

# PROTOCOLO INDICADOR

## Variación línea de costa: Perfiles de playa

INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL  
SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)





# INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)

## PROTOCOLO INDICADOR Variación línea de costa: Perfiles de playa

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA

Proyecto COL75241

### PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL CARIBE SUROCCIDENTAL

Proyecto GRT/FM-11865-CO





### Directivos Invermar

Director General  
Francisco A. Arias Isaza

Subdirector de Coordinación Científica (SCI)  
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)  
Sandra Rincón Cabal

Coordinadora de Investigación e Información para Gestión Marina y Costera (GEZ)  
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)  
David A. Alonso Carvajal

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y Costeras (GEO)  
Constanza Ricaurte Villota

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)  
Luisa Fernanda Espinosa

Coordinador Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros (VAR)  
Mario Rueda Hernández

Coordinador de Servicios Científicos (CSC)  
Julían Mauricio Betancourt Pórtela



### Directivos del Proyecto

Directora Damcra-MADS  
Elizabeth Taylor

Directora General PNN  
Julia Miranda Londoño

Director General CVS  
José Fernando Tirado

Director General Codechoco  
Teófilo Cuesta Borja

Director Ejecutivo Conservación Internacional  
Fabio Arjona

TNC Colombia - Director para el norte de los Andes y sur de Centroamérica  
Julio Carcamo

Director General Marviva  
Jorge Jiménez

Representante para Colombia WWF  
Mary Lou Higgins

Director Ejecutivo Patrimonio Natural  
Francisco A. Galán Sarmiento

Director del Proyecto  
Francisco A. Arias Isaza

Grupo Núcleo Coordinador  
Francisco A. Arias Isaza  
David A. Alonso Carvajal  
Paula Cristina Sierra Correa  
Ángela C. López Rodríguez



Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

### Directivos CORALINA

Director General Coralina  
Durcey Alison Stephens Lever

Subdirector Mares y Costas  
Erick Richard Castro González

Subdirectora Gestión Ambiental  
Opal Marcela Bent Zapata

Subdirectora Jurídica  
Farina Sarmiento del Río

Secretario General  
Pacheco Gordon Bryan

Jefe Control Interno  
William Austin Archbold

**Citese como:** Navarrete-Ramírez, S. M. 2014. Protocolo Indicador Variación línea de costa: perfiles de playa. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invermar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invermar No. 73, Santa Marta. 36 p.

**Palabras claves:** Variación línea de costa: perfiles de playa, Monitoreo, Indicadores, Subsistema Áreas Marinas Protegidas (SAMP).

**Nota aclaratoria de límites:** Las líneas de delimitación presentadas en los mapas son una representación gráfica aproximada, con fines ilustrativos y no expresan una posición de carácter oficial. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invermar) no asume ninguna responsabilidad sobre interpretaciones cartográficas que surjan a partir de éstas.

**Obra completa:** Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)

**ISBN Obra completa:** 978-958-8448-66-4

**Volumen:** Protocolo Indicador Variación línea de costa: Perfiles de playa

**ISBN Volumen:** 978-958-8448-81-7

**La versión digital de esta publicación está disponible en nuestro sitio web como obra independiente con ISBN 978-958-8448-82-4**

**Diseño y diagramación:** John Khatib, Carlos González (ediprint.com.co)

**Impresión:** Ediprint Ltda.

**Créditos fotográficos:** Programa BEM Invermar

**Revisión de estilo:** Carolina María Vásquez-Zapata.

Se imprimen 500 ejemplares. Diciembre 2014

© Derechos reservados según la ley. Los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Invermar. Playa Salguero, El Rodadero. Santa Marta (Colombia)

Tel: (57) (5) 4328600

[www.invermar.org.co](http://www.invermar.org.co)

## Reconocimiento al grupo de colaboradores

El proceso de construcción y elaboración del presente protocolo, contó con la participación y orientación de expertos nacionales, con amplia experiencia en el conocimiento de los bosques de manglar del país. Reconocemos el gran aporte que hicieron y agradecemos a ellos toda su contribución:

Angélica María Rodríguez-Rincón. Invemar.

David A. Alonso Carvajal. Invemar.

Diana Isabel Gómez López. Invemar.

Nelson Rangel-Buitrago. Invemar.

Erick Richard Castro González. Coralina.

Nacor Bolaños. Coralina.

Giovanna Peñalosa. Coralina.

Carlos Ballesteros. Coralina.

David Acevedo Valencia. Coralina.

Luis Alberto Guerra. Coralina.

Martha Inés García. Coralina.

Carlos Mauricio Herrera. Parques Nacionales Naturales. Nivel Central.

Claudia Marcela Sánchez. Parques Nacionales Naturales. Nivel Central.



# PRESENTACIÓN

Como parte de los compromisos adquiridos por Colombia en el marco de los proyectos “Diseño e implementación del subsistema de áreas marinas protegidas en Colombia” y “Protección de la biodiversidad en el Caribe suroccidental”, co-financiados con recursos del GEF, y ejecutados por Invemar y Coralina respectivamente, se aunaron esfuerzos con el fin de diseñar y consolidar protocolos de monitoreo para los objetos de conservación más importantes dentro de las diferentes AMP del país. Estos protocolos parten de la experiencia alcanzada en Colombia en los últimos 15 años como el Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (Simac), Red de Monitoreo de la Calidad de aguas marinas y costeras (REDCAM), Sistema de Información Pesquera (SIPEIN) y el monitoreo de manglares de la ciénaga grande de Santa Marta. La fortaleza de estos ha sido la aplicación con el SINA, específicamente las CAR costeras, el Sistema de Parques Nacionales Naturales y la Academia.

El objetivo de estos protocolos de monitoreo para las AMP no solo tuvo en cuenta la necesidad de adquirir información robusta y sistemática desde el punto de vista científico con la selección de algunas mínimas variables sino que fue importante revisar para su futura operatividad y mantenimiento en el tiempo, la capacidad instalada en cada una de las instituciones responsables de esta actividad, dado que la experiencia nos ha demostrado que cada vez se hace más difícil y costoso mantener sistemas de monitoreo que respondan a preguntas de manejo para las problemáticas locales y permitir de esta forma entender la dinámica y evaluar con menor incertidumbre la efectividad del manejo de las áreas.

Este trabajo fue realizado entre el 2012 y 2014 en el marco de los dos proyectos logrando concertar que variables mínimas eran necesarias tomar en campo para responder a preguntas de manejo y gestión y de esta forma poder diseñar la red de estaciones específica en cada una de las áreas, partiendo de criterios como la zonificación del manejo y los usos permitidos o no que se desarrollan al interior del AMP.

FRANCISCO A. ARIAS ISAZA  
Director General de Invemar

DURCEY ALISON STEPHENS LEVER  
Director General de Coralina



# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
ZONA COSTERA	10
Erosión y acreción costera	11
Factores naturales que causan variación en la línea de costa	12
Factores antrópicos que causan variación en la línea de costa	14
Diagnóstico de la erosión costera en Colombia	16
MATERIALES PARA EL MONITOREO	19
MÉTODOS DE MONITOREO	21
Perfiles de playa	21
Pasos del método de perfiles de playa	22
Sistematización de los datos de campo	27
Análisis de fotografías aéreas o imágenes de satélite (Posada y Rangel-Buitrago, 2009)	27
REPORTE DEL INDICADOR	29
INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR	30
BIBLIOGRAFÍA	31

## INTRODUCCIÓN

Los océanos y la zona costera con frecuencia son olvidados en términos de su conservación y manejo. En particular la zona costera que, a pesar de que se trata de una franja relativamente angosta, tiene una gran importancia debido a que en ella se presentan interacciones entre el mar, la tierra, los ríos y la atmósfera, que la caracterizan como una zona altamente dinámica y compleja (Yáñez-Arancibia, 2010).

