

ÁREA TEMÁTICA: INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

# Vulnerabilidad de playas: Relaciones entre indicadores morfodinámicos, ecosistémicos y erosión.

Beach vulnerability: Relationships between morphodynamic, ecosystem indicators and erosion

Faggi, Ana Maria | Facultad de Ingeniería, Universidad de Flores, Argentina.

Contacto: [afaggi2003@yahoo.com.ar](mailto:afaggi2003@yahoo.com.ar)

 <https://orcid.org/0000-0002-0594-4495>

## RESUMEN

Se analizaron treinta y siete playas bonaerenses y patagónicas clasificadas como urbanas, de poblado y rurales para explorar las relaciones entre vulnerabilidad de la playa, los cambios inducidos por el hombre, las acciones de gestión e indicadores medioambientales como amortiguación de tormentas, estabilidad litoral, disipación de energía del oleaje, junto a calidad ambiental, hábitat, especies, legado histórico o geológico.

Se consideraron las relaciones entre los indicadores sintético AED y el CAHEP. Los resultados muestran correlaciones positivas entre todos los indicadores, destacándose el fuerte carácter integrador del CAHEP respecto a la dinámica y gestión del sistema costero.

## ABSTRACT

Thirty-seven Buenos Aires and Patagonian beaches classified as urban, populated and rural were analyzed to explore the relationships between beach vulnerability, human-induced changes, management actions and environmental indicators such as storm buffering, coastal stability, wave energy dissipation, along with environmental quality, habitat, species, historical or geological legacy.

The relationships between the synthetic AED and the CAHEP indicators were considered. The results show positive correlations between all indicators, highlighting the strong

Recibido: 30/03/2026 | Aceptado: 12/06/2026 | Publicado: 29/06/2026

DOI: <https://doi.org/10.64876/radi.v27.5>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



integrative nature of CAHEP with respect to the dynamics and management of the coastal system.

**Palabras clave:** Indicadores, Urbanización litoral, Cambio climático.

**Keywords:** Indicators Coastal urbanization, Climate change.

## INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras son entornos de alta productividad natural y activos económicos fundamentales que atraen turismo pero que enfrentan amenazas crecientes debido al cambio climático, que impacta en el aumento del nivel del mar, tormentas más intensas y erosión costera. En las últimas décadas la vulnerabilidad a la erosión costera constituye una amenaza creciente frente al incremento de la urbanización que modifica la dinámica de los procesos naturales y causa desequilibrio. Como señalara Escofet (2004) es preciso poder predecir el modo en que estos sistemas responderán ante los cambios ambientales para guiar un mejor planeamiento.

La mayoría de las ciudades costeras pampeanas y patagónicas están expuestas a erosión, en especial donde la ocupación urbana ha avanzado sobre cadenas de médanos o costas acantiladas, modificando las condiciones originales con infraestructura diversa que interfiere con la dinámica natural (Codignotto, 2004). En todas las localidades se observa una interdependencia entre condiciones severas de erosión y tramos urbanos asociada a la instalación de desagües pluviales, aberturas artificiales con cortes en playa y berma, eliminación de vegetación natural y médanos (Monti 2011). Para gestionar eficazmente la erosión, es crucial comprender que las playas son sistemas dinámicos que dependen de un equilibrio de sedimentos. Las fuentes de arena que aportan los ríos, la producción biogénica de caracoles y corales y la erosión de acantilados deben equilibrarse con la extracción minera, la pérdida en aguas profundas o depósitos en estuarios (Gutiérrez Goizueta et al., 2025).

