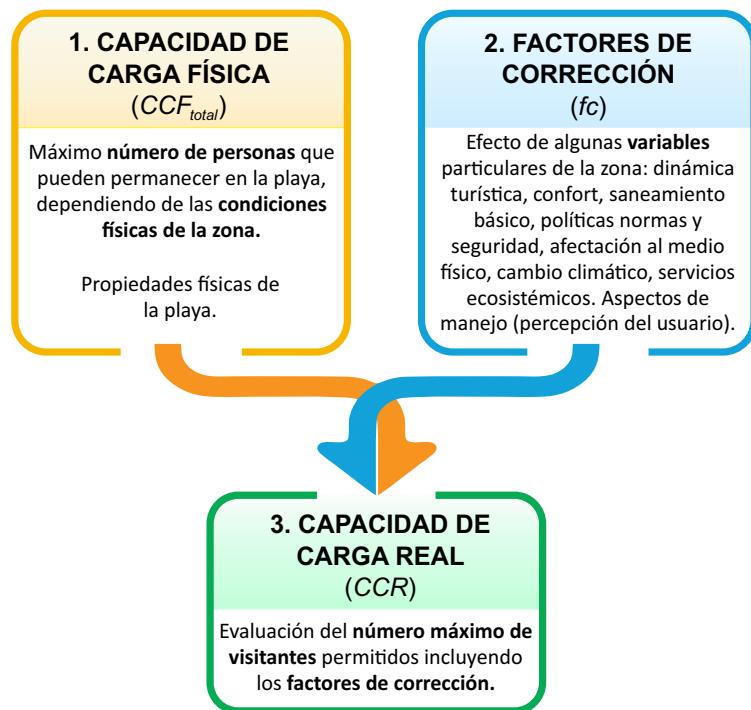


Figura 2. Etapas para la aplicación de la Capacidad de Carga de Playas (CCP) turísticas.  
*Figure 2. Stages for the application of the tourist Beaches Carrying Capacity (CCP).*

## Factores de corrección

Los factores de corrección son variables que inciden en el cálculo de la CCP, reflejando su grado de influencia y/o impacto en función de las características específicas de cada zona (Días et al. 2012). Para la aplicación de la metodología propuesta por la DIMAR, se definieron siete factores de corrección, los cuales abarcaron los siguientes aspectos: dinámica turística, confort, saneamiento básico, políticas, normas y seguridad, cambio climático, afectación al medio físico y servicios ecosistémicos. Para cada uno de ellos, se establecieron indicadores de clase de oportunidad y sus respectivos puntajes, los cuales se asignaron en función de las condiciones particulares de la playa y de la información disponible, siendo los valores más altos los considerados más ideales. El valor de cada factor de corrección oscila entre 0 y 1, y se determinó siguiendo los siguientes criterios.

### Dinámica turística

En este factor se identifican los componentes de acceso y medios de transporte para cada playa. Una playa accesible es aquella en la cual cualquier persona puede acceder independientemente de su movilidad (Fernández-Alles y Moral-Moral 2011), ya que puede limitar la entrada y/o visita de los turistas, ya sea en transporte público o privado. En este último caso, la playa debería contar con sitios de estacionamiento tanto para personas con discapacidad como sin ella (Hernández y Montaño 2018; Fernández-Alles y Moral-Moral 2011). Así mismo, se debe tener presente la señalización del acceso que incluya dirección hacia la playa e información de servicios con los que cuenta (IDA 2024). Los medios de desplazamiento sean terrestres, acuáticos y/o aéreos hacen parte de la actividad turística porque permiten establecer una relación directa con este sector (Viloria y Ninoska 2012). El valor del factor de corrección por dinámica turística se obtiene rea-

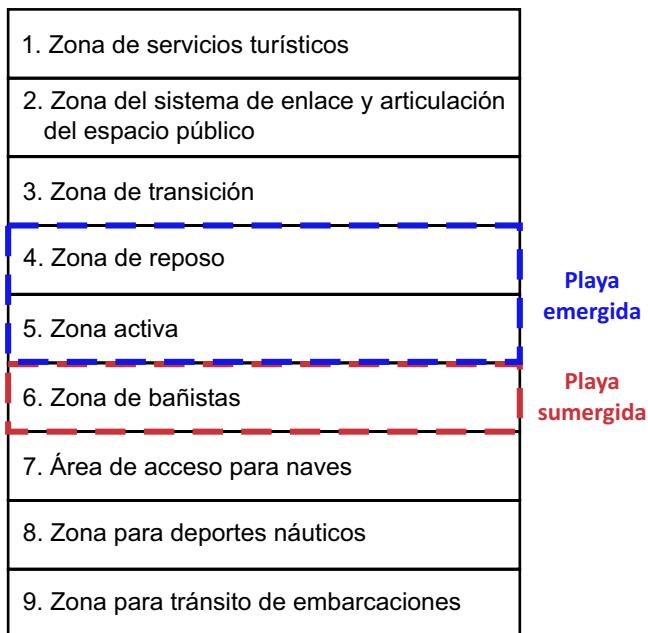


Figura 3. Zonas establecidas en una playa turística NTS-TS-001-2 (modificado de ICONTEC 2015).  
*Figure 3. Zones established on a tourist beach NTS-TS-001-2 (modified from ICONTEC 2015).*

lizando un promedio entre los resultados obtenidos del indicador de acceso y el indicador de medios de transporte (Apéndice, Tabla A1).

#### *Confort*

Este factor evalúa las condiciones atmosféricas y físicas de cada playa. El estudio y análisis de la temperatura, la velocidad del viento, la cobertura de nubes y la precipitación, son esenciales para comprender y gestionar de manera efectiva las condiciones ambientales en las playas turísticas. Estos componentes tienen un impacto directo en la experiencia, duración y satisfacción de los visitantes, así como en la sostenibilidad ecológica de estos entornos naturales (Gómez-Martín y Martínez-Ibarra 2012; Rutty y Scott 2013; Millán López y Fernández 2018; Georgopoulou et al. 2018; Serra Márquez et al. 2021).

Para el análisis de las condiciones atmosféricas, se realizó el promedio mensual de horas en las que se observó la magnitud limitante, clasificada como inaceptable, para cada uno de los subcomponentes

(temperatura del aire, precipitación, nubosidad y velocidad del viento) a lo largo de los distintos meses del año considerando una serie de tiempo de 1970 a 2024 de la base de datos de reanálisis ERA5 (disponible en <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download>). Adicionalmente, se calculó el número de horas al año en que la playa se encuentra disponible para el público, correspondiente al valor de la magnitud total. A continuación, se describe la importancia de los subcomponentes evaluados para condiciones atmosféricas y físicas:

- Temperatura del aire: en general, existe una relación directa entre el confort ambiental asociado al calor y el disfrute del turista; de tal forma que, si no se registra un tiempo con elevada temperatura, no se verán cumplidas sus expectativas (Gómez Martín 1999; Rutty y Scott 2013).
- Precipitación: la lluvia puede afectar significativamente la experiencia turística en las playas, especialmente si son intensas o prolongadas,

- pueden poner en riesgo la permanencia de los visitantes y afectar negativamente el confort y satisfacción de los turistas. Además, puede tener implicaciones en la accesibilidad y la seguridad de las áreas turísticas, así como en la calidad del agua y del ambiente por arrastre de sedimentos, residuos sólidos y contaminantes en general, así como variaciones en salinidad, pH, temperatura del agua, entre otros (Callizo 2011; Dias et al. 2012; Gómez Martín 1999; Gómez-Martín y Martínez-Ibarra 2012; Gómez-Martín et al. 2020).
- Cobertura de nubes: la presencia de nubes puede proporcionar un alivio del calor en días soleados, mientras que una cobertura nubosa excesiva puede resultar en una atmósfera fría y menos agradable para los turistas (Tanana et al. 2021).
  - Velocidad de viento: este es un elemento, que supone para los visitantes un grado de molestia y peligro en caso de eventos extremos (Tanana et al. 2021). En general, el turista solo verá cumplida sus expectativas si durante su estancia en la playa, las velocidades del viento son menores a  $8 \text{ m s}^{-1}$  (Gómez Martín 1999).
  - Ancho de la playa: diversos estudios coinciden que entre mayor sea el ancho de la playa hay una mayor calidad en el paisaje, ya que mejora la experiencia estética y visual del turista, al permitir una mejor distribución de las actividades recreativas, la conservación del ecosistema y la estabilidad de su geomorfología. (Fonseca 2014; Rangel-Buitrago et al. 2016; Cabezas-Rabadán et al. 2019; Botero y Tamayo 2021).
  - Pendiente de la playa emergida y sumergida: un terreno de playa con una pendiente plana o menos pronunciada genera mayor seguridad en la playa, debido a que se reduce la energía de las olas y además contribuye a un mayor grado de satisfacción recreativa, ya que ofrece condiciones cómodas y accesibles, lo que se considera una aptitud recreativa ideal (Ariza 2007; Ariza et al. 2010; García 2017; Vos et al. 2020; Botero y Tamayo 2021). Asimismo, la pendiente de la playa en el área emergida y su conexión con el área sumergida, pueden afectar a los bañistas en

cuanto a la facilidad de entrar y salir del agua (Prazini 2017).