Este indicador hace referencia a la variación de la línea de costa, la cual se entiende como el límite entre la tierra y el mar. Estas variaciones pueden ser consecuencias de la acreción o erosión producidas por la acción del mar, consecuencias directas del nivel del mar, la dinámica marina, las acciones bióticas y antrópicas, así como de las características geológicas del litoral (Invemar, 2003).

El objetivo principal del monitoreo permanente de la línea de costa es entender el patrón de los ciclos de erosión / acreción en determinados sectores de la costa, para poder manejar datos de predicción confiables que puedan ser luego incorporados en las políticas de planificación de usos de suelo como “áreas de peligro de erosión / acreción”. La estimación de la variación de la línea de costa es importante para la planificación y gestión costera (Invemar, 2003).

La zona costera teóricamente tendría un balance equilibrado y en ella se presentarían sectores de progresión (deltas en crecimiento), sectores en equilibrio dinámico (playas extensas con llanuras litorales) y por último, zonas en retroceso (sectores de acantilados constituidos por formaciones detríticas no consolidadas). Sin embargo, este patrón natural está modificándose hacia una erosión más intensa de los sectores litorales, en particular los de playas y de acantilados constituidos por material detrítico no consolidado (Eurosion, 2004).

Resulta prioritario el cálculo de éste indicador, teniendo en cuenta que las zonas costeras son áreas vulnerables al cambio climático, convirtién-

dolo en una variable necesaria de considerar dentro de la planificación del desarrollo, manejo y estudios de los procesos que se llevan a cabo en dichas áreas (Martínez-Arroyo, 2010).

## ZONA COSTERA

La línea de costa es la zona de contacto entre el mar y la tierra seca (arena). Se caracteriza por representar la interacción de la rompiente de las olas, el aumento o descenso de las mareas, la descarga de sedimentos de los ríos, las corrientes lejanas y cercanas, procesos biológicos, el lento cambio del nivel del mar, el ascenso o descenso de los continentes y la actividad del ser humano) (Guzman *et al.*, 2008).

Se considera la zona costera como una amplia eco región con intensas interacciones físicas, biológicas y socioeconómicas, dónde ocurre un dinámico intercambio de energía y materiales entre el continente, las aguas dulces, la atmósfera y el mar adyacente (Yáñez-Arancibia y Day, 2010).

La ubicación de la línea costera a lo largo de las costas oceánicas, varía ampliamente en un espectro de escalas temporales como consecuencia de la erosión de las costas (retroceso) o acreción (avance), cambios en el nivel del agua y levantamientos o subsidencia del terreno. La posición de la línea de costa refleja el balance de sedimentos en la costa, y sus variaciones pueden indicar efectos naturales o inducidos por el hombre a lo largo de la costa o en las cuencas fluviales cercanas. La evolución del litoral costero está dada por la interacción de las formaciones rocosas o sedimentarias que lo conforman, las estructuras que lo afectan, los agentes hidrodinámicos y los factores antrópicos (Posada y Henao, 2008).

La variación de la línea de la costa es un fenómeno natural que ha ocurrido durante toda la historia de la tierra, y parte de su evolución se refleja como erosión, entendida como el retroceso de la línea de costa ocasionando la destrucción de cientos de kilómetros de playa o pérdida de terrenos que albergan ecosistemas costeros o que son aptos para las actividades humanas (Posada y Henao, 2008). Dicha variación también se refleja a través de la acreción, entendida como la acumulación de arena u otro tipo de material de playa debido a la acción de las olas, las corrientes y el viento (Erosión, 2004).

## Erosión y acreción costera

La erosión costera se define como la pérdida de terrenos debido a la invasión del mar, medida en un lapso de tiempo suficientemente largo que permita descartar efectos temporales o cíclicos debidos básicamente al clima. Una escala representativa en los países europeos para determinar la erosión costera en un sector, es considerar un (1) kilómetro de longitud de línea de costa y un espacio de tiempo de 10 años (Doody *et al.*, 2005). La erosión costera es el resultado de un exceso de remoción de sedimentos respecto al aporte suministrado al área en un determinado período (Kokot, 2004). Aunque la erosión de las zonas costeras es un proceso que siempre se ha dado, parece haberse acelerado a partir de los años 70's y 80's (Posada y Henao, 2008).

La acreción costera es definida como la acumulación de sedimentos (sedimentación) y la consolidación de terrenos por encima del nivel de las mareas, usualmente la sedimentación se consolida como espigas en los extremos de las islas, gracias a la acción de la deriva litoral o se consolidan nuevas tierras a partir del crecimiento de bajos formados por las corrientes mareales, entre otros (Posada *et al.*, 2009). Los procesos de acreción son propios de las costas bajas y dan lugar al desarrollo y crecimiento de las playas y otras formas de acumulación costera (Carter, 1988).

Hoy en día los procesos de acreción son escasos, la regulación de los cursos fluviales generalizada en las últimas décadas, ha supuesto una merma importante en los sedimentos aportados por los ríos al mar, la fuente principal de alimentación de las playas procede precisamente de dichos aportes. Las arenas son distribuidas a lo largo de la costa por el transporte longitudinal que efectúan las corrientes de deriva inducidas por el oleaje. La proliferación de estructuras costeras de diverso tipo, causa una interceptación de los sedimentos implicados en dicho transporte, teniendo como resultado, que la mayoría de las playas posee un

balance sedimentario negativo o en equilibrio en el mejor de los casos (Cousi Bou y Pintó, 2003).

### Factores naturales que causan variación en la línea de costa

La evolución del litoral costero está dada por la interacción de las formaciones rocosas o sedimentarias que lo conforman, las estructuras que lo afectan y los agentes hidrodinámicos (Posada *et al.*, 2011). El ambiente costero es de alta movilidad y los procesos hidrodinámicos condicionados por factores climáticos, movimientos de la corteza y los cambios en la distribución de los niveles oceánicos, conducen a perturbaciones que se evidencian en la geomorfología, esta condición multivariable, conduce a ambientes inestables, ya sean de erosión o acreción (Kokot, 2004).

Las zonas costeras han sido clasificadas como vulnerables a los impactos del cambio climático debido a sus características físicas, biológicas y socioeconómicas. El aumento del nivel del mar, la exposición a eventos hidrometeorológicos, la erosión costera y las variaciones en la circulación litoral por la construcción de infraestructura costera, son algunos de los factores que alteran las costas y contribuyen a su vulnerabilidad (Yañez-Arancibia, 2010). Entre los factores naturales que pueden ocasionar erosión y acreción costera se encuentran:

**a) Erosión de promontorios:** Cuando un litoral arenoso se ve interrumpido por un litoral rocoso, éste último concentrará la energía del oleaje hacia sí mismo, con un consecuente incremento en la energía del oleaje que producirá a lo largo del tiempo la erosión de dichos promontorios. Las partículas derivadas de esta erosión tenderán a depositarse en los alrededores de dichos promontorios, donde la energía del oleaje es menor (Carranza-Edwards, 2010).