En los sectores más urbanizados del litoral bonaerense, la cadena de médanos ha sido eliminada para instalar avenidas costaneras, con el aumento de la erosión de las playas (Dadon, 2011). En Villa Gesell, Marcomini y López (1998) encontraron que las sudestadas favorecían la erosión, especialmente en playas céntricas donde la destrucción de los médanos por urbanización no permitía la recuperación de la playa por acción eólica. Advertieron que la berma estable en la playa distal resultaba un indicador sensible para evaluar la recuperación natural frente a los fenómenos erosivos, salvo en aquellos sectores marcadamente afectados por urbanización,

El turismo, el cual paradójicamente, ha sido a menudo responsable de la degradación costera mediante construcciones mal planificadas, depende directamente de que los servicios ecosistémicos costeros se mantengan, lo que requiere un cambio hacia modelos de turismo azul y regenerativo.

El objetivo de este artículo es explorar en el litoral bonaerense y patagónico cómo difiere la vulnerabilidad en playas urbanas, de poblados y rurales y revelar relaciones subyacentes que vinculan a la vulnerabilidad, con cambios inducidos y acciones de ges-

ción, para comprender mejor la relación entre estos indicadores y variables ecosistémicas funcionales clave de las playas.

## METODOLOGÍA



Este artículo se basa en los puntajes de diferentes variables de las playas argentinas urbanas, de pueblo y rurales incluidas en la base de datos del Ranking de Playas (2025) (Oliveira & Botero, 2025). Se analizaron treinta y siete playas para explorar las relaciones entre vulnerabilidad de la playa, los cambios inducidos por el hombre, las acciones de gestión e indicadores medioambientales como amortiguación de tormentas, estabilidad litoral, disipación de energía del oleaje, junto a calidad ambiental, hábitat, especies, legado histórico o geológico dentro del marco conceptual de la playa como sistema multifuncional complejo. Comprende localidades turísticas bonaerenses y patagónicas con la primera línea urbana costera dominada por usos residenciales vinculados casi exclusivamente al ocio y al turismo promovidos por la accesibilidad directa a la playa asociadas a sistemas de dunas o acantilados. La fiabilidad, el método de muestreo y la validación de esta base de datos pueden verse en los Rankings publicados (Oliveira & Botero, 2025).

Para examinar los posibles efectos que diversas variables tienen sobre la vulnerabilidad de la playa ligados a factores ambientales y socioecológicos, se seleccionaron diez variables de las dimensiones de Protección y Conservación del Ranking: Amortiguación de tormentas (A), Estabilidad del litoral (EL), Disipación de la energía (DE), Cambios inducidos (CI), Vulnerabilidad (V), Calidad Ambiental (CA), Acciones de Gestión (AC), Hábitat (H), Especies (SP) y Patrimonio (P). Cada variable fue puntuada en una escala del 1 (pobre) al 5 (excelente) según protocolos de evaluación estandarizados (Oliveira & Botero, 2025).

Se utilizaron valores medios de las variables para tres tipos de playas: urbanas (n=21), de poblado (n=11), rurales (n=5).

**Tabla 1. Tipos de playas a considerar para su aplicación en el Indicador de Calidad de Playa.**

Tipo de playa	Playas relevadas
<p><b>Urbana:</b> Ubicada dentro o adyacente a una zona urbana, con acceso libre, servicios públicos bien establecidos y un distrito central de negocios claramente definido.</p> 	<p>Las Grutas, Monte Hermoso, California Beach, Camet Norte-La Caleta, Las Toninas, Mar del Tuyu, Miramar centro, Ostende, Parquemar, Pinamar centro, Playa Acevedo, Playa Constitución, Playa de la reserva del puerto, Playa Grande, Playa Popular, Puerto Cardiel, Puerto Madryn, San Sebastián, Santa Teresita, Sun Rider, Varese</p>

