

# Impactos ambientales en la tira litoral de la costa por acción antrópica en la ciudad de Trujillo, Perú

## *(Environmental Impacts on the Littoral Coastal Strip by Anthropogenic Action in the City of Trujillo, Perú)*

Carlos A. Bocanegra García<sup>1</sup>, Bilmia Veneros Urbina<sup>2</sup>, Zoila Culquichicón Malpica<sup>3</sup>

### Resumen

En la presente investigación se describen y analizan los impactos de la transformación antrópica de la franja costera litoral de la ciudad de Trujillo, debido a la construcción y ampliación sistemática de una estructura rígida denominada molón retenedor de arena en el puerto de Salaverry. Se describen y analizan los impactos de la transformación antrópica de la franja y sus consecuencias debido a la construcción del molón retenedor. Se utilizaron imágenes satelitales, fotografías y cartas hidrográficas para el análisis buscando concientizar e incentivar a científicos, autoridades y ciudadanía en general sobre la conservación de la costa y el salvamento de esta. Los principales impactos están relacionados con la modificación de la línea de costa a los que se adicionan la destrucción de playas y la alteración de los ecosistemas. La erosión como fenómeno ha ido afectando a muchas áreas costeras, pero en esta en particular, el problema se ha acrecentado y parece no detenerse, aun cuando se conocen todos los aspectos e impactos climáticos que esto pueda generar, tales como desestabilizar los hábitats naturales y cambiar las conductas de las mareas, direccionándolas a áreas no previstas.

### Palabras clave

Impactos, antrópica, franja costera litoral, erosión; ecosistemas.

### Abstract

*The present research describes and analyzes the impacts of the anthropic transformation of the coastal strip of the city of Trujillo, due to the systematic construction and expansion of a rigid structure called sand retaining mill in the port of Salaverry. It is described and analyzed the impacts of the anthropic transformation of the strip and its consequences due to the construction of the retention molon. Satellite images, photographs and hydrographic charts were used for the respective analysis seeking to raise awareness and encourage scientists, authorities and citizens in general to conserve the coast and save it. The main impacts are referred to the modification of the coast line, adding the destruction of beaches and the alteration of ecosystems. Erosion as a phenomenon has been affecting many coastal areas, but in this one in particular the problem has increased and seems not to stop even knowing all the aspects and climatic impacts that this may generate, destabilizing natural habitats and changing the behavior of the tides by directing them to unforeseen areas. With the problem posed.*

### Keywords

*Impacts, anthropic, coastal strip, erosion, ecosystems.*

## 1. Introducción

Entre los años 50 y 60, la empresa Whimpey construyó el puerto de Salaverry, pero años después surgieron dos problemas: olas grandes y arenamiento. Además, la búsqueda de solución a estos problemas ocasionó nuevos inconvenientes. Entre las soluciones se propuso que, paralelo a construir rompeolas, debería haberse construido un retenedor de arena para solucionar el problema del puerto, así como la construcción del rompeolas al noroeste, para disminuir las

1 Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú [carlosbocanegrargarcia2020@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-9063-7600]  
2 Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú [bilmia.venurb@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-7367-3239]  
3 Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú [culquichiconzoila@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4822-1254]

olas grandes en el puerto, y un retenedor de arena al suroeste, para evitar el arenamiento del puerto.

Todo lo que se construye en un espacio natural tiene efectos secundarios en otra zona; para evitar esto deben llevarse a cabo estudios que evalúen estos efectos antes de construir (Khalafallah et al., 2020). Las costas, en líneas generales, se han desgastado por la acción de las aguas del mar en todos los litorales. En el puerto de Salaverry se tiene previsto ejecutar dos obras complementarias: 1. Por medio de un sistema de *bypass*, trasladar hacia el norte la arena que era retenida al sur y 2. Construir varios espigones hacia el norte, en forma continuada, para distribuir la arena y evitar la erosión. (Bocanegra, 2016).

La arena viaja constantemente hacia el norte con la corriente del mar, pero en el litoral liberteño, específicamente en esa zona, se produce un traslado de arena de aproximadamente 1 000 000 m<sup>3</sup> al año; con el retenedor se trasladarían aproximadamente 600 000 m<sup>3</sup>. Como se puede apreciar, desde 1980, se quedarían en el lado sur del retenedor 400 000 m<sup>3</sup> cada año, lo que significaría que 12 000 000 m<sup>3</sup> se habrían quedado en el sur en estos 30 años. En la Figura 1 se observa la distribución de la arena retenida.