**b) Huracanes y ciclones:** Las tormentas asociadas a huracanes (Caribe) y ciclones (Pacífico) son fenómenos naturales de una respuesta a

corto plazo. Aun cuando estos fenómenos son naturales, tal vez por efecto del cambio climático se han presentado cambios en su magnitud y frecuencia. El golpeteo incesante de las olas sobre la base de las unidades geomorfológicas, ocasiona la formación de hendiduras y como consecuencia directa, el colapso de bloques (CVS *et al.*, 2006). Estos materiales producen sedimentos que se incorporan a la dinámica del litoral. Los impactos de las olas se hacen mayores cuando hay tormentas tropicales o coletazos de huracanes (costa Caribe) y ciclones (costa Pacífica).

**c) Precipitaciones:** Hay un frágil desgaste de las capas geológicas frágiles por las aguas de escorrentía y de infiltración, directamente relacionado con los períodos de lluvia. Ocurre principalmente en las coronas de los acantilados, límites de las terrazas frente al mar y en la interface entre capas con diferente permeabilidad (Invemar, 2003). La intensidad máxima de la erosión por escorrentía se presenta en las primeras lluvias del invierno, cuando la capa del suelo está muy seca y actúa como una esponja, lo que facilita su remoción y permite el ataque directo del agua a las capas geológicas del sustrato (Invemar, 2003). Las aguas de escorrentía y de infiltración desgastan las rocas menos fuertes, como lo evidencian los depósitos de sedimentos que cubren la parte inferior de los acantilados y taludes (Posada *et al.*, 2009).

**d) Levantamientos y hundimientos tectónicos:** En el primer caso la tierra gana al mar, pero en el segundo el mar avanza hacia la tierra en forma transgresiva (Carranza-Edwards, 2010). El aumento relativo del nivel medio del mar es otra de las causas naturales de los procesos de erosión y tienen relación con el cambio climático a nivel mundial y con los procesos de levantamiento y hundimiento de los terrenos (Posada y Henao, 2008). Los efectos más comunes que se observan en todos los sismos, son licuados del terreno, agrietamientos, volcanes

de arena, elevación súbita del nivel freático con las correspondientes inundaciones, hundimientos e inclinación del terreno, deslizamientos en las laderas y caídas de bloques de acantilados y tsunamis (Posada *et al.*, 2009).

- e) **Deslizamientos submarinos:** Si un deslizamiento submarino se presenta en el borde de las plataformas continentales o cerca de los litorales el desgaste de masa puede desaparecer terrenos de manera abrupta (Posada y Henao, 2008).
- f) **Actividad diapiórica:** Se manifiesta con la presencia de numerosos domos y volcanes de lodo, tanto en la tierra como en el mar, adicionando otro factor de inestabilidad a la costa. Se considera también el diapiatismo de lodos como modificador constante, algunas veces a escala de tiempo humano, de los niveles relativos tierra-mar (Posada y Henao, 2008).
- g) **Aspectos bióticos:** Son los mecanismos de erosión de los acantilados, por parte de organismos que debido a sus hábitos de alimentación y hábitat, paulatinamente van destruyendo la roca. Los organismos que producen abrasión y los que luego perforan, debilitan la franja más baja del acantilado que se convierte en una hendidura o caverna por la acción de las mareas y olas, como consecuencia el bloque superior cae por falta de soporte y es destruido completamente (Posada *et al.*, 2009).

#### Factores antrópicos que causan variación en la línea de costa

Sumados a los factores naturales, las actividades antrópicas generan probablemente el incremento en la tasa de erosión que se manifiesta desde hace poco más de 30 años en la región Caribe (Posada y Henao, 2008). En el Pacífico, las actividades humanas tienen efectos erosivos que hasta la fecha no han sido lo suficientemente valorados, por la escases de

asentamientos humanos allí presentes, sin embargo aunque el impacto sea actualmente severo, se resalta que la deforestación y la minería, conllevan el deterioro de la cuencas, la producción de sedimentos, alteración de caudales, ocasionando grandes daños en la cuenca baja y la zona costera (Posada *et al.*, 2009).

- a) **Subsidencia del suelo por extracción de líquidos:** Cuando de una zona costera se extraen líquidos del subsuelo mediante pozos de bombeo se produce subsidencia del terreno superficial (Carranza-Edwards, 2010).
- b) **Extracción de materiales:** La extracción de arena en las playas o en los lechos de los ríos, genera pérdidas de material necesario para nutrir nuevamente de sedimentos las playas. La tala indiscriminada de mangle (principalmente en la región Caribe), ha dejado solo pequeños remanentes en la parte final de algunos drenajes y en las ciénagas más importantes. El oleaje y las corrientes litorales que actúan en terrenos bajos y/o cenagosos no encuentran ahora la resistencia que brindan las raíces, por lo que el terreno queda completamente expuesto a los procesos de erosión (Posada y Henao, 2008).
- c) **Represamiento de ríos:** Debido a la demanda de energía eléctrica continuamente se construyen muros de contención que represan el agua de los ríos y la carga de sedimentos que transportan. Los sedimentos y nutrientes que antes llegaban al mar ahora quedan retenidos en los embalses de las presas. Esta falta de sedimentos en las zonas costeras da lugar a la erosión (Carranza-Edwards, 2010).
- d) **Modificación de los litorales:** Las construcciones en las desembocaduras de los ríos, representan obstáculos al transporte litoral de sedimentos. Las corrientes litorales pueden cambiar su dirección (Carranza-Edwards 2010). Igualmente, la rectificación de canales por el corte de meandros o curvas de los ríos y esteros, por medio de

canales labrados en las terrazas bajas o zonas de manglar, produce un peligroso aumento en la velocidad de la corriente que erosiona las orillas (Posada *et al.* 2009).

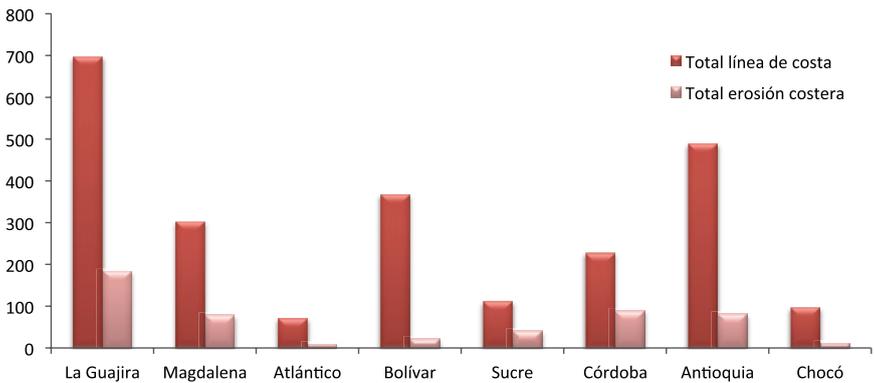
**e) Construcción de obras fijas:** Las construcciones en zonas intermareales, en playas y en dunas, como muros de contención, tajamares, rompeolas o espolones, perturban los procesos naturales de transporte de material arenoso que se dan naturalmente en estas zonas. Muchas de estas obras se construyen para proteger carreteras, puentes, edificaciones o como parte de infraestructura portuaria, hotelera o urbana (Posada y Henao, 2008).