Finalmente, el factor de corrección de la variable confort se obtuvo realizando un promedio entre los resultados obtenidos del indicador de condiciones atmosféricas y las condiciones físicas (Apéndice, Tabla A2).

#### *Saneamiento básico*

De acuerdo con lo establecido por el Departamento Nacional de Planeación (DNP 2021), una playa debe tener elementos de bajo impacto visual y ambiental e infraestructura sanitaria de acuerdo con sus usos y capacidad de carga. Las playas de uso turístico intensivo deben contar como mínimo con la infraestructura sanitaria de baños, duchas de agua dulce y llaves de agua para los pies:

- Disposición final de aguas residuales: el nivel de afectación que generan los residuos sobre la calidad de la playa dependerá del tamaño de la población y de las actividades económicas que se desarrollen en la costa, así como de la disposición final de los residuos y/o del sistema de tratamiento que se implemente (Tischer et al. 2015; INVEMAR 2017).
- Infraestructura de saneamiento: la falta de instalaciones de saneamiento públicas genera una percepción negativa en los turistas y una mayor afectación a los ecosistemas marino-costeros (Benavides-Céspedes 2017; Botero y Tamayo 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor del factor de corrección por saneamiento básico se obtuvo realizando un promedio entre los resultados obtenidos del indicador de disposición final de aguas residuales y el indicador de infraestructura de saneamiento (Apéndice, Tabla A3).

#### *Políticas, normas y seguridad*

En este factor de corrección se establecieron tres componentes relacionados con ordenamiento y zo-

nificación de playas, señalización de la zonificación y seguridad en la playa. Su cálculo se obtiene a partir del promedio de esos componentes (Apéndice, Tabla A4). A continuación, se describen las características de los subcomponentes evaluados:

- Ordenamiento y zonificación de playas: la zonificación de la playa es una herramienta que permite la conservación de todos los ecosistemas presentes en el área, así como el fortalecimiento del turismo ya que organiza el espacio, impulsa la competitividad, mejora la seguridad y calidad del servicio (Cárdenas-Araujo 2021; Gamboa Frómeta et al. 2022).
- Señalización de la zonificación: este componente comprende dos subcomponentes que corresponden a señalización de actividades y áreas peligrosas y balizamiento:
  - » Señalización de actividades y áreas peligrosas: la señalización es un elemento necesario para la experiencia del turista para que logre localizar los sitios de interés de un modo efectivo y evitar posibles riesgos (Fondo Nacional de Turismo [FONTUR] 2020 en DNP 2021). Las banderas y avisos con las condiciones marítimas de playa son una estrategia de seguridad primaria para los bañistas (Sherker et al. 2010; Pranzini 2017). Los usuarios de la playa que tienen niños son significativamente más propensos a elegir nadar en playas que tienen señalización para evitar mayores riesgos (Sherker et al. 2010). Los sistemas de balizamiento en las playas facilitan la navegación segura de embarcaciones pequeñas y seguridad para los bañistas (Nebot 2015; Vendrell 2015). La escasez de balizas en las playas, interfiere en las actividades de los bañistas con otros usos como motos acuáticas y artefactos flotantes (Yepes y Cardona 2001).
  - Seguridad en la playa: este componente comprende dos subcomponentes que corresponden a puestos de salvavidas y presencia policial, los cuales se describen a continuación:
    - » Puestos de salvavidas: cada playa debe tener

un número mínimo de torres salvavidas, proporcional a la cantidad máxima de personas que la playa puede albergar de forma segura, “su distribución dependerá del modelo de zonificación de la playa y de las áreas de mayor peligrosidad por corrientes de retorno, infraestructuras costeras, tránsito de embarcaciones, que son los lugares más susceptibles a la ocurrencia de accidentes y urgencias” (Zielinski y Botero-Saltarén 2012).

- » Presencia policial: se relaciona con la capacidad de carga, ya que tiene como finalidad prevenir delitos, proteger a los bañistas de la delincuencia, mantener el orden y la seguridad pública, de tal manera que la percepción de los visitantes sea positiva (Zielinski y Botero-Saltarén 2012).

#### *Cambio climático*

Este factor de corrección considera el impacto del cambio climático en la playa (relacionado específicamente con el retroceso de la línea de costa) y calcula el porcentaje de la variación del área disponible para uso del público (Apéndice, Tabla A5). Para efectos del cambio futuro de la línea de costa, se aplica la regla de Bruun (1954) que utiliza el principio de conservación de masa bidimensional, en el cual se establece que las condiciones del perfil de la playa deben permanecer en equilibrio; por lo tanto, si existe un aumento del nivel del mar (la DIMAR considera el escenario de cambio climático SSP5-8.5 al año 2050 establecido por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático –IPCC, en inglés), se generaría un incremento en la profundidad del agua y la playa experimentaría un retroceso acomodándose al nuevo nivel del mar (Bruun 1954).

#### *Afectación del medio físico*

En este factor de corrección se establecieron dos componentes relacionados con la calidad del agua y del sedimento marino. Su valor se obtiene del promedio entre ambos (Apéndice, Tabla A6). Las características de los subcomponentes evaluados son:

- Calidad del agua: es un factor crucial para la percepción de los visitantes sobre la salud y la belleza de la playa. Además, una buena calidad del agua es esencial para actividades como nadar y bucear. Se analizaron las concentraciones presentes en la playa de los siguientes subcomponentes:
  - » Coliformes fecales y totales: el Decreto 1594 de 1984 establece los límites admisibles para los criterios de calidad del agua para fines recreativos cuando se produce un contacto primario, como en la natación y el buceo. Los coliformes son indicadores importantes que evidencian la contaminación del agua o suelo por la presencia de aguas negras u otros tipos de desechos de descomposición y organismos patógenos (Ramos-Ortega et al. 2008).
  - » Oxígeno disuelto (OD): un nivel adecuado de OD indica una buena calidad del agua, lo que es esencial para mantener la biodiversidad y la atracción estética de la playa. La monitoreo y gestión adecuada de los niveles de OD es crucial para garantizar una experiencia turística segura y agradable (Botero et al. 2013).
  - » pH: indica el nivel de acidez o basicidad del agua, un pH balanceado es vital para una vida acuática sana ya que un alto o bajo pH puede romper el balance químico del agua y causar condiciones tóxicas para los organismos acuáticos o seres humanos (Decreto 1594 de 1984; Madera et al. 2016).
  - » Cadmio: su presencia ha aumentado por actividades antrópicas como la minería, quema de combustibles fósiles y fabricación de baterías (Campo y Simanca 2019). Este metal está clasificado entre los más peligrosos por causar impactos en los cuerpos de agua, la biota marina y la salud humana (Pérez y Azcona 2012). De acuerdo con Quintero et al. (2010), este parámetro de calidad del agua no debe superar concentraciones de  $0,00012 \text{ mg l}^{-1}$ .
  - Calidad del sedimento marino: la contaminación por metales pesados incluye plomo, cadmio y mercurio, que pueden ingresar al ambiente marino a través de diversas fuentes y afectar negativamente la salud del ecosistema (Botero et al. 2013; Camargo-Tibamoso 2016). Por lo tanto, es esencial conocer los niveles de metales en los sedimentos marinos para garantizar la integridad ecológica de las playas y ofrecer una experiencia turística segura y agradable (Botero et al. 2013; Camargo-Tibamoso 2016). Con respecto a este componente, se analizaron las concentraciones presentes en la playa de los siguientes subcomponentes:
    - » Arsénico (As): actualmente, en Colombia no existe una norma con valores estándar para la contaminación en sedimentos marinos (Quintero et al. 2010), por lo que se consideran las pautas de calidad de ISQG/TEL desarrolladas por el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (CCME), debido a que han demostrado los efectos químicos y biológicos de los metales pesados sobre algunos organismos cuando se superan los umbrales establecidos (CCME 2002). El As en el sedimento marino incrementa la mortalidad de especies (principalmente invertebrados bentónicos) y cambios en sus comportamientos (CCME 1999a).
    - » Cadmio (Cd): de acuerdo con el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (CCME 1999b), se acumula en los sedimentos marinos por asociación con materia orgánica e hidróxidos de hierro y manganeso, o por precipitación de la solución con carbonato o sulfuro, ocasionando efectos eco-toxicológicos en diferentes especies.
    - » Cromo (Cr): ingresa al mar por vía aérea o escorrentía y, posteriormente, su asociación con material particulado genera la deposición en los sedimentos del fondo marino (CCME 1999c).
    - » Plomo (Pb): al igual que los otros metales pesados, contamina los sedimentos marinos una vez que se asocia con partículas y éstas se depositan en el fondo o por la precipitación

- con carbonato o sulfuro (Eisler 1988; Prosi 1989; CCME 1999d; Rodríguez-Cruz 2019).
- » Mercurio (Hg): cuando el sedimento marino se encuentra contaminado por este metal, se convierte en una vía de exposición para los organismos bentónicos produciendo efectos adversos, como, letalidad, fertilización reducida y desarrollo deficiente en sus primeras etapas de vida (CCME 1999e).