<p><b>Poblado:</b> Situada fuera del área urbana principal y asociada a una población pequeña pero permanente, cuenta con servicios comunitarios a pequeña escala y se puede llegar a ella tanto en transporte público como privado.</p> 	<p>Aguas Verdes, Valeria del Mar, Puerto Pirámides, Playa Serena, Playa Alfar, Cariló, Mar Chiquita, Costa del Este, Hijos del Mar, La Boca, Costa Esmeralda</p>
<p><b>Rural:</b> Situada fuera de entornos urbanos o de pueblo; no es fácilmente accesible por transporte público y tiene pocas o ninguna instalación. Hay poco o ningún desarrollo a lo largo de la playa, aunque puede haber algunas casas.</p> 	<p>Balneario San Cayetano, Punta Perdices, Playa Las Canteras, Playa El Doradillo, Centinela del Mar</p>

## Variables analizadas

### **Dimensión Protección**

*Amortiguación de tormentas:* Evalúa la capacidad de la playa para defenderse y resistir a los temporales. El menor puntaje de esta variable se da cuando el ancho es estrecho; muy inclinado, sin dunas, la playa es muy reflexiva a diferencia de otra de ancho amplio, pendiente suave con la presencia de varias dunas fijas.

*Estabilidad de la línea de costa a lo largo del tiempo:* los menores valores de la variable se dan cuando hay erosión (>1m/año); la vulnerabilidad es muy alta y hay más de 3 defensas costeras.

*Cambios humanos inducidos en la playa y sus alrededores:* Los menores valores refieren a superficies impermeables >60%; cambios severos en tamaño de granos; o si se han dado más de 3 alimentaciones artificiales. La situación óptima se alcanza cuando la superficie impermeable es <5%; no hay alteraciones en el grano ni en el volumen de arena.

*Disipación de la energía de olas:* Identifica la presencia de elementos como dunas, marismas, acantilados que absorben energía de olas. El puntaje mayor se alcanza con alta protección y cobertura de dichos elementos y playas de arena fina o media.

*Vulnerabilidad:* Evalúa la ocurrencia y la frecuencia de eventos como tormentas, huracanes, la tasa de erosión y del aumento del nivel del mar, que pueden generar impactos en un sitio. Los valores más bajos de esta variable ocurren ante tormentas nocivas frecuentes; ascenso del mar >20 mm/año; playa vulnerable a erosión.

En esta dimensión es preciso tener en cuenta que la amortiguación de tormentas, disipación de energía y estabilidad del litoral describen la capacidad natural de la playa para proteger la costa. En tanto que los cambios inducidos por acción humana pueden debilitar o alterar esa capacidad. Todo esto se integra en el concepto de vulnerabilidad, que mide qué tan expuesta o frágil es la playa ante impactos.

### **Dimensión Conservación**

*Calidad ambiental:* Evalúa la calidad general del ambiente, identificando el ruido, la contaminación atmosférica y la eutrofización. El puntaje más alto se alcanza en playas prístinas; sin urbanización; alteraciones ni contaminación cercana.

*Acciones de Gestión:* Se refiere a los instrumentos públicos y a la normativa sobre el uso y la conservación de la playa. Los valores más bajos se dan cuando hay ausencia de acciones de gestores públicos. En contraposición un código de conducta claro y visible; reglamento de la playa probado e implementado; actividades educativas con alto compromiso institucional; presencia de áreas protegidas cercanas a la playa permiten valorar con puntaje máximo.

*Hábitat:* Evalúa el estado de los hábitats de la playa. Ecosistema colapsado vs. hábitats funcionales, conectados; muy bien conservados. en este último caso con el mayor puntaje.

*Especies:* En la valoración se examina la riqueza y abundancia de especies en una zona e identifica la presencia de especies nativas e invasoras. Los mayores valores se obtienen cuando hay buena cobertura de nativas.

*Patrimonio:* Los mayores valores se atribuyen a playas con alto interés geológico, cultural e histórico con buena conservación.