## Diagnóstico de la erosión costera en Colombia

La erosión en la zona costera del Caribe parece haberse acelerado a partir de los años 70 y 80, con el crecimiento de las ciudades costeras, así como aquellas ubicadas al interior del país. Este crecimiento ha conllevado grandes impactos en la cuenca del río Magdalena en cuanto a caudal y descarga de sedimentos, con repercusiones importantes en la zona costera (Restrepo, 2005 citado por Posada *et al.*, 2012).

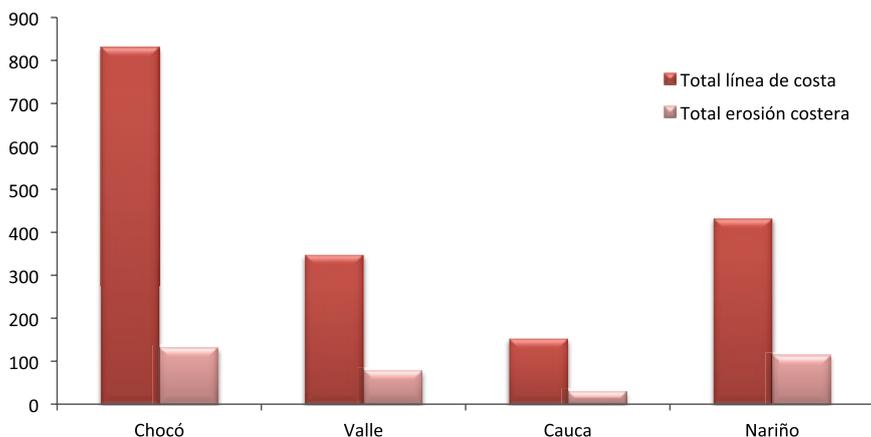
Terrenos anteriormente dedicados a la agricultura, ganadería, vivienda e infraestructura de servicios públicos y privados, se han perdido, afectando principalmente zonas ubicadas en los límites de los departamentos de Córdoba y Antioquia, la antigua desembocadura del río Turbo, sectores acantilados de la costa de Antioquia, Córdoba y Atlántico (Corpourabá y Universidad Nacional, 1998; Correa y Vernet, 2004 citados por Posada *et al.*, 2012). Pérdida de ecosistemas de manglar en Cispatá y Mestizos por la avulsión del río Sinú y la posterior dinámica generada (Aguirre, 1994; Ideam y Universidad Nacional, 1998; Gil-Torres y Ulloa-Delgado, 2001 citados por Posada *et al.*, 2012). En la bahía de Barbacoas y de Cartagena se perdieron o deterioraron, arrecifes y pastos marinos, a raíz de la construcción del tajamar occidental del río

Magdalena, se perdieron cientos de hectáreas de la ciénaga de Mallorquín y sus ecosistemas asociados (Cardique, 1997; Invemar, 2005a; Invemar, 2006c; Correa *et al.*, 2005, citados por Posada *et al.*, 2012) (Figura 1).



**Figura 1.** Erosión costera por departamento de la costa Caribe en relación con el total de la línea de costa. Datos adaptados de Posada *et al.* (2008).

La costa Pacífica, ha estado afectada por eventos como los sismos de 1979 y 1991 donde hubo una subsidencia casi generalizada de los terrenos, el fenómeno de El Niño de los años 1997 y 1998 que aumentó hasta casi 40 cm el nivel del mar, la desviación del canal Naranjo en el año 1973 que colapsó la cuenca del río Patía e indujo procesos de erosión e inundaciones en la cuenca del Sanquianga, y el vaciado de la represa de Anchicayá en el 2001. A la fecha los terrenos afectados no se han podido recuperar y se han producido cambios drásticos en las corrientes como consecuencia de la creación de nuevos bajos, lo anterior han generado procesos erosivos muy intensos que están obligando el desplazamiento de las poblaciones y la pérdida de terrenos de cultivos (Posada *et al.*, 2009) (Figura 2).



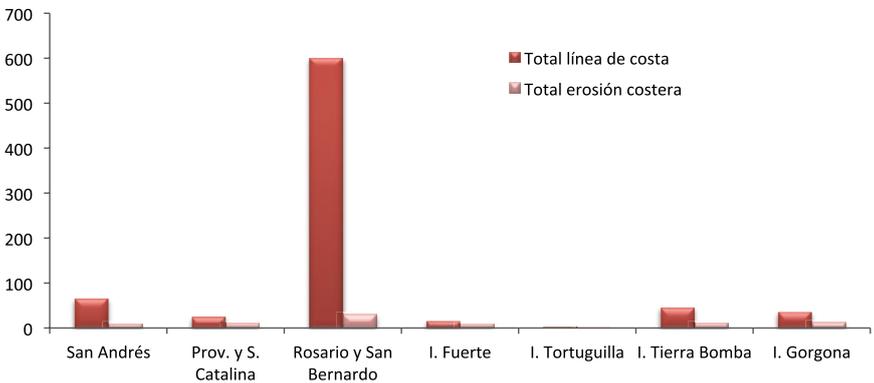
**Figura 2.** Erosión costera por departamento de la costa Pacífica en relación con el total de la línea de costa. Datos adaptados de Posada *et al.* (2009).

En la zona insular (Figura 3), de acuerdo con Posada *et al.* (2011), se han evidenciado procesos erosivos propios de cada una de las islas, dependiendo éstos de la formación geomorfológica de cada una, así como su exposición a eventos oceánicos. Para la Isla de San Andrés, los bordes costeros están expuestos continuamente a fenómenos y fuerzas que producen cambios en ellos, se ha estimado para la isla que el 16% de la línea de costa presenta procesos de erosión. Para las Islas de Providencia y Santa Catalina, los procesos erosivos afectan aproximadamente el 17% de las islas, estos procesos están relacionados con caídas de bloques y flujos de escombros, así como la formación de cavernas.

Para el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo, el porcentaje de erosión se ha calculado en un 39% de su litoral, básicamente estos procesos están relacionados al deterioro que sufre la terraza coralina ante su exposición a los agentes atmosféricos y marinos. Para Isla Fuerte, se ha estimado que el 50% de la línea de costa sufre procesos de erosión, para Isla Tortuguilla, se ha calculado que cerca del 19% de la

línea de costa sufre procesos de erosión, en Tierra Bomba, el 22% de la línea de costa presenta eventos de erosión. Para éstas zonas, los procesos erosivos se manifiestan por la irregularidad de la línea de costas con entradas y salientes pronunciadas, hendiduras y acumulación de bloques y fragmentos desprendidos de la terraza.

Para las islas Gorgona y Gorgonilla, los procesos erosivos afectan aproximadamente el 14% de la isla Gorgona, los eventos están asociados a las vertientes de las colinas en donde se aprecian deslizamiento del terreno. Para la isla Malpelo, dadas las altas precipitaciones de la isla, la escorrentía juega un papel fundamental en la degradación de las rocas, ya que se infiltra en las fracturas y paulatinamente propicia su profundización y el desprendimiento de bloques y escombros.



**Figura 3.** Erosión costera del territorio insular colombiano. Datos adaptados de Posada *et al.* (2011)

## MATERIALES PARA EL MONITOREO

A continuación se listan los equipos y materiales que se requieren para realizar las actividades de monitoreo de la línea de costa, utilizando el método de perfiles de playa (Tabla 1).