#### *Servicios ecosistémicos*

En este factor de corrección se deben identificar los ecosistemas presentes en la playa y, de esta manera, determinar los beneficios que pueden ofrecer a las personas. Los componentes considerados corresponden a servicios ecosistémicos de provisión (suministran alimentos, materia prima como madera, materiales de construcción y agua), de regulación (ayudan con la regulación del clima, del aire, de la erosión, entre otros), culturales (tienen atractivos turísticos o son ideales para realizar ecoturismo) y de soporte (permiten que los procesos ecológicos de los demás ecosistemas continúen de tal manera que exista un equilibrio y sostenimiento en el tiempo) (MINAMBIENTE 2017) (Apéndice, Tabla A7). Para este caso, la relación es inversa, lo que significa que entre menos ecosistemas tenga la zona de influencia de una playa, más favorable es para su uso turístico, debido a que el impacto es menor sobre ellos (DIMAR 2023).

Una vez evaluados los siete factores, se calculó un promedio ponderado que permitió obtener un valor único representativo de las variables correctivas aplicables a las playas estudiadas. La Ecuación 4, integra los valores individuales de cada factor para proporcionar una métrica consolidada:

$$\overline{FC}(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n fc_i}{n} \times 100 \quad (4)$$

donde  $\overline{FC}(\%)$  promedio de los factores de corrección,  $n$  = es el número total de factores de corre-

ción, sumatoria de todos los factores de corrección analizados.

#### *Escala RHO ( $\rho$ )*

El objetivo de  $\rho$  es definir rangos para el promedio de los factores de corrección. Es una escala de tolerancia adaptativa que representa un margen de maniobra de menor o mayor influencia en la CCP (De Ruyck et al. 1997). Debe oscilar entre dos límites, de tal forma que dentro del marco de un manejo sea integrado, flexible y sostenible (Apéndice, Tabla A8).

#### **Capacidad de Carga Real (CCR)**

La CCR es el número máximo de visitantes permitidos para un área, después de la aplicación de ciertos factores correctivos a la Capacidad de Carga Física (Cifuentes et al. 1999). Se obtiene a partir de:

$$CCR = CCF_{total} * \rho \quad (5)$$

donde  $CCR$  = Capacidad de Carga Real (número de personas),  $CCF_{total}$  = Capacidad de Carga Física Total (número de personas) y  $\rho$  = Valores RHO según escala menos tolerante y/o más tolerante.

---

## RESULTADOS

---

La aplicación de la metodología de capacidad de carga permitió establecer el número máximo de personas que pueden permanecer en las playas (Tabla 1).

A partir de lo anterior, las playas de Puerto Mocho (0,9118) y Miramar (0,8824) fueron las que mejores condiciones de dinámica turística presentaron. Las playas de Miramar, Sabanilla y Puerto Mocho fueron las que presentaron mejores condiciones de confort (0,7975) y saneamiento básico (0,8687; 1,000; 0,8667 respectivamente). De igual manera, son las que más se afectarían por la

Tabla 1. Resultados de los diferentes componentes para la determinación de la Capacidad de Carga Real (CCR) en las 5 playas del departamento del Atlántico. CCF: Capacidad de Carga Física. Dinám. tur.: dinámica turística. San. bas.: saneamiento básico. PNS: políticas, normas y seguridad. CC: cambio climático. Afect. med. fis.: afectación del medio físico. SE: servicios ecosistémicos. Prom. f. corr.: promedio factor de corrección. Esc. < toler.: escala menos tolerante. Esc. > toler.: escala más tolerante.

*Table 1. Results of the different components for the determination of the Real Carrying Capacity (RCC) at 5 beaches of the Atlantic department. CCF: Physical Carrying Capacity. Dinám. tur.: tourism dynamics. San. bas.: basic sanitation. PNS: policies, rules and security. CC: climate change. Afect. med. fis.: impact on the physical environment. SE: ecosystem services. Prom. f. corr.: average correction factor. Esc. < toler.: less tolerant scale. Esc. > toler.: more tolerant scale.*

Playa	Área playa (m <sup>2</sup> )	CCF total (Nº pers.)	Cálculo del factor de corrección					Valor ρ	CCR (Nº pers.)					
			Dinám. tur.	Confort bas.	PNS	CC med. fis.	Afect. med. fis.	SE						
Salinas del Rey	35.419,550	9.250	0,3804	0,7113	0,2000	0,4667	0,6000	0,9200	1,0000	0,610	0,68	0,85	6.290	7.863
Puerto Velero	140.196,808	46.721	0,6314	0,7113	0,4667	0,7333	0,6000	0,8400	0,6000	0,655	0,68	0,85	31.770	39.713
Miramar	94.673,280	31.694	0,8824	0,7975	0,8667	0,7333	0,2000	0,7867	1,0000	0,752	0,84	0,9	26.623	28.525
Sabanilla	123.957,030	44.837	0,7784	0,7975	1,0000	0,7333	0,2000	0,5200	0,6000	0,661	0,68	0,85	30.489	38.111
Puerto Mochó	159.287,000	40.261	0,9118	0,7975	0,8667	0,7333	0,2000	0,9200	1,0000	0,776	0,84	0,90	33.819	36.235

acción del cambio climático al año 2050 (0,200). Adicionalmente, las playas de Puerto Velero, Sabanilla, Miramar y Puerto Mocho fueron las que mejores condiciones de políticas, normas y seguridad (0,7333) presentaron con respecto a la playa de Salinas del Rey (0,4667). Por otra parte, las playas de Salinas del Rey, Puerto Mocho y Puerto Velero tienen las condiciones del medio físico más adecuadas para el turismo (0,9200; 0,9200; 0,8400 respectivamente). Finalmente, las playas de Salinas del Rey, Miramar y Puerto Mocho son las que ofrecen menos servicios ecosistémicos por lo que son consideradas más aptas para el turismo (1,000).

## DISCUSIÓN

La determinación de la CCP permite estimar el número máximo de personas que pueden permanecer en estas áreas sin comprometer la calidad ambiental ni la infraestructura disponible. La metodología definida por la DIMAR presenta una sinergia con diferentes modelos nacionales e internacionales, al integrar herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), análisis multicriterio, recolección de datos de campo e imágenes satelitales. Este enfoque establece inicialmente las condiciones físicas que definen un valor base de capacidad de carga de cada playa y posteriormente evalúa factores que pueden ajustar este cálculo, a partir de las condiciones y dinámicas propias de cada sitio (Hurtado García 2010; Botero-Saltarén et al 2013; Cruz Aragón 2015; Poot-Quintal y Segundo-Pavón 2020; Skiniti et al 2024).

En Colombia, existen 227 playas distribuidas en los 2.600 km de línea de costa en el Caribe, representado en 2.351 km de línea de costa en el litoral y 249 km en territorios insulares (de acuerdo con datos de la Dirección General Marítima, a partir de ortofotografías digitales del período 2005 a 2010), donde los principales destinos turísticos en el Caribe son San Andrés, La Guajira, el Parque Tayrona y Cartagena. Diferentes estudios en

playas como El Rodadero, Bahía Taganga, Bahía Concha, Riohacha y Cabo de la Vela han demostrado que la estimación de la capacidad de carga, es una herramienta que facilita el manejo turístico y permite reducir conflictos entre conservación y desarrollo al adoptar enfoques flexibles, teniendo en cuenta elementos como servicios ecosistémicos y percepción social, para garantizar su sostenibilidad (Hurtado García 2010; Botero-Saltarén et al 2013; Cruz Aragón 2015).