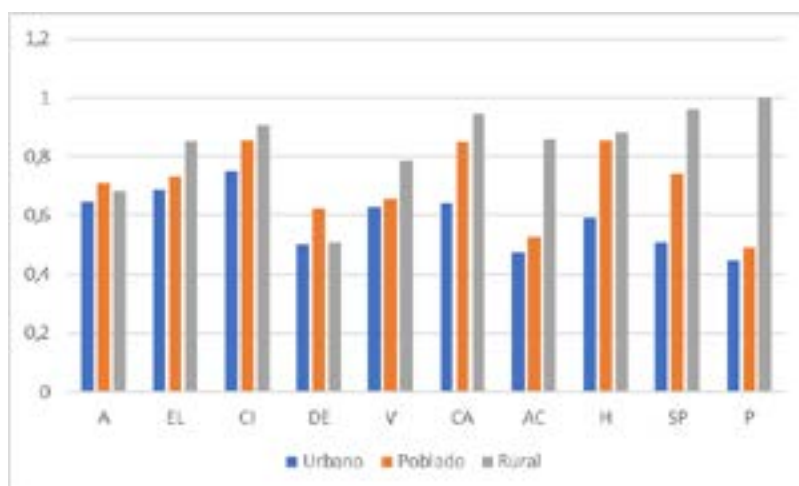
Para los análisis de correlación entre las variables Cambios inducidos, Vulnerabilidad y Acciones de Gestión con el resto de las variables, se calcularon dos indicadores AED (indicador morfodinámico) que promedia los promedios de amortiguación, estabilidad y disipación de la energía de olas y CAHEP indicador sintético que considera a los promedios de las variables Calidad ambiental, Hábitat, Especies, y Patrimonio. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) entre todas las variables.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados muestran que en las variables de la dimensión Conservación (Calidad Ambiental, Acciones de gestión, Hábitat, Especies y Patrimonio) los valores aumentan inversamente con el gradiente de urbanización (Tabla 1).

**Tabla 1 Promedio de los puntajes alcanzados en cada variable en playas de los sectores urbano, de poblado y rural.**

	A	EL	CI	DE	V	CA	AC	H	SP	P
Urbano	0,644	0,686	0,749	0,502	0,625	0,641	0,476	0,59	0,506	0,447
Poblado	0,709	0,733	0,855	0,624	0,655	0,848	0,527	0,855	0,739	0,491
Rural	0,68	0,853	0,907	0,507	0,787	0,947	0,86	0,88	0,96	1



**Figura 1: Comportamiento de las variables estudiadas en las tres tipologías de playas.**

A: Amortiguación de tormentas, EL: Estabilidad de la línea de costa, CI: Cambios inducidos, DE: Disipación de energía, V: Vulnerabilidad, CA: Calidad ambiental, AC: Gestión, H: Hábitat, SP: Especies, P: Patrimonio.

Las mejores condiciones se dan en las playas rurales, donde hay presencia de dunas y acantilados en buen estado de conservación, abundante cobertura de vegetación, favorables hábitats para la biodiversidad que van a acompañados con acciones de gestión que los favorecen (Tabla 1, Figura1).

En la dimensión de Protección, las variables Estabilidad de la línea de costa, Cambios realizados por el hombre, Vulnerabilidad siguen igual tendencia, a excepción de Amortiguación de tormentas y Disipación de la energía que, en las playas de poblado, por características naturales, se alcanzan los mejores valores que superan a las otras tipologías de playas (Figura 2).



**Figura 2: Valeria del Mar, playa de poblado. Playa ancha y presencia de bermas que amortiguan tormentas.**

En la Tabla 2 se introducen los valores de los indicadores compuestos AED y CAHEP, los cuales se incrementan con menor urbanización.

**Tabla 2 Promedio de los puntajes de Vulnerabilidad, Acciones de gestión, Cambios inducidos y los indicadores compuestos AED y CAHEP.**

	CI	V	AC	CAHEP	AED
Urbano	0,749	0,625	0,476	0,5463	0,61
Poblado	0,855	0,655	0,527	0,7333	0,689
Rural	0,907	0,787	0,86	0,9467	0,68

CI: Cambios inducidos, V: Vulnerabilidad, AC: Gestión: AED Sumatoria promedio de A: Amortiguación de tormentas, EL: Estabilidad de la línea de costa, DE: Disipación de energía, CAHEP Sumatoria promedio de CA: Calidad ambiental, H: Hábitat, SP: Especies, P: Patrimonio.