**Tabla 1.** Materiales para el monitoreo de la línea de costa.

Ítem	Cantidad
<b>Equipos</b>	
Geoposicionador (GPS)	2
Cámara fotográfica + memoria SD	1
Nivel Abney	1
<b>Materiales</b>	
Cinta métrica de 30 m	1
Varas metálicas para medir (una de ellas calibrada con unidades de medida)	2
Pintura (spray)	2
Formatos de campo	30
Tablas acrílicas	2
Lápices	2
<b>Transporte</b>	
Lancha	
Combustible para embarcación	
Vehículo de transporte terrestre	
Combustible para transporte terrestre	

# METODOS DE MONITOREO

El procedimiento para el cálculo del indicador de variación de la línea de costa a través del establecimiento de perfiles de playa, se basa en la toma directa en campo, se propone complementar la información a partir del uso de imágenes de satélite. Este protocolo se centra en los métodos orientados a la toma de datos directos en campo y en los cálculos que deben realizarse para establecer la variación de la franja costera. Los métodos de sensoramiento remoto son adoptados de Invemar (2009).

## Perfiles de playa

El levantamiento de perfiles de playa constituye un método práctico y rápido de caracterizar una playa y hacer el seguimiento de los cambios en su morfología. El perfil completo debe contemplar desde la zona supramareal hasta la profundidad en donde el fondo comienza a ser afectado por las olas (Posada y Rangel-Buitrago, 2009).

Por perfil de playa o sección transversal se entiende como una medición exacta de la pendiente y ancho de la playa que, cuando se repite a lo largo del tiempo, muestra cómo la playa sufre algún proceso de erosión o acreción (Unesco, 2012). Sin embargo, no permite identificar las razones causales de dichos cambios, para lo cual se requiere complementar los datos obtenidos en campo con información complementaria que permita identificar los eventos o posibles causas de los motores de cambio.

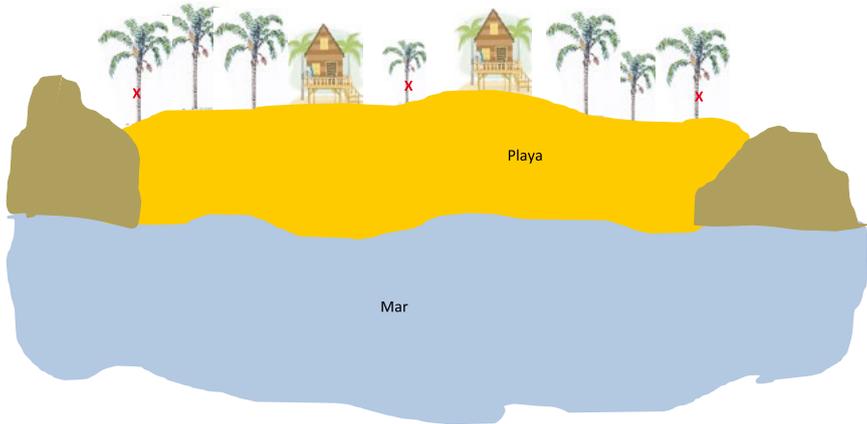
Existen muchas maneras de medir el perfil de una playa, el método que se describe a continuación, es uno de los más utilizados para determinar los cambios que sufren las playas en función del tiempo. Estas mediciones periódicas de los perfiles muestran no sólo cómo una playa responde a una tormenta o huracán sino también si se recupera, cómo lo hace y el alcance de esa recuperación.

Se recomienda que los perfiles de playa, se midan cada tres meses y preferiblemente en sitios fijos de monitoreo. Sin embargo, si se presentaran

eventos extremos deberá medirse el perfil de playa lo más pronto posible después del evento. Idealmente las mediciones deben realizarse durante los mismos meses del año, es decir, si un año la primera medición fue en el mes de febrero, al año siguiente se deberá realizar durante este mes la medición y así para cada trimestre.

### Pasos del método de perfiles de playa

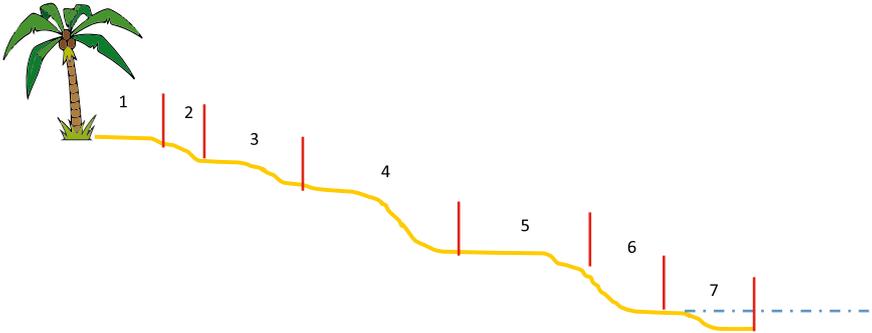
a) La medición del perfil de playa, se inicia desde un punto de referencia fijo establecido en la zona de atrás de la playa. El punto de referencia puede ser un cuadrado o marca que se pinta en una pared o un árbol. Dependiendo de la longitud de la playa será el número de puntos (se recomienda dividir la playa  $c/200$  m), como mínimo deben ubicarse tres (3) puntos de referencia a lo largo de la playa (ej. Ubicar un punto en cada extremo de la playa y otro en la mitad) (Figura 4).



**Figura 4.** Esquema de ubicación de los puntos de referencia en la playa.

Es esencial empezar a medir el perfil de la playa siempre desde el punto de referencia. Una vez se encuentre ubicado en el punto de referencia hacer un registro fotográfico del mismo.

b) Identificar los segmentos en los que se puede dividir la playa y sobre los cuales se medirá el perfil. Cada segmento estará definido por los desniveles o escalones que se puedan encontrar a lo largo del perfil de la playa. El punto final del perfil es el escalón mar adentro, es decir, cerca de donde rompen las olas o donde puede haber un pronunciado escalón descendente (Figura 5).



**Figura 5.** Esquema de corte transversal de la playa, señalando los segmentos para medición del perfil.

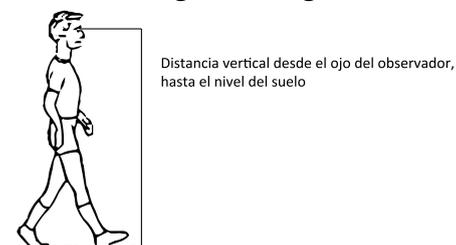
Una vez se haya establecido el número de segmentos en los que se harán las mediciones, se empieza a diligenciar el formato de campo. Registrando fecha, nombre de la playa, sector de la playa (extremo, mitad, otro), el número de segmentos que debe medir, nombre de los observadores, etc.

c) Con una cinta métrica medir la distancia vertical desde la parte superior de la marca de referencia, hasta el nivel de tierra. Siempre tomar todas las medidas en unidades métricas (Figura 6). Registrar el dato en el formato, casilla: Medición desde el tope del punto de referencia.



**Figura 6.** Esquema de medición de distancia vertical desde el punto de referencia hasta el nivel del suelo.

d) Medir con la cinta métrica la distancia vertical desde el ojo del observador hasta el nivel del suelo (Figura 7). Registrar este dato en el formato.