En los últimos años, las playas del departamento del Atlántico han empezado a tomar importancia debido a que han sido intervenidas para satisfacer las necesidades de las personas, facilitar su acceso y mejorar las condiciones del entorno (Gallardo 2013; Huerta y Jiménez 2016; DIMAR 2023; El Tiempo 2024a), en la actualidad, se registran 21 playas en zonas urbanas y rurales de las cuales 14 se encuentran zonificadas de acuerdo con la Norma Técnica Sectorial NTS-TS-001-2 y el Decreto N° 1.766 del 16 de agosto de 2013 (DIMAR 2024).

Las playas de Salinas del Rey, Puerto Velero, Miramar, Sabanilla y Puerto Mocho, son de gran interés para el turismo de sol y playa, así como, para practicar deportes náuticos como Surf, Paddle, Sup Surf, Windsurf, Kitesurf, Kayak, entre otros debido a que tienen condiciones climáticas favorables durante todo el año, por lo que son atractivas para visitantes nacionales e internacionales. Sin embargo, por la creciente demanda turística, se requiere de una organización, infraestructura e implementación de un plan de ordenamiento para garantizar el aprovechamiento sostenible de las mismas (Gobernación del Atlántico 2020; El Tiempo 2024b).

La DIMAR a través del CIOH, ha implementado la metodología de CCP teniendo en cuenta las características físicas y factores de corrección relacionados con dinámica turística, confort, saneamiento básico, políticas, normas y seguridad, cambio climático, afectación del medio físico y servicios ecosistémicos los cuales son ajustados a las condiciones de cada playa (DIMAR 2023).

Para determinar la CCFT, que establece el máxi-

mo número de personas que pueden permanecer en la playa, en función de las condiciones físicas de la zona (García 2005; Zacarías et al. 2011), uno de los parámetros empleados fue el área disponible, estableciendo que Puerto Velero y Sabanilla son las que cuentan con mayor espacio para los turistas. Sin embargo, al aplicar los factores de corrección considerados por la DIMAR, la CCFT varía, reduciendo el número de personas en cada playa.

Teniendo en cuenta lo analizado en los factores de corrección, el promedio calculado para cada playa estableció que Puerto Mocho y Miramar son las que mejor cumplen con las diferentes variables evaluadas ya que presentan la mayor cantidad de condiciones deseadas, y por lo tanto su Capacidad de Carga Real se ve menos afectada y no varía tanto con respecto la CCFT. Estas playas reflejan las propuestas del Gobierno Departamental, que buscan impulsar el turismo en el Atlántico, a través de programas de competitividad, ordenamiento y recuperación en estos destinos turísticos por medio de obras como senderos, infraestructuras, protección costera, centros de deportes náuticos, entre otros (Gobernación del Atlántico 2020; DIMAR 2025).

Finalmente, los resultados de este estudio indican que las playas del departamento del Atlántico tienen potencial para ser turísticas y con viabilidad para ser reconocidas como playas certificadas, por contar con instalaciones, accesos servicios y demás características. Sin embargo es necesario aunar esfuerzos interinstitucionales con el fin de establecer mecanismos de monitoreo como cámaras que utilizan inteligencia artificial, que permitan identificar la distribución espacial y la cantidad de personas presentes en la playa, de tal manera que se pueda implementar el valor calculado de Capacidad de Carga (Eisler 1988), así como, actualizar periódicamente la información correspondiente a Modelos Digitales de Terreno (empleados para definir áreas y pendientes), zonificación de playas, entre otros debido a que es una zona que cambia constantemente por la influencia del Mar Caribe y el Río Magdalena.

## CONCLUSIONES

El valor de la Capacidad de Carga de una playa se mantiene siempre y cuando las características de dinámica turística, confort, saneamiento, políticas, normas, seguridad, cambio climático, afectación al medio físico y servicios ecosistémicos se encuentren en condiciones ideales. Sin embargo, puede oscilar entre dos límites tolerables para que su gestión y aplicación sea integrada, flexible y sostenible.

La metodología establecida en esta investigación para la cuantificación de la Capacidad de Carga de una playa turística es una herramienta útil tanto para la Autoridad Marítima Colombiana para el control y administración de los litorales, como para las otras entidades del orden local, nacional e internacional que están relacionadas con el ordenamiento y gestión de las playas.

Las cinco playas del departamento del Atlántico han sido intervenidas por el Gobierno local a través del mantenimiento y mejora de las instalaciones e infraestructuras, la realización de campañas de sensibilidad ambiental y la organización de los prestadores de servicios, con el propósito de minimizar el impacto del turismo y garantizar el desarrollo de esta actividad a largo plazo.

La implementación efectiva de esta metodología requiere una colaboración estrecha entre las autoridades gubernamentales, los gestores de playas, la comunidad científica y los actores del sector turístico. Solo a través de un enfoque colaborativo se podrá lograr un manejo sostenible de las playas turísticas. Este esfuerzo no solo contribuirá al bienestar económico y social de las comunidades costeras, sino que también posicionará al Departamento del Atlántico de Colombia como un referente global en turismo sostenible.

El diseño e implementación de soluciones basadas en videometría, algoritmos de detección automática y aplicaciones móviles, son instrumentos que podrían identificar la distribución espacial y la cantidad de personas presentes en las playas, de

tal manera que se pueda monitorear y controlar el valor calculado de capacidad de carga, para garantizar que el número de visitantes no sea excedido. Estas iniciativas pueden ser coordinadas a través de mecanismos de cooperación interinstitucional y aportes de privados.

## Contribución de autores

Lady Tatiana Pusquin Ospina: investigación; conceptualización; análisis formal; metodología; papeles/redacción-borrador original; redacción: revisión y edición; visualización. María Paula Molina Jiménez: conceptualización; análisis formal; metodología; papeles/redacción-borrador original; redacción: revisión y edición; visualización. Fernando Afanador Franco: conceptualización; análisis formal; supervisión; validación; adquisición de fondos. María Luisa Durán Márquez: metodología; papeles/redacción-borrador original. Iván F. Castro Mercado: supervisión; validación.

## REFERENCIAS

- ANFUSO G, RANGEL-BUITRAGO N, ARANGO C. 2015. Evolution of sandspits along the Caribbean coast of Colombia: natural and human influences. En: RANDAZZO G, JACKSON D, editores. Sand and gravel spits. Coastal Research Library. p. 1-19. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13716-2>
- ARIZA E. 2007. A system of integral quality indicators as a tool for beach management [tesis doctoral]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- ARIZA E, JIMÉNEZ JA, SARDÁ R, VILLARES M, PINTO J, FRAGUELL R, FLUVIÀ M. 2010. Proposal for an integral quality index for urban and urbanized beaches. *Environ Manage*. 45: 998-1013.
- BENAVIDES-CÉSPEDES JA. 2017. Determinación del índice de calidad de playas- BQI (Beach Quality Index) en tres playas del Atlántico (Caño Dulce, Puerto Velero y Salgar) [tesis de grado]. Barranquilla: Corporación Universidad de la Costa.
- BOTERO CM, PEREIRA C, CERVANTES O. 2013. Estudios de calidad ambiental de playas en Latinoamérica: revisión de los principales parámetros y metodologías utilizadas. *Invest Ambient*. 5 (2): 5-15.
- BOTERO CM, TAMAYO D. 2021. Calidad ambiental recreativa en playas turísticas. Santa Marta: Corporación Grupo de Investigación en Sistemas Costeros/Playas. 81 p.
- BOTERO-SALTARÉN C, HURTADO-GARCÍA Y, GONZÁLEZ-PORTO J, OJEDA-MANJARRÉS M, DÍAZ-ROCCA LH. 2008. Metodología de cálculo de la capacidad de carga turística como herramienta para la gestión ambiental y su aplicación en cinco playas del Caribe Norte Colombiano. *Gest Amb*. 11 (3): 109-122. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169420255010.pdf>.
- BRUUN P. 1954. Coastal erosion and the development of beach profiles. Vicksburg: US Army Engineer Waterways Experiment Station. Beach Erosion Board Technical Memo. 44.
- CABEZAS-RABADÁN C, PARDO-PASCUAL JE, ALMONACID-CABALLER J, RODILLA M. 2019. Detecting problematic beach widths for the recreational function along the Gulf of Valencia (Spain) from Landsat 8 subpixel shorelines. *Appl Geogr*. 110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102047>
- CALLIZO J. 2011. Aproximación a la geografía del turismo. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- CAMARGO-TIBAMOSO NR. 2016. Índices de contaminación de metales pesados y su relación con variables fisicoquímicas en el Caribe colombiano [tesis de grado]. Santa Marta: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- CAMPO NP, SIMANCA KJ. 2019. Evaluación de las concentraciones de cadmio, plomo, zinc y cromo en especies ícticas del departamento de La Guajira-Colombia y riesgo de exposición en humanos [tesis]. Universidad de la Costa, Colombia. 98 p.
- [CCME] CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE

- ENVIRONMENT. 1999a. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: arsenic. En: Canadian environmental quality guidelines, 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- [CCME] CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 1999b. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: cadmium. En: Canadian environmental quality guidelines, 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- [CCME] CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 1999c. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: chromium. En: Canadian environmental quality guidelines, 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- [CCME] CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 1999d. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: lead. En: Canadian environmental quality guidelines, 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- [CCME] CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 1999e. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: mercury. En: Canadian environmental quality guidelines, 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- [CCME] CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 2002. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. Updated. En: Canadian environmental quality guidelines, 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- CÁRDENAS-ARAUJO NS. 2021. Las Palmas beach zoning process of Esmeraldas Cantón, Esmeraldas Province, Ecuador, corresponding to the period 2017-2019. Rev Costas. 2: 127-136. DOI: <https://doi.org/10.26359/costas.e0621>
- CIFUENTES MA. 1992. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. Informe N° 333.95 C569d. Turrialba: Biblioteca Orton, IICA/CATIE.
- CIFUENTES MA, MESQUITA CA, MÉNDEZ J, MORALES ME, AGUILAR N. 1999. Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF Informe N° 338.4791 C236c. Turrialba: WWF.
- COCOSSIS H, MEXA A, COLLOVINI A, PARPAIRIS A. 2002. Defining, measuring and evaluating carrying capacity in European tourism destinations. Informe B4-2002-07. Bruselas: European Commission.
- CRUZ ARAGÓN M. 2015. La capacidad de carga turística como herramienta de gestión de sitios patrimoniales. Segundo Encuentro Nacional de Gestión Cultural; 15-17 de octubre de 2015; Jalisco, México. p. 1-13. <https://www.researchgate.net/publication/303750714>.
- DECRETO 1594. 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Diario Oficial N° 34502 de 1984.
- DECRETO 1766. 2013. Por el cual se reglamenta el funcionamiento de los Comités Locales para la Organización de las Playas de que trata el artículo 12 de la Ley 1558 de 2012. Bogotá: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- [DNP] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. 2020. Documento CONPES 3990: política para la gestión integral del turismo de naturaleza en Colombia. Bogotá: DNP.
- [DNP] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. 2021. Ordenamiento de playas turísticas en el litoral. Bogotá: DNP.
- DE RUYCK MC, SOARES AG, MCLACHLAN A. 1997. Social carrying capacity as management tool for sandy beaches. J Coastal Res. 13 (3): 591-710.
- DIAS CI, KÖRÖSSY N, SANTIAGO FSV. 2012. Determinación de la capacidad de carga turística: el caso de Playa de Tamandaré-Pernambuco, Brasil. Estud Perspect Tur. 21: 1630-1645.
- [DIMAR] DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA. 2022.

- Plan estratégico de desarrollo PED-2042. Santa Marta: Editorial DIMAR.
- [DIMAR] DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA. 2023. En Colombia se encuentran actualmente 214 playas zonificadas. [consultado 12 mayo 2025]. <https://www.dimar.mil.co/en-colombia-se-encuentran-actualmente-214-playas-zonificadas>.
- [DIMAR] DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA. 2024. Visor de playas con vocación turística. [consultado 8 abril 2025]. <https://ide.dimar.mil.co/litorales/playas-turisticas/>.
- [DIMAR] DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA. 2025. Gobernación del Atlántico entrega reconocimiento a la Autoridad Marítima Colombiana en Barranquilla por el aporte al fortalecimiento del turismo regional. <https://www.dimar.mil.co/gobernacion-del-atlantico-entrega-reconocimiento-la-autoridad-maritima-colombiana-en-barranquilla>.
- EISLER R. 1988. Lead hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biol Rep. 85 (1-14). Laurel: US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- EL TIEMPO. 2024a. La experiencia de las playas del Atlántico será de las mejores en el país. [consultado el 7 mayo 2025]. <https://www.eltiempo.com/mas-contenido/las-playas-del-atlantico-se-convierten-en-perfectas-para-el-entretenimiento-834973>.
- EL TIEMPO. 2024b. Salinas del Rey: ¿cómo es la playa del Atlántico que atrae a cientos de navegantes de todo el planeta? [consultado 7 mayo 2025]. <https://www.eltiempo.com/colombia/barranquilla/salinas-del-rey-se-consolida-como-destino-lider-del-kitesurf-mundial-y-motor-economico-del-atlantico-3407953>.
- FERNÁNDEZ-ALLES M, MORAL-MORAL M. 2011. La accesibilidad en las playas como factor estratégico de calidad de la oferta turística. XXV Congreso Anual de AEDEM; 8, 9 y 10 de junio de 2011; Valencia, España. <https://www.researchgate.net/publication/243056577>.
- FONSECA S. 2014. Calibración del parámetro paisaje para las playas del Caribe Norte colombiano como parte del indicador de calidad ambiental recreativa del modelo ICAPTU [tesis de grado]. Santa Marta: Universidad del Magdalena.
- GALLARDO G. 2013. Evaluación del potencial turístico de las playas del departamento del Atlántico-Colombia, desde la perspectiva ambiental. Dimens Empres. 11 (2): 62-69.
- GARCÉS O, ESPINOSA L, editores. 2017. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia- RE-DCAM: INVEMAR, MADS y CAR costeras. Informe técnico 2016. Serie de Publicaciones Periódicas Nº 4. Santa Marta: INVEMAR. 260 p.
- GAMBOA FRÓMETA Y, MESA VJ, VELÁZQUEZ LYR, ALARCÓN BRY. 2022. Estudio de la producción científica sobre zonificación de playas: un análisis. Orange J. 4 (8): 55-64. DOI: <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2022.8.05>
- GARCÍA GA. 2005. Capacidad de carga de las playas en el litoral catalán [tesis de grado]. Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona - Enginyeria de Camins, Canals i Ports. <https://upcommons.upc.edu/entities/publication/bd02a5ba-c902-4d70-be78-ba6cef3f7234>.
- GARCÍA MG. 2017. Evaluación integral y estrategia de manejo de las playas recreativas de Guaymas y Empalme, Sonora, México [tesis doctoral]. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. <https://cibnor.repositorio institucional.mx/jspui/handle/1001/427>.
- GEORGOPOLOU E, MIRASGEDIS S, SARAFIDIS Y, HONTOU V, GAKIS N, LALAS D. 2018. Climatic preferences for beach tourism: an empirical study on Greek islands. Theor Appl Climatol. 137: 667-691.
- GRACIA CA, RANGEL-BUITRAGO N, FLÓREZ P. 2018. Beach litter and woody-debris colonizers on the Atlántico department Caribbean coastline, Colombia. Mar Pollut Bull. 128: 185-196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.017>
- GOBERNACIÓN DEL ATLÁNTICO. 2020. Plan de desarrollo 2020-2023: Atlántico para la gente. Barranquilla: Gobernación del Atlántico.