**Figura 1.** Vista panorámica de Salaverry, donde se aprecia la arena retenida estos últimos 30 años

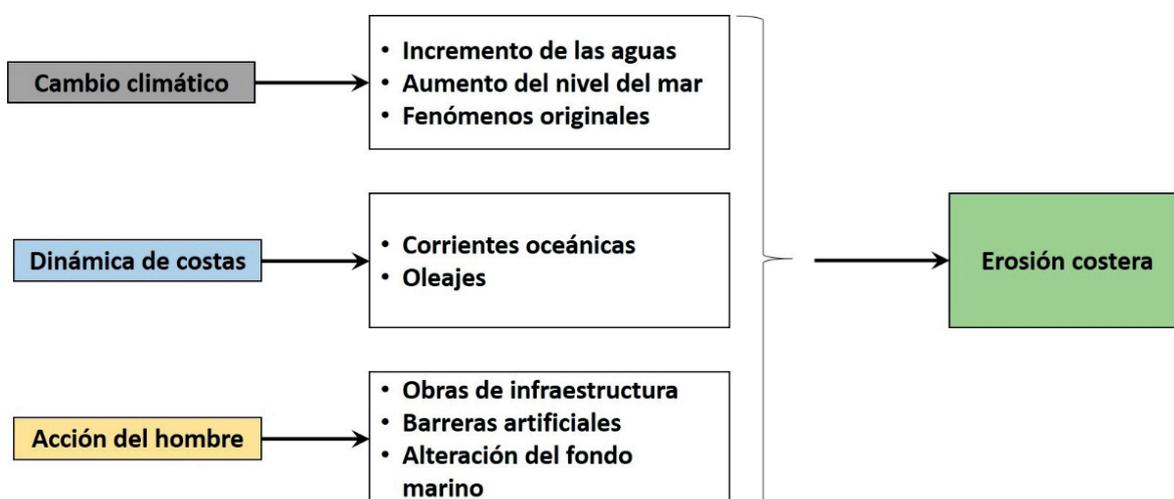


Son varios los factores que influyen en el proceso de erosión de las costas ocasionando, adicionalmente, sedimentación marina y destrucción de playas: la dirección de incidencia de las olas y la corriente marina. En el litoral de Trujillo una de las corrientes con mayor influencia es la corriente de Humboldt; esta repercute porque transporta sedimentos sólidos en el sentido sur-norte que, a lo largo del recorrido, arrastra por todas las cuencas fluviales de la zona (Bocanegra, 2016). Esta misma corriente, en primera instancia, no solo erosiona las costas, sino que va depositando sedimentos provenientes de otras cuencas fluviales, por cuanto el proceso

continuo es el causante de las morfologías de las playas. Si a ello se suman las construcciones hechas por el ser humano, el desgaste es mayor y la erosión y la acumulación de arena ocurre en grandes dimensiones (Grafals, 2018; Lu et al., 2019). En el esquema de la Figura 2, se puede observar en detalle los factores que influyen en el proceso de erosión.

El proyecto de instalación del puerto en el litoral marino de Salaverry por décadas ha causado impactos positivos en la economía local, pero también impactos negativos en el ecosistema natural y en las zonas urbanas. Esto significó la pérdida de las playas en Las Delicias, Buenos Aires y el comienzo de la destrucción de la playa de Huanchaco (Bocanegra, 2016). En esta investigación, se analizó la construcción y expansión sistemática de un rompeolas que retiene arena, que no solo retuvo sedimentos, sino que cambió la dirección actual y el tren de olas destruyendo la marina litoral y el ecosistema en forma gradual, lo que causó nuevos inconvenientes.

**Figura 2.** Factores que influyen el proceso de erosión



Se sabe que los sistemas litorales constituyen ambientes o áreas de transición entre el sistema marino y terrestre (Palau, 2018). Conceptualmente son ecotonos, fronteras ecológicas que son caracterizadas por procesos intensivos de intercambio de materia y energía (Jiao & Post, 2019). Estos son ecosistemas muy dinámicos, constantemente en evolución y cambio. Entre los procesos que afectan en el considerable dinamismo de la costa y de estos sistemas, se destacan los geomorfológicos, diferenciando dos tipos de costa: de erosión (acantilados) y de sedimentación (playas, bancos de arena y humedales) según Gómez-Robledo (2016).