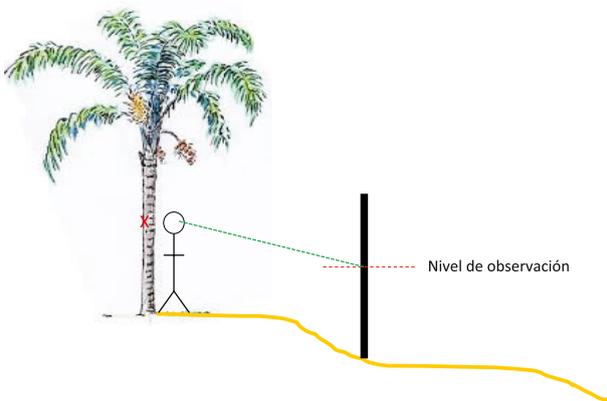
**Figura 7.** Esquema de medición de distancia vertical desde el ojo del observador hasta el suelo.

e) Colocar la vara calibrada (aquella que tiene las unidades de medida), en el primer escalón de la inclinación. Por recomendación, la arena no debe cubrir la parte donde se encuentra la escala de medición. Comprobar que la vara esté alineada con el punto de referencia, de lo contrario corregir la posición de la vara. La vara siempre debe estar en posición vertical (Figura 8).



**Figura 8.** Esquema de ubicación de la vara de medición con escala de medida respecto al primer escalón de la inclinación.

f) Para calcular la inclinación, el observador debe ubicarse al lado de la marca de referencia, y utilizando el Nivel Abney (ver recuadro 1), buscar su nivel de observación (Medición del numeral d), en la vara de medición (Figura 9).



**Figura 9.** Esquema de medición de la inclinación.

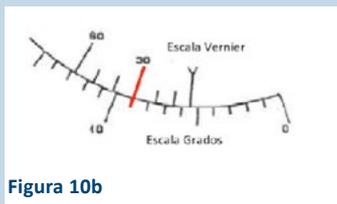
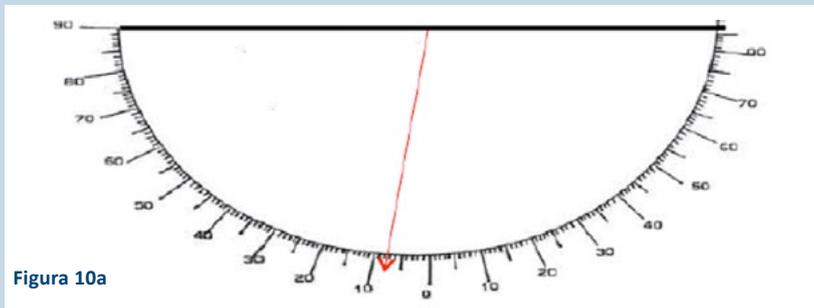
## RECUADRO 1

El nivel Abney, se divide en grados y la escala se numera cada 10 grados. Las lecturas a la izquierda del 0 son negativas o cuesta abajo y las lecturas a la derecha del 0 son positivas o cuesta arriba.

Para la lectura del ángulo de inclinación, se debe determinar el punto en el cual la flecha intercepta la escala de grados (Figura 10a). En la figura de ejemplo, se lee  $-8^\circ$ .

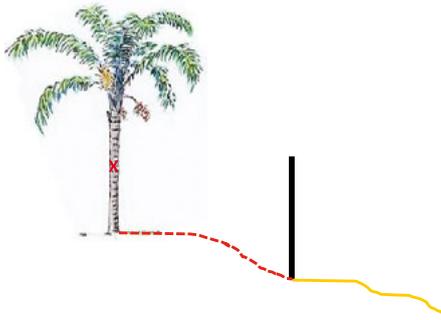
Para leer los minutos, se utiliza la escala Vernier, la cual se encuentra por encima de la escala de grados. Ubicar la línea Vernier más cercana y que tenga una intercepción con la escala de grados (Figura 10b). En la figura de ejemplo, se lee 30.

Anotar en el formato la pendiente del segmento en grados y minutos. Siempre se debe anotar si la pendiente es positiva o negativa.



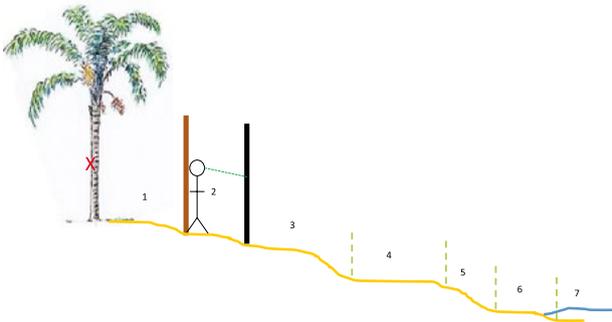
Inclinación:  
 $-8^\circ 30'$

g) Usando la cinta métrica, medir la longitud desde la base del punto de referencia hasta la vara de medición. La cinta debe estar a nivel del suelo a lo largo de la pendiente. (Figura 11). Anotar el valor en el formato.



**Figura 11.** Esquema de medición de la longitud del segmento desde la base del punto de referencia hasta la vara de medición, en rojo punteado la longitud a medir.

h) Para el siguiente segmento, colocar la vara (la cual no tiene escala de medición) exactamente donde termina el primer segmento, la vara calibrada se ubica en el segundo escalón (Figura 12). Repetir los pasos d, e, f y g. Este procedimiento se realiza las veces necesarias hasta que se abarque todo el perfil de la playa.



**Figura 12.** Esquema de ubicación de las dos varas de medición y su continuo a lo largo del perfil de la playa.

Se debe diligenciar toda la información en el formato correspondiente (Ej. 1). En la casilla de observaciones anotar cualquier otro dato de interés, por ejemplo, evidencia de tormentas recientes, evidencia de mar de leva, evidencia de extracción de arena, evidencia de actividades de playa, etc. En caso de que se pierda un punto de referencia, fijar una nueva marca lo más cerca posible de la anterior.

Ejemplo 1:

PROGRAMA MONITOREO DE PLAYAS		
Perfiles de Playa		
Fecha:	02 marzo 2014	
Nombre del lugar:	Isla Providencia	
Observadores:	Alejandra Muñoz, Andrea Lozano	
Medición desde el punto de referencia al suelo:	1,00 m	
Altura punto de observación:	1,50 m	
Sector 1		
Segmento de la playa	Longitud del segmento (m)	Ángulo de la pendiente
		Grados y Minutos
1	4,60	- 7° 00'
2	5,73	- 4° 00'
3	4,29	+ 3° 00'
4	1,25	- 1° 30'
5	1,85	- 8° 30'
6	3,5	- 8° 00'
7	6,98	- 5° 30'
Observaciones: Residuos (hojas, troncos y basura) producto de la tormenta de la semana pasada.		

### Sistematización de los datos de campo

El método de medición del perfil de playa, propuesto en el presente protocolo es tomado del que fue formulado por Gilliam Campers y David F. Gray (Unesco, 2007 y 2012). Los datos que se obtienen en campo bajo este

método, pueden ser analizados a través del programa de cómputo Beach Profile Analysis, el cual es complementario a la toma de datos. El software puede obtenerse de manera gratuita a través de la Fundación Guardarenas ([www.sandwatch.org](http://www.sandwatch.org)) o a través de la Unesco ([csi@unesco.org](mailto:csi@unesco.org)).