- GÓMEZ MARTÍN B. 1999. La relación clima-turismo: consideraciones básicas en los fundamentos teóricos y prácticos. *Investig Geogr.* 21: 21-34. DOI: <https://doi.org/10.14198/ingeo1999.21.04>
- GÓMEZ-MARTÍN MB, MARTÍNEZ-IBARRA E. 2012. Tourism demand and atmospheric parameters: non-intrusive observation techniques. *Clim Res.* 51: 135-145.
- GÓMEZ-MARTÍN MB, MATOS-PUPO F, BADA-DÍAZ R, ESCALANTE-PÉREZ D. 2020. Assessing present and future climate conditions for beach tourism in Jardines del Rey (Cuba). *Atmosphere.* 11 (12): 1295.
- HERNÁNDEZ L, MONTAÑO M. 2018. Determinación de la capacidad de carga turística en la playa de Palomino, municipio de Dibulla, Guajira [tesis de grado]. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- HUAMANTINCO CISNEROS MA, REVOLLO NV, DELRIEUX CA, PICCOLO MC, PERILLO GME. 2016. Beach carrying capacity assessment through image processing tools for coastal management. *Ocean Coast Manage.* 130: 138-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.010>
- HUERTAS NC, JIMÉNEZ T. 2016. La sostenibilidad en las playas turísticas de Colombia. En: BIBLIOTECA BANCO DE LA REPÚBLICA, editor. Nuevos retos del turismo: casos de estudio sobre los vínculos entre la gobernanza, el desarrollo y la sostenibilidad. Tomo I. Bogotá: Banco de la República. p. 143-162. <https://s0274b3d5d9ba961c.jimcontent.com/download/version/1416501105/module/8890508269/name/La%20sostenibilidad%20en%20las%20playas%20tur%C3%ADsticas%20de%20Colombia%20.pdf>
- HURTADO GARCÍA YP. 2010. Determinación de un modelo de medición de capacidad de carga en playas turísticas de uso intensivo, como herramienta para el manejo integrado costero. APLICACIÓN EN LA PLAYA EL RODADERO (SANTA MARTA, COLOMBIA) [tesis de maestría]. Santa Marta, Universidad del Magdalena. <https://www.cifplayas.org/sitepad-data/uploads/2024/08/Hurtado2010determinacion-modelo-de-capacidad-de-carga-turistica-en-playas.pdf>
- [ICONTEC] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, [MINCIT] MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO Y UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA. 2015. Norma técnica sectorial colombiana NTS-TS 001-2. Bogotá. <https://www.mincit.gov.co/minturismo/calidad-y-desarrollo-sostenible/calidad-turistica/normas-tecnicas-sectoriales>.
- [IDA] INSTITUTO DE ACCESIBILIDAD. 2024. Diseño universal y accesibilidad en playas: guía de lo imprescindible. [consultado 7 septiembre 2024]. <https://institutodeaccesibilidad.com/diseño-universal-playas/>.
- [INVEMAR] INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS. 2017. Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. Santa Marta: INVEMAR.
- KHODKAR G. 2019. Beach carrying capacity assessment: case study for sustainable use of Kusadasi beaches [tesis de maestría]. Ankara: Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- LEY 2068 DE 2020. Por la cual se modifica la Ley General de Turismo y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial Nº 51522 de 2020.
- LÓPEZ-DÓRIGA U, JIMÉNEZ JA, VALDEMORO HI, NICHOLLS RJ. 2019. Impact of sea-level rise on the tourist-carrying capacity of Catalan beaches. *Ocean Coast Manage.* 170: 40-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.12.028>
- MADERA LC, ANGULO LC, DÍAZ LC, ROJANO R. 2016. Evaluación de la calidad del agua en algunos puntos afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de contaminación. *Inf Tecnol.* 27 (4): 103-110. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000400011>
- MILLÁN LÓPEZ A, FERNÁNDEZ GF. 2018. Propuesta de un índice climático-turístico adaptado al turismo de interior en la Península Ibérica: aplicación a la ciudad de Madrid. *Investig Geogr.* 70: 31-46. DOI: <https://doi.org/10.14198/ingeo>

- 2018.70.02
- MINAMBIENTE 2017. Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/biodiversidad\\_y\\_servicios\\_ecosistemicos\\_en\\_la\\_planificacion\\_y\\_gestion\\_ambiental\\_urbanda.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/biodiversidad_y_servicios_ecosistemicos_en_la_planificacion_y_gestion_ambiental_urbanda.pdf).
- NEBOT P. 2015. Ordenación de la playa del Cabanyal y de la Mavarrosa (TM Valencia, Valencia): proyecto de arrecife artificial, plataforma flotante y canal de botadura y varada [tesis de grado]. Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- NIDHINARANGKOON P, RITPHRING S, UDO K. 2020. Impact of sea level rise on tourism carrying capacity in Thailand. *J Mar Sci Eng.* 8 (2): 104. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse8020104>
- PÉREZ PE, AZCONA MI. 2012. Los efectos del cadmio en la salud. *Rev Esp Med Quir.* 17 (3): 199-205.
- POOT-QUINTAL MDD, SEGRADO-PAVÓN RG. 2020. Tourism carrying capacity for beaches in Tulum National Park, Mexico. Sustainable Tourism IX: 187-198. DOI: <https://doi.org/10.2495/ST200161>
- PRANZINI E. 2017. La playa: instrucciones para el uso seguro. Barranquilla: Corporación Universidad de la Costa (EDUCOSTA). 64 p. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/4157>.
- PROSI F. 1989. Factors controlling biological availability and toxic effects of lead in aquatic organisms. *Sci Total Environ.* 79: 157-169.
- QUINTERO LA, AGUDELO EA, QUINTANA YA, CARDONA SA, OSORIO AF. 2010. Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos marinos y costeros en puertos colombianos. *Gest Amb.* 13 (3): 51-64.
- RAMOS-ORTEGA L, VIDAL L, VILARDY S, SAAVEDRA-DÍAZ L. 2008. Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe colombiano. *Acta Biol Colomb.* 13 (3): 85-96.
- RANGEL-BUITRAGO N, GRACIA A, ANFUSO G, ERGIN A, WILLIAMS A. 2016. Evaluación de las características paisajísticas mediante la lógica matemática en la zona central de la costa Caribe colombiana. *Études Caribéennes.* (33-34). DOI: <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.9326>
- RANGEL-BUITRAGO N, MENDOZA AV, GRACIA CA, MANTILLA-BARBOSA E, ARANA VA, TRILLERAS J, ARROYO-OLARTE H. 2019. Litter impacts on cleanliness and environmental status of Atlántico department beaches, Colombian Caribbean coast. *Ocean Coast Manage.* 179: 104835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104835>
- RANGEL-BUITRAGO N, WILLIAMS A, ANFUSO G. 2018. Killing the goose with the golden eggs: litter effects on scenic quality of the Caribbean coast of Colombia. *Mar Pollut Bull.* 127: 22-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.023>
- RODRÍGUEZ-CRUZ GO. 2019. Disponibilidad y calidad del agua en el embalse Los Laureles de Tegucigalpa, Honduras y su relación por efecto de la variabilidad climática [tesis de maestría]. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- ROIG I MUNAR FX. 2003. Análisis de la relación entre capacidad de carga física y capacidad de carga perceptual en playas naturales de la isla de Menorca. *Investig Geogr.* 31: 107-118.
- RUTTY M, SCOTT D. 2013. Differential climate preferences of international beach tourists. *Clim Res.* 57 (3): 259-269.
- RUTTY M, SCOTT D. 2016. Comparison of climate preferences for domestic and international beach holidays: a case study of Canadian travelers. *Atmosphere.* 7 (2): 30. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos7020030>
- SABOGAL GA, VASQUEZ KY. 2008. Determinación de la capacidad de carga turística de la bahía del Rodadero-Santa Marta, Colombia [tesis de grado]. Santa Marta: Universidad del Magdalena, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

- 102 p.
- SHERKER S, WILLIAMSON A, HATFIELD J, BRANDER R, HAYEN A. 2010. Beachgoers' beliefs and behaviours in relation to beach flags and rip currents. *Accid Anal Prev.* 42: 1785-1804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.020>
- SIERRA MÁRQUEZ AK, RAMOS PÉREZ LE, ZUBIRÍA LARA MF. 2021. Impacto socioeconómico y cultural del turismo de sol y playa en el golfo de Morrosquillo 2016-2020. *Tendencias.* 22 (2): 239-258. DOI: <https://doi.org/10.22267/rtend.212202.175>
- SKINITI G, LILLI M, SKARAKIS N, TOURNAKI S, NIKOLAIDIS N, TSOUTSOS T. 2024. A holistic approach for tourism carrying capacity estimation in sensitive ecological areas. *Environ Develop Sustain.* 26: 31971-31995. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04805-0>
- SRIDHAR E, YUVARAJ V, SACHITHANANDAM T, MAGESWARAN R, PURVAJA R, RAMESH R. 2016. Tourism carrying capacity for beaches of South Andaman Island, India. En: LESZEK B, editor. *Tourism-From empirical research towards practical application.* Londres: IntechOpen. p. 61-81. DOI: <https://doi.org/10.5772/62724>
- TANANA AB, RAMOS MB, GIL V, CAMPO AM. 2021. Confort climático y turismo. Estudio aplicado a diferentes niveles de resolución temporal en Puerto Iguazú, Argentina. *Estud Geogr.* 82 (290): e064. DOI: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.202076.076>
- TISCHER V, ESPINOZA HDCF, MARENZI RC. 2015. Indicadores socioambientales aplicados en la gestión de ambientes costeros: caso de estudio Santa Catarina, Brasil. *Investig Geogr Bol Inst Geogr.* 86: 53-66.
- TORRES-BEJARANO F, GONZÁLEZ-MÁRQUEZ LC, DÍAZ-SOLANO B, TORREGROZA-ESPINOSA AC, CANTERO-RODELO R. 2018. Effects of beach tourists on bathing water and sand quality at Puerto Velero, Colombia. *Environ Dev Sustain.* 20 (1): 255-269. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9880-x>
- VENDRELL M. 2015. Estudio, diagnóstico y propuesta de soluciones en la playa de Les Palmes T.M. Sueca-Valencia [tesis de grado]. Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- VILORIA C, NINOSKA N. 2012. Desarrollo turístico y su relación con el transporte. *Gestión Turística.* 17: 23-36. <http://www.redalyc.org/articulo oa?id=223324204002>.
- VOS K, HARLEY MD, SPLINTER KD, WALKER A, TURNER IL. 2020. Beach slopes from satellite-derived shorelines. *Geophys Res Lett.* 47. DOI: <https://doi.org/10.1029/2020GL088365>
- YEPES V, CARDONA A. 2001. La zonificación de la zona marítima de baño y su balizamiento. *Equipam Serv Munic.* 93: 28-36.
- ZACARIAS DA, WILLIAMS AT, NEWTON A. 2011. Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal. *Appl Geogr.* 31: 1075-1081. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.01.020>
- ZIELINSKI S, BOTERO-SALTARÉN CM. 2012. Guía básica para certificación de playas turísticas. Santa Marta: Editorial Gente Nueva.