Hay múltiples investigaciones en varias latitudes sobre los impactos humanos en la costa marina litoral como la construcción de embalses, en el Mediterráneo, y otras estructuras portuarias que tienen erosión generada y pérdida de playas, en América Central y América del Sur (Guerrero-Padilla et al., 2013). Aparte, Merlotto & Verón (2008) reportaron los mismos problemas en la costa argentina, donde se representa un retroceso de la línea del litoral por la erosión, lo que representa pérdidas innumerables. En el estudio realizado por Escudero-Castillo et al. (2018) sobre la erosión costera en Cancún se muestra la estrecha relación que existe entre la erosión de la playa de Cancún, desde finales de los años 70 y la alteración espacial y temporal de los servicios de protección del ecosistema desencadenada por la intervención antropogénica en la isla barrera. Un caso muy similar ocurre en la zona costera del Caribe colombiano,

donde a la morfología de la costa cambiante se le adicionan los sedimentos de los ríos cercanos y la erosión propia los alisios que llegan a esa zona (Posada & Henao, 2008). En Perú, hay conocimiento de este problema asociado principalmente a la ocupación del cinturón costero (Sánchez et al., 2010).

Si bien es cierto el molón causa un problema de erosión severa en la costa, no es todo el origen del problema; también la arena, como parte del depositario de los sedimentos que se extraen del dragado en la zona para la circulación de los barcos de cargas, genera circunstancias adicionales y acrecienta esta problemática causando un desequilibrio dinámico de la costa (Castro, 2015), como se puede observar en la Figura 3.

Los cambios realizados generan una interrogante respecto del estado de salud ambiental, particularmente en relación con el contenido de metales acumulados en el lecho marino (Boretto et al., 2018). Para la biota marina, los humanos y el ecosistema en general, como parte fundamental de este problema de las fuentes antropogénicas están inicialmente los metales pesados provenientes de desechos domésticos, agrícolas e industriales. Con esta perspectiva, se conoce que los sedimentos reaccionan como recursos secundarios de contaminación en el medio ambiente marino (Rodríguez-Alza et. al., 2016). Las actividades de dragado de sedimentos implican un proceso de extracción, erosión, transporte y disposición final, los cuales generan impactos ambientales negativos en los ecosistemas marinos. Lo peligroso es no llevar a cabo el debido estudio de impacto ambiental que asegure su minimización. Este hecho ocurrió en el 2011 en el puerto Salaverry (Perú), lo que significó contaminación con metales pesados en el agua superficial, los sedimentos y la fauna litoral. Los valores de los contaminantes químicos superaron los estándares internacionales, lo que pone en alto riesgo la salud pública (Bocanegra, 2016).

**Figura 3.** Dragado de la zona del puerto de Salaverry.



Detectar metales en los sedimentos o en la biota marina es el indicativo de los contaminantes que están en el medio ambiente y de los impactos que puedan generar. Los metales y trazas, siempre que su concentración sea elevada, van a generar alteraciones del equilibrio ecológico y biogeoquímico del ecosistema (Zúñiga, 2017). En otros estudios hechos en Chile, en la playa del Paraíso, antigua playa el Carboncillo, se presentaron los impactos similares con altas concentraciones de metales tanto en sedimentos como de biota por el tráfico del transporte

del puerto de Antofagasta (Rivas, 2015). La fabricación de la playa artificial cambió los causales porque no existía transporte o tráfico, y esto contribuyó a disminuir el cambio físico del lugar (Cruz, 2015). Sin embargo, según estándares internacionales establecidos para otros ambientes (As:  $6 \mu\text{g g}^{-1}$ , Pb:  $35 \mu\text{g g}^{-1}$  y Zn:  $103 \mu\text{g g}^{-1}$ ), los valores obtenidos de As, Pb y Zn siguen siendo altos y peligrosos (Lanire, 2015).

En las últimas décadas se han desarrollado procedimientos técnicos a nivel internacional como consecuencia de este problema. La misión ha sido proteger a la biota marina de todas las causas nocivas producidas por el uso de sustancias químicas contaminantes; evaluar y comparar los patrones de distribución espacial de sedimentos contaminados, y, diseñar y aplicar programas de monitoreo y remediación (Delshab et al., 2017; Rainbow & Furness, 2018; Rainbow, 2018). En otros países, como, por ejemplo, en Chile está en discusión un proyecto de ley sobre las normas de calidad de sedimentos marinos y lacustres donde se muestran concentraciones de metales correspondientes. Por el contrario, en Perú, se avanza poco y existen muchas inconsistencias en este sentido.

El problema de la erosión que se viene produciendo, más los impactos de la transformación antrópica de la franja y las consecuencias, a corto y a largo plazo, que pueda ocasionar la construcción del molon retenedor, dan énfasis a la investigación.

## 2. Metodología

La investigación incluyó el área entre el puerto de Salaverry ( $8^{\circ} 13' 27'' \text{S}$  y  $78^{\circ} 59' 52'' \text{W}$ ), Huanchaco ( $8^{\circ} 03' 38'' \text{S}$  y  $78^{\circ} 56' 58'' \text{W}$ ). Para comparar los puntos de variación de la costa, se utilizaron los planos comparados en el tiempo con registros satelitales para evaluar los impactos en el ecosistema. En la Figura 4 se observa una imagen del área de estudio.