**Tabla 3 Correlaciones de Pearson calculadas con los datos.**

	Cambios	Vulnerabilidad	Gestión	AED	CAHEP
AED	0,91	0,56	0,52	1	0,79
Cambios	1	0,85	0,83	0,91	0,97
Vulnerabilidad	0,85	1	1	0,56	0,95
Gestión	0,83	1	1	0,52	0,94
CAHEP	0,97	0,95	0,94	0,79	1

La tabla 3 muestra las relaciones principales entre variables. La relación entre vulnerabilidad y gestión es prácticamente perfecta ( $r = 1$ ). El indicador morfodinámico AED que promedia los promedios de amortiguación, estabilidad y disipación de la energía de olas presenta una fuerte correlación con los cambios inducidos ( $r = 0,91$ ) y alta con CAHEP (0,79). En contraposición con Vulnerabilidad (0,56) y Gestión (0,52) la correlación es moderada.

El indicador que da cuenta de las características ambientales y la biodiversidad CAHEP muestra correlaciones muy altas con todas las variables: cambios inducidos ( $r = 0,97$ ), vulnerabilidad ( $r = 0,95$ ), acciones de gestión ( $r = 0,94$ ). Resulta ser un indicador más integrador ya que captura casi todo el sistema.

La **vulnerabilidad** de una playa es el resultado de cómo interactúan su capacidad natural de **disipar energía y amortiguar tormentas**, su **estabilidad en el tiempo**, la recuperación de la cubierta vegetal y los **cambios inducidos por el ser humano (Monti 2011)**.

La relación entre vulnerabilidad y calidad ambiental, acciones de gestión, hábitat, especies y patrimonio es clave porque la conservación influye directamente en la vulnerabilidad de la playa. Si bien estos conceptos pertenecen a dos dimensiones distintas: vulnerabilidad es una dimensión de protección y el resto de las variables a la de conservación, la relación entre ellos es clave porque la conservación influye directamente en la vulnerabilidad de la playa.

A mejor estado de conservación, menor vulnerabilidad. Esto se debe a que los elementos de conservación sostienen la resiliencia ecológica, que permite a la playa resistir impactos como erosión, tormentas o aumento del nivel del mar. Una buena gestión basada en políticas, normativas y manejo de la playa (protección, educación, regulación) reduce riesgos (Dadon, 2011).

Hábitats de dunas, marismas, acantilados conservados protegen contra oleaje y erosión. Una alta biodiversidad garantiza un ecosistema más estable y resiliente, donde la presencia de especies nativas es un indicador de salud del sistema y de equilibrio ecológico (Faggi y Perelman, 2023), mientras que valores geológicos, culturales e históricos mantenidos suelen implicar presión humana baja.

Las variables amortiguación de tormentas, disipación de energía y estabilidad del litoral describen la capacidad natural de la playa para proteger la costa. Cambios inducidos por acción humana pueden debilitar o alterar esa capacidad (Figura 3). Todo esto se integra en el concepto de vulnerabilidad, que mide qué tan expuesta o frágil es la playa ante impactos.



**Figura 3: Avance excesivo de servicios de sombra y pasarela sobre dunas en Pinamar.**

La disipación de energía (DE) es la capacidad de la playa por presencia de dunas o de pendientes suaves de absorber la energía de las olas. Si la disipación es alta, hay menos impacto del oleaje.

La amortiguación de tormentas, que es el efecto durante eventos extremos, depende en gran parte de la disipación. Describe cómo la playa resiste temporales y protege el interior. A mayor disipación junto a buenas condiciones geomorfológicas, habrá mejor amortiguación. La estabilidad del litoral es el resultado en el tiempo: refleja si la costa se mantiene, avanza o retrocede (erosión). Buena amortiguación + buena disipación = mayor estabilidad.