## APÉNDICE

Tabla A1. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por dinámica turística.  
*Table A1. Characteristics considered for the calculation of the correction factor for tourism dynamics.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Acceso	Estado del acceso	Muelle (madera/concreto)	5	$IC_a = \frac{\sum PTA}{\sum PIA} = \frac{17}{17}$	$f_{turística} = \frac{IC_a + IC_t}{2}$
		Vía asfaltada	5		$IC_a$ : indicador de corrección del componente de acceso.
		Vía no asfaltada	3		$PTA$ : Puntaje Total del Acceso de la playa, es decir, la suma entre el puntaje del estado del acceso y el puntaje de la señalización del acceso.
		Camino peatonal	2		$PIA$ : Puntaje Ideal del Acceso de la playa. Se considera una playa ideal con muelle (5), vía asfaltada (5), camino peatonal (2) y señalización en menos de 200 m (5).
Señalización del acceso	Señalización < 200 m		5		
	Señalización > 200 m		3		
	No señalización		1		
Medios de transporte	Transporte marítimo (bote)	Existente	5	$IC_t = \frac{\sum PTT}{\sum PIT} = \frac{15}{15}$	
	Transporte terrestre público/particular	No existente	1		$IC_t$ : indicador de corrección del componente de medios de transporte.
	Presencia sitios para parqueo	Existente	5		$PTT$ : Puntaje Total del Transporte de la playa, es decir, la suma entre el puntaje del transporte marítimo, terrestre y la presencia de sitios de parqueo.
		No existente	1		$PIT$ : Puntaje Ideal del Transporte de la playa. En la playa ideal hay existencia de transporte marítimo (5), terrestre (5) y sitios de parqueo (5). En el caso en que la playa sea en una isla, este componente no aplica.

Tabla A2. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por confort.  
*Table A2. Characteristics considered for the calculation of the comfort correction factor.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Condiciones atmosféricas	Temperatura del aire (Ta)	27 °C ≤ Ta ≤ 32.8 °C Ta < 27°C y Ta > 32.8 °C	N/A*	$IC_x = 1 - \left( \frac{Ml}{Mt} \right)$	$f_{confort} = \frac{IC_{ca} + IC_{cf}}{2}$
	Precipitación (P)	P = 0 mm P > 0 mm	N/A* **	$IC_x$ : indicador de corrección para cada subcomponente, en este caso son Ta, P, Cn y Vv. Ml: Magnitud límitante del subcomponente, es decir, duración de la condición inaceptable de la variable.	
	Nubosidad (Cn)	Cn ≤ 25% 25% < Cn ≤ 74% Cn > 74%	N/A*	Mt: Magnitud total del subcomponente, es decir, duración total de la variable.	
	Velocidad del viento (Vv)	1 km h <sup>-1</sup> ≤ Vv ≤ 9 km h <sup>-1</sup> 9 km h <sup>-1</sup> < Vv ≤ 40 km h <sup>-1</sup> Vv > 40 km h <sup>-1</sup>	N/A*	$IC_{ca} = \frac{\sum (IC_{ta} + IC_p + IC_{cn} + IC_{vv})}{N}$	
			**	$IC_{ca}$ : indicador de corrección del componente las condiciones atmosféricas. $IC_{ta}$ : indicador de corrección de la temperatura del aire. $IC_p$ : indicador de corrección de la precipitación. $IC_{cn}$ : indicador de corrección de la nubosidad. $IC_{vv}$ : indicador de corrección de la velocidad del viento. N: número total de subcomponentes.	
Condiciones físicas	Ancho de la playa	Ancho ≤ 15 m 15 < ancho < 40 m Ancho ≥ 40 m	1 3 5	$IC_{cf} = \frac{\sum PTF}{\sum PIF} = \frac{\sum PTF}{15}$	$IC_{cf}$ : indicador de corrección del componente de condiciones físicas PTF: Puntaje Total de las Condiciones Físicas de la playa, es decir, la suma entre el puntaje del ancho de la playa, pendiente de la playa emergida y pendiente de la playa sumergida. PIF: Puntaje Ideal de las Condiciones Físicas de la playa.
	Pendiente de la playa emergida	0° ≤ Pendiente ≤ 4° 4° < Pendiente ≤ 6° Pendiente > 6°	5 3 1		Se considera una playa ideal con un ancho ≥ 40 m
	Pendiente de la playa sumergida	0° ≤ Pendiente ≤ 5° 5° < Pendiente ≤ 8° Pendiente > 8°	5 3 1		(5), pendiente de la playa emergida entre 0° y 4° (5) y pendiente de la playa sumergida entre 0° y 5° (5).

N/A\*: indica que los subcomponentes de temperatura del aire, precipitación, nubosidad y velocidad del viento no tienen asignado un puntaje ya que son considerados condiciones deseadas y para este componente solo se tienen en cuenta las no deseadas (magnitud límite). \*\*: indica el valor obtenido de  $IC_X$  para cada subcomponente.

Tabla A3. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por saneamiento básico.  
*Table A3. Characteristics considered for the calculation of the correction factor for basic sanitation.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Disposición final de aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales para la zona	Presencia Ausencia	5 1	$IC_{ar} = \frac{PTAR}{PIAR} = \frac{PTAR}{5}$	$f_{saneamiento} = \frac{IC_{ar} + IC_{is} + IC_{rs}}{3}$
Infraestructura de saneamiento	Baños públicos y/o duchas/ lavapiés	Presencia Ausencia	5 1	$IC_{is} = \frac{PTIS}{PIIS} = \frac{PTIS}{5}$	$f_{infraestructura} = \frac{IC_{is}}{3}$
Disposición final de residuos sólidos	Puntos ecológicos / papeleras	Separación de papeleras < 50 m y/o con clasificación adecuada de residuos	5	$IC_{rs} = \frac{PTRS}{PIRS} = \frac{PTRS}{5}$	$f_{residuos} = \frac{IC_{rs}}{3}$

$IC_{ar}$ : indicador de corrección del componente disposición final de aguas residuales.  
 PTAR: Puntaje Total de la disposición final de aguas residuales de la playa, es decir, el puntaje del tratamiento de aguas residuales.

PIAR: Puntaje Ideal de la disposición final de aguas residuales de la playa. Se considera una playa ideal con la existencia de tratamiento de aguas residuales (5).

$IC_{is}$ : indicador de corrección del componente de infraestructura de saneamiento.  
 PTIS: Puntaje Total de la Infraestructura de Saneamiento de la playa, es decir, el puntaje que corresponda a la presencia o ausencia de baños públicos, duchas y/o lavapiés.

PIIS: Puntaje Ideal de la Infraestructura de Saneamiento de la playa. Se considera una playa ideal con la existencia de baños públicos, duchas y/o lavapiés.

$IC_{rs}$ : indicador de corrección del componente de disposición final de residuos sólidos.  
 PTRS: Puntaje Total de la disposición final de residuos sólidos de la playa, es decir, el puntaje que corresponda a la separación entre punto ecológico/papeleras.  
 PIRS: Puntaje Ideal de la disposición final de residuos sólidos de la playa. Se considera una playa ideal con una separación entre papeleras < 50 m y/o con clasificación adecuada de residuos (5).