### **Análisis de fotografías aéreas o imágenes de satélite (Posada y Rangel-Buitrago, 2009)**

La determinación de los cambios semi-cuantitativos de la línea de costa puede hacerse a partir de la comparación de fotografías aéreas o imágenes de satélite, para lo cual deben seguirse ciertos parámetros que se pretende sean los que den la mejor aproximación para su identificación.

Con fotografías o imágenes de zonas con costas bajas, con presencia de playas o dunas, se sigue la línea en donde el color de la imagen indica que el terreno está seco; esto garantiza en cierta medida que la rompiente, que puede confundirse con la playa, no sea considerada; A medida que la escala de la imagen sea de mayor detalle, es posible delimitar mejor la línea de costa. Cuando no hay playas o dunas, se sigue la línea de la vegetación.

En caso de zonas con acantilados, estos pueden proyectar una sombra que cambiaría la percepción de la línea de costa. En tal caso se aproxima a la cima del talud, en donde generalmente hay vegetación.

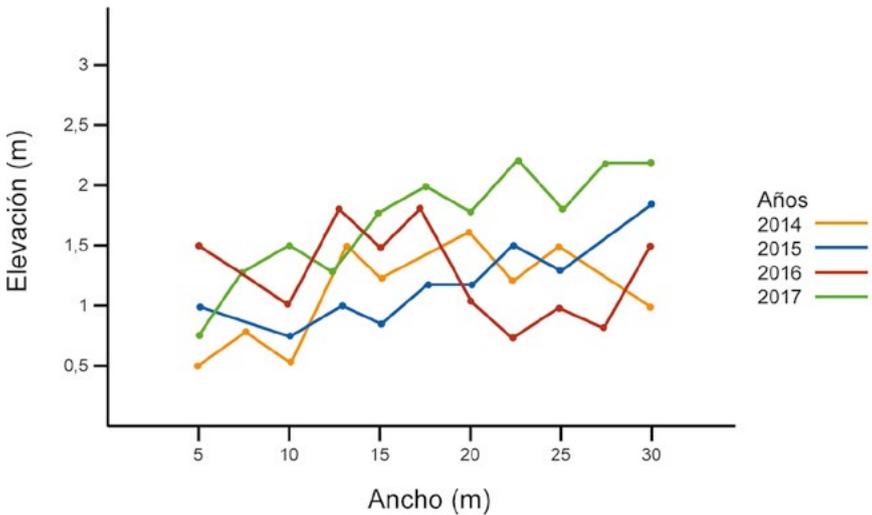
Una vez generado el shapefile (archivo vector) correspondiente a la línea de costa de cada foto o imagen empleada. Se miden las variaciones empleando la extensión de ArcGis denominada Digital Shoreline Analysis System (DSAS).

El análisis de pérdida o ganancia de la línea de costa puede realizarse, a partir del cálculo de extensión de los ecosistemas costeros, mediante la comparación simple entre la zona continental actual y la zona continental de referencia (Invemar, 2003).

## REPORTE DEL INDICADOR

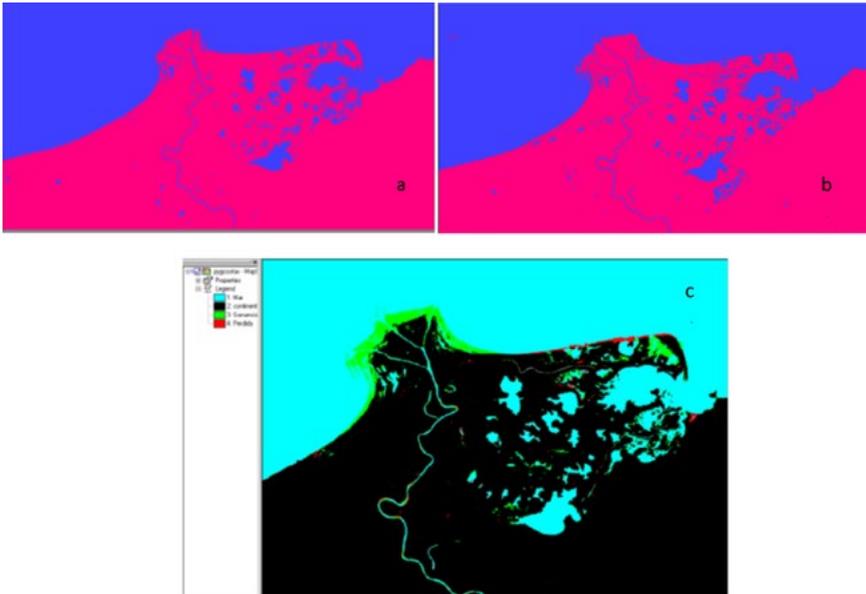
Los perfiles de playa pueden ser reportados a partir de gráficos lineales en donde el ancho de la playa se expresa en el eje de las X y la elevación en el eje Y. Se puede representar para un momento dado o para seriales de datos. Esta representación se utiliza a nivel de sitio (Figura 13).

**Perfil de Playa (Años 2014 - 2017)**



**Figura 13.** Perfil de playa en seriales de datos. Datos no reales, utilizados únicamente a manera de ejemplo.

La variación multianual de la línea de costa, puede graficarse en mapas de Pérdida y/o Ganancia de Línea de Costa (dos momentos) (Figura 14). Esta representación podrá ser utilizada a nivel del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP).



**Figura 14.** a) Línea de Costa Bahía de Cispatá año 1986, b) Línea de Costa Bahía de Cispatá año 2000, c) Pérdida y/o Ganancia Línea de Costa 1986-2000 Bahía Cispatá. Gráficos tomados de Invemar (2003).

## INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR

El análisis de la variación de la línea de costa, tiene como principal objetivo determinar la evolución a largo plazo de todas las playas (contexto local, regional y nacional) y realizar una clasificación de ellas en playas erosivas, acumulativas o en equilibrio. Esta interpretación debe estar estrechamente relacionada con las distintas características naturales de la playa, así como con las condiciones sociales y económicas del entorno en el que se encuentran y logrando obtener una herramienta para la gestión costera.

De acuerdo a las tendencias observadas a partir de análisis multitemporales, identificar sitios prioritarios con eventos de erosión costera, a fin de iniciar ejercicios de monitoreo y seguimiento a las playas a través del protocolo propuesto.

Entre las recomendaciones de manejo ante eventos de erosión y acreción costera, se pueden establecer (de manera general):

- Identificar y confirmar la erosión / acreción costera como un problema.
- Identificar, confirmar y cuantificar la causa del problema.
- Entender los procesos claves de la dinámica costera.
- Determinar las opciones para controlar la erosión / acreción costera.