Los cambios inducidos son factores de presión y son las modificaciones humanas por urbanización, obras, o alteración de sedimentos. Pueden: reducir la disipación de energía, afectar la amortiguación y generar erosión, lo que lleva a menor estabilidad del sistema.

La vulnerabilidad es la síntesis del sistema: Integra todo lo anterior (Figura 4). Si hay mala disipación, baja amortiguación, alta intervención humana, poca estabilidad, entonces la vulnerabilidad es alta. Esto se verá incrementado con la frecuencia de tormentas y aumento del nivel del mar.

Indicadores sintéticos como el AED y el CAHEP permiten integrar estas dimensiones y evaluar el estado del sistema costero. Los resultados evidencian que ambos indicadores propuestos AED y CAHEP se relacionan con las variables analizadas, aunque con diferente alcance: El AED parece capturar principalmente la dinámica de cambios inducidos, en tanto que CAHEP actúa como un indicador más integral, reflejando no solo cambios sino también condiciones de vulnerabilidad y respuestas de gestión.



Figura 4: Modelo conceptual que relaciona la vulnerabilidad con variables que protegen y conservan la costa.

## CONCLUSIONES

En la gestión de playas, para abordar la problemática de la vulnerabilidad de las localidades costeras frente a la erosión, se requiere comprender la interacción entre procesos físicos, ecosistémicos, presiones antrópicas y respuestas de manejo. Se concluye que hay una alta relación entre todos los indicadores analizados. Mientras que el indicador morfogenético AED presenta mayor especificidad en la representación de cambios inducidos, CAHEP compuesto de características ambientales y ecosistémicas se destaca como un indicador integrador del sistema costero. Estos indicadores pueden ser útiles para el monitoreo aplicado a la gestión de playas.

## AGRADECIMIENTOS

A Camilo Botero y Elaine Oliveira por ser los pilares del Ranking de Mejores Playas, a los colegas participantes en la evaluación de playas argentinas y a la UFLO por la financiación del proyecto de investigación.

## REFERENCIAS

- Codignotto, J. O. (2004). Erosión costera. En M. A. Gonzáles & N. Bejerman (Eds.), *Peligrosidad geológica en Argentina*. ASAGAI.
- Dadon, J. (2011). *Ciudad, paisaje, turismo: Frentes urbanos costeros. La gestión ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras*. Nobuko.
- Escofet, A. (2004). Marco operativo de macro y mesoescala para estudios de planeación de zona costera en el Pacífico mexicano. En G. Rivera Arriaga et al. (Eds.), *El manejo costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS, Universidad de Quintana Roo.
- Faggi, A., & Perelman, P. (2023). Los servicios ecosistémicos del verde urbano costero y su relación con el cambio climático. En J. Dadon & R. Fèvre (Eds.), *Adaptación al cambio climático* (pp. 2–20). FADU-UBA.
- Gutiérrez Goizueta, G., Castaño, J., Van Rooijen, A., Franca de Abreu, C., Rendle, E., Jongman, B., Gonzalez Reguero, B., & van Zanten, B. (2025). *Soluciones basadas en la naturaleza para la estabilización de playas: Oportunidades para el sector turístico*. Banco Mundial.
- Marcomini, S., & López, R. (1998). Influencia de la urbanización en la dinámica costera, Villa Gesell, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 4(2), 79–96.
- Monti, A. J. A. (2011). Geoindicadores de erosión costera en el litoral urbanizado pampeano y patagónico. En J. Dadon (Ed.), *Ciudad, paisaje, turismo: Frentes urbanos costeros*. Nobuko.
- Oliveira, E. B., & Botero, C. M. (2025). *Reporte de evaluación del ranking mejores playas de 2025*. Centro Internacional de Formación en Gestión y Certificación de Playas. <https://rankingmejoresplayas.com/>