Tabla A4. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por políticas, normas y seguridad.  
*Table A4. Characteristics considered for the calculation of the correction factor for policies, standards and safety.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Ordenamiento y zonificación de playas	Zonificación de acuerdo con la Norma Técnica Sectorial del Turismo (NTS-TS 001-02)	Existente No existente	5 1	$IC_o = \frac{PTO}{PIO} = \frac{PTO}{5}$ $IC_o$ : indicador de corrección del componente de ordenamiento y zonificación de playas. PTO: Puntaje Total del ordenamiento y zonificación de la playa, es decir, el puntaje de la zonificación de acuerdo con la NTS-TS 001-02. PIO: Puntaje Ideal del ordenamiento y zonificación de la playa. Se considera una playa ideal con existencia de zonificación (5).	$fc_{políticas} = \frac{IC_o + IC_s + IC_{sp}}{3}$
Señalización de la zonificación	Señalización de actividades y áreas peligrosas Balizamiento de la playa	Presencia Ausencia Presencia Ausencia	5 1 5 1	$IC_s = \frac{\sum PTS}{\sum PIS} = \frac{\sum PTS}{10}$ $IC_s$ : indicador de corrección del componente de señalización de la zonificación PTS: Puntaje Total de la señalización de la zonificación de la playa, es decir, la suma entre el puntaje de la señalización de actividades y áreas peligrosas y la presencia/ausencia de las balizas. PIS: Puntaje Ideal de la señalización de la zonificación de la playa. Se considera una playa ideal con existencia de señalización de actividades (5) y balizamiento (5).	$IC_s$
Seguridad en la playa	Puestos de salvavidas	Permanente Puntual (con horarios establecidos)	5 3	$IC_{sp} = \frac{\sum PTSP}{\sum PISP} = \frac{\sum PTSP}{10}$ $IC_{sp}$ : indicador de corrección del componente de seguridad en la playa. PTSP: Puntaje Total de la seguridad en la playa, es decir, la suma entre el puntaje de los puestos de salvavidas y la presencia policial. PISP: Puntaje Ideal de la seguridad en la playa. Se considera una playa ideal con puestos de salvavidas permanentes (5) y presencia policial permanente (5).	$IC_{sp}$

Tabla A5. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por cambio climático.  
*Table A5. Characteristics considered for the calculation of the climate change correction factor.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Afectación por cambio climático bajo escenario SSP5-8,5 al año 2050	Pérdida de playa por ascenso del nivel del mar	0-25% 26-50% > 50%	5 3 1	$IC_{cc} = \frac{PTCC}{PICC} = \frac{PTCC}{5}$	$f_{cambio\ climático} = IC_{cc}$

IC<sub>cc</sub>: indicador de corrección del componente de cambio climático.  
PTCC: Puntaje Total de la afectación por cambio climático, es decir, el puntaje del porcentaje de pérdida de playa por ascenso del nivel del mar.  
PICC: Puntaje ideal de la afectación por cambio climático. Se considera una playa ideal con una pérdida de playa entre el 0-25% (5).

Tabla A6. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por afectación al medio físico.  
*Table A6. Characteristics considered for the calculation of the correction factor for impact on the physical environment.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Calidad del agua	Coliformes fecales	Coliformes fecales ≤ 200 microorganismos/100 ml Coliformes fecales > 200 microorganismos/100 ml	5 1	$IC_{cag} = \frac{\sum PTCAG}{\sum PICAG} = \frac{5}{25}$	$fc_{medio/físico} = \frac{IC_{cag} + IC_{cs}}{2}$
	Coliformes totales	Coliformes ≤ 1,000 microorganismos/100 ml Coliformes > 1,000 microorganismos/100 ml	5 1	$IC_{cag}$ : indicador de corrección del componente de calidad del agua. PTCAG: Puntaje Total de la calidad del agua en la zona de bañistas, es decir, la suma entre el puntaje de coliformes fecales, coliformes totales, oxígeno disuelto, pH, Cadmio e Hidrocarburos.	
Oxígeno disuelto (OD)	OD ≤ 70% concentración de saturación OD > 70% concentración de saturación	5 1	$IC_{cag}$ : Puntaje Ideal de la calidad del agua en la zona de bañistas. Se considera una playa ideal con coliformes fecales ≤ 200 microorganismos/100 ml (5), coliformes totales ≤ 1,000 microorganismos/100 ml (5), OD ≤ 70% concentración de saturación (5), pH entre 5-9 unidades (5), Cadmio ≤ 0,00012 mg L <sup>-1</sup> (5) e Hidrocarburo ≤ 0,110 mg L <sup>-1</sup> (5).		
pH	5.0 unidades ≤ pH ≤ 9,0 unidades pH < 5 unidades y pH > 9,0 unidades	5 1			
Cadmio (Cd)	Cd ≤ 0,00012 mg L <sup>-1</sup> Cd > 0,00012 mg L <sup>-1</sup>	5 1			
Hidrocarburos	Hidrocarburo ≤ 0,110 mg L <sup>-1</sup> Hidrocarburo > 0,110 mg L <sup>-1</sup>	5 1			
Contaminación del sedimento marino	Arsénico (As) Cadmio (Cd) Cromo (Cr) Plomo (Pb) Mercurio (Hg)	As ≤ 7,24 mg kg <sup>-1</sup> As > 7,24 mg kg <sup>-1</sup> Cd ≤ 0,7 mg kg <sup>-1</sup> Cd > 0,7 mg kg <sup>-1</sup> Cr ≤ 52,3 mg kg <sup>-1</sup> Cr > 52,3 mg kg <sup>-1</sup> Pb ≤ 30,2 mg kg <sup>-1</sup> Pb > 30,2 mg kg <sup>-1</sup> Hg ≤ 0,13 mg kg <sup>-1</sup> Hg > 0,13 mg kg <sup>-1</sup>	5 1 5 1 5 1 5 1 5 1	$IC_{cs} = \frac{\sum PTCS}{\sum PICs} = \frac{5}{25}$ $IC_{cs}$ : indicador de corrección del componente de calidad del sedimento. PTCS: Puntaje Total de la contaminación del sedimento de la playa, es decir, la suma entre el puntaje de Arsénico, Cadmio, Cromo, Plomo y Mercurio. PICs: Puntaje Ideal de la contaminación del sedimento de la playa. Se considera una playa ideal con As ≤ 5,9 mg kg <sup>-1</sup> (5), Cd ≤ 0,6 mg kg <sup>-1</sup> (5), Cr ≤ 37,3 mg kg <sup>-1</sup> (5), Pb ≤ 35,0 mg kg <sup>-1</sup> (5) y Hg ≤ 0,17 mg kg <sup>-1</sup> (5).	

Tabla A7. Características consideradas para el cálculo del factor de corrección por servicios ecosistémicos.  
*Table A7. Characteristics considered for the calculation of the correction factor for ecosystem services.*

Componente	Subcomponente	Características del subcomponente	Puntaje	Indicador de corrección	Cálculo del factor de corrección
Servicios ecosistémicos de provisión	Alimentos Materia prima (madera, materiales de construcción, etc.) Abastecimiento de agua	1-23 servicios ecosistémicos (relación inversa)	5	$IC_{SE} = \frac{\text{Puntaje Límite de Cambio Aceptable}}{\text{Puntaje Ideal}}$	$f_{CE,SE} = IC_{SE}$
Servicios ecosistémicos culturales	Actividades recreativas Ecoturismo			$IC_{SE}$ : indicador de corrección del componente servicios ecosistémicos.	
Servicios ecosistémicos regulación	Calidad del aire Regulación climática Regulación hídrica Regulación de la erosión Captura y almacenamiento de carbono	24-47 servicios ecosistémicos (relación inversa)	3	Puntaje Límite de Cambio Aceptable establecido en la metodología de acuerdo con el total de servicios ecosistémicos presentes en la zona de influencia de la playa.	
				Puntaje Ideal: corresponde al puntaje de la condición deseada es decir 5.	
Servicios ecosistémicos de soporte	Regulación de peligros naturales Ciclo de nutrientes Hábitat, refugio y protección de especies Zonas de forrajeo	>47 servicios ecosistémicos (relación inversa)	1		

Tabla A8. Escala RHO.

*Table A8. The RHO scale.*

Rangos de factores de corrección (%)	Valor $\rho$	
	Escala menos tolerante	Escala más tolerante
100 $\geq \overline{FC} \geq 90$	1	1
90 $> \overline{FC} \geq 70$	0,84	0,9
70 $> \overline{FC} \geq 50$	0,68	0,85
50 $> \overline{FC} \geq 30$	0,52	0,65
30 $> \overline{FC} \geq 10$	0,36	0,45
10 $> \overline{FC} \geq 1$	0,2	0,2