Analizar el balance de los costos y los beneficios asociados de las opciones para control de la erosión / acreción costera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carranza-Edwards, A. 2010. Causas y consecuencias de la erosión de playas. (p: 36–50). En: Yañez-Arancibia, A. (Ed). Impactos del cambio climático sobre la zona costera. Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México D.F. 200 p.
- Carter, R.W.G. 1988. Coastal environments and introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. London; New York: Academic Press. 617 p.
- Cousi Bou, A. y J. Pintó. 2003. La propagación de la playa de Sa Rivera (Begur, Costa Brava) en los últimos cincuenta años. Actas del XIV Congreso de la AGE. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. 11p.
- CVS, Corpouraba, Invemar, Gobernación de Antioquia y Gobernación de Córdoba. 2006. Diagnóstico y propuesta de solución para la protección del borde costero del Sector de Arboletes entre la Punta de Arboletes (Punta Rey) y la desembocadura del río Jobo. Informe Técnico preparado por la Universidad EAFIT, Medellín. 107 p.
- Doody, P., M. Ferreira, S. Lombardo, I. Lucius, R. Misdorp, H. Niesing, A. Salman, M. Smallegange, J. Sierra, E. Roca, P. Fernández y C. Pérez. 2005. Vivir la erosión costera en Europa: Sedimentos y espacios para la sostenibilidad. Comisión Europea, Luxemburgo. 40 p.
- Eurosion, 2004. Tesaurus de la Costa. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. 75p.
- Guzmán, W., B.O. Posada, G. Guzmán y D. Morales. 2008. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia – PNIEC – Plan de Acción 2009 – 2019. Invemar, Santa Marta. 72 p.
- Invemar. 2003. Hoja metodológica indicador de dinámica de la línea de costa. Proyecto específico: Formulación y diseño del Sistema de Gestión de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (SIGEN). Primera Fase. Santa Marta, Colombia. 64 p.
- Invemar, 2009. Hoja Metodológica Indicador Extensión de Bosque de Manglar. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. Invemar, Santa Marta. 9 pp.
- Kokot, R. 2004. Erosión de la zona patagónica por cambio climático. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 59 (4): 715–726.
- Martínez-Arroyo, A. 2010. Cambio climático y políticas públicas ambientales en zonas costeras y marinas (p: 143–156) En: Yañez-Arancibia, A. (Ed). Impactos del cambio climático sobre la zona costera. Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México D.F. 200 p.
- Posada, B. O y W. Henao. 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe Colombiano. Invemar. Serie Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta. 200 p.
- Posada, B. O., W. Henao y G. Guzmán. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. Invemar, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta. 148 p.
- Posada, B. O., y N. Rangel-Buitrago. 2009. Metodología para el levantamiento de perfiles de playa (p: 55–63). En: Alcántara-Carrió, J., I.D. Correa-Arango, F. I. Mendy, M. Alvarado-Ortega, A.H.F. Klein, A. Cabrera-Hernández y Sandoval-Barlow, R. (Eds.). Métodos en Teledetección aplicada a la prevención de riesgos naturales en el litoral. Servicio de Publicaciones del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Madrid. 297 p.

- Posada, B.O., D. Morales-G y W. Henao-P. 2011. Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano. Invemar. Serie Publicaciones Especiales. No. 24, Santa Marta. 112p.
- Posada, B.O., Díaz, M., Navas, R., Batista-Morales, A., Vivas-Aguas, J., Narváez, S., Perdomo, L, Villamil, C., Orjuela, A., Gómez-López, D.I. y J. Vega-Sequeda. 2012. Estado del ambiente abiótico, calidad de aguas y biodiversidad marina: Indicadores de Estado (p: 27–78). En Invemar (Ed). Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 8, Santa Marta. 203 p.
- Unesco, 2007. Introducción a Guardarenas: Una herramienta educativa para el desarrollo sustentable. Unesco, Mayagüez. 92 p.
- Unesco, 2012. Guardarenas: Adaptarse al cambio climático y educar para el desarrollo sostenible. Unesco, París. 146 p.
- Yañez-Arancibia, A. 2010. Impactos del cambio climático sobre la zona costera. Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México D. F. 200 p.
- Yañez-Arancibia, A. y J. Day. 2010. La zona costera frente al cambio climático – Vulnerabilidad de un sistema biocomplejo e implicaciones en manejo costero. (p: 12 – 35). En: Yañez-Arancibia, A. (Ed). Impactos del cambio climático sobre la zona costera. Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México D. F. 200 p. 15

# Serie de Publicaciones Generales del Invemar

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen I.

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen II.

1. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marinas y Costera (PNIBM)
2. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia
3. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000
4. Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural
5. Libro rojo de peces marinos de Colombia
6. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia
7. Las aguas de mi Ciénaga Grande. Descripciones de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta
8. No asignado
9. Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano: Madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones
10. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia
11. Plan nacional en bioprospección continental y marina
12. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico
13. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos
14. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano: adaptaciones tecnológicas
15. Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas
16. Atlas de paisajes costeros de Colombia
17. Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia

18. Manual del Sistema de Información Pesquera del Invemar: una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero

19. Bacterias marinas nativas: degradadoras de compuestos orgánicos persistentes en Colombia

20. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC)

21. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica (piangua y cangrejo azul)

22. Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién

23. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera-UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano

24. Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano

Sin número. Prioridades de conservación in situ para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano

25. Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano

26. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (PNI EC)

27. Modelo de uso ecoturístico de la bahía de Neganje Parque Nacional Natural Tayrona

28. Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe colombiano

29. Viabilidad de una red de áreas marinas protegidas en el Caribe colombiano

30. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano

31. Ordenamiento ambiental de los manglares en La Guajira

32. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano)

33. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Guapi, Cauca

34. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, Cauca
35. Avances en el manejo integrado de zonas costeras en el departamento del Cauca
36. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira
37. Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca
38. Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park
39. Aves del estuario del río Sinú
40. Cultivo de pectínidos en el Caribe colombiano
41. Informe técnico. Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano
42. Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe
43. Viabilidad socioeconómica del establecimiento de un AMP: la capacidad adaptativa de la comunidad de Nuquí (Chocó)
44. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: Desarrollo etapas I y I
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (CD)
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (cartilla)
46. Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales
47. Contribución a la biología y mantenimiento de peces marinos ornamentales
48. Estrategia para el fortalecimiento del Sistema de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (Proyecto Spincam Colombia)
49. Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú, Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
50. Guía municipal para la incorporación de determinantes ambientales de zona costera en los planes de ordenamiento territorial municipios de San Antero y San Bernardo del Viento
51. Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red Suripera
52. Cuidando la calidad de las aguas marinas y costeras en el departamento de Nariño
53. Lineamientos de manejo para la UAC Estuarina Río Sinú-Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
54. Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano
54. Área de Régimen Común Colombia-Jamaica: un reino, dos soberanos
55. Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias
56. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012
57. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe
58. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas al Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe Colombiano
59. Bases de la investigación pesquera participativa para la construcción de acuerdos de pesca responsable con mallas en el Distrito de Manejo Integrado Bahía de Cispatá
60. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) al plan de acción del Sirap Pacífico
61. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 3: Gobernanza
62. Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación territorial y gestión sectorial de Cartagena de Indias
63. Plan 4C Cartagena de Indias competitiva y compatible con el clima
64. Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias
65. Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Guía para la formulación de planes de adaptación
66. Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICT<sub>AC</sub>)
67. Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT<sub>BM</sub>)
68. Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>)
69. Protocolo Indicador Calidad Ambiental de Agua (ICAM<sub>PPF</sub>)
70. Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*)
71. Protocolo Indicador Riqueza de aves acuáticas
72. Protocolo Indicador Uso de recursos hidrobiológicos





samp  
Subsistema de  
Áreas Marinas  
Protegidas

<http://cinto.invemar.org.co/samp/>



@AreasMarinasCOL



[www.facebook.com/AreasMarinasCOL](http://www.facebook.com/AreasMarinasCOL)