**Figura 4.** Ubicación del área de estudio



El enfoque del entorno histórico que fue empleado consistió en ver las condiciones de la estructura, del medio ambiente y de la intervención humana, factores coadyuvantes en la intervención.

Para la investigación se elaboró un análisis documental. Se reunieron y analizaron las informaciones referentes a la zona por investigar, con mapas obtenidos del Google Earth, revisión bibliográfica de la Municipalidad Distrital de Trujillo y del Instituto de Hidráulica Ambiental (HD CANTABRIA). Se hizo el reconocimiento y delimitación del área de la costa de litoral de Trujillo, además de recopilar de datos y tomar fotografías del área de estudio resaltando el impacto ambiental producido por la erosión costera.

### 3. Resultados

#### *Impactos ambientales*

Inicialmente, se pudo constatar la transformación a todo lo largo del litoral costero. La construcción y expansión sistemática del rompeolas de retención de arena en el puerto Salaverry ha cambiado la costa por detener la reubicación de sedimentos; esta estructura actualmente mide 1050 m. En la Figura 5 se observa la vista del retenedor de arena rompeolas del puerto de Salaverry.

**Figura 5.** Vista del retenedor de arena rompeolas de Puerto Salaverry



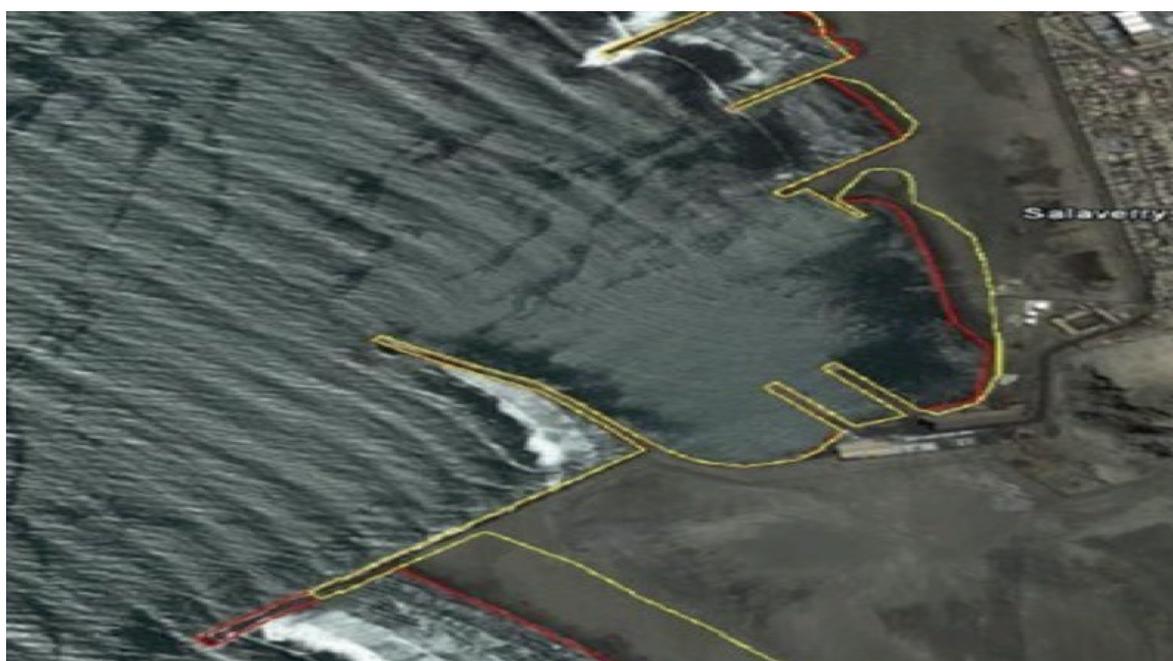
La construcción del rompeolas al inicio ha retenido más de 90 000 000 m<sup>3</sup> de arena para el sur del puerto y ha erosionado la parte norte modificando también la costa. Actualmente 60 000 000 m<sup>3</sup> de arena se han acumulado en el puerto de Salaverry y que pertenecen a las playas de Trujillo.

En las Figuras 6 y 7, la línea amarilla representa la línea anterior de la construcción del rompeolas y la roja está después del rompeolas. Se ve cómo se ha modificado y movilizado la arena sustancialmente a través de los años.

**Figura 6.** Vista de la variación de la costa del lado sur del puerto de Salaverry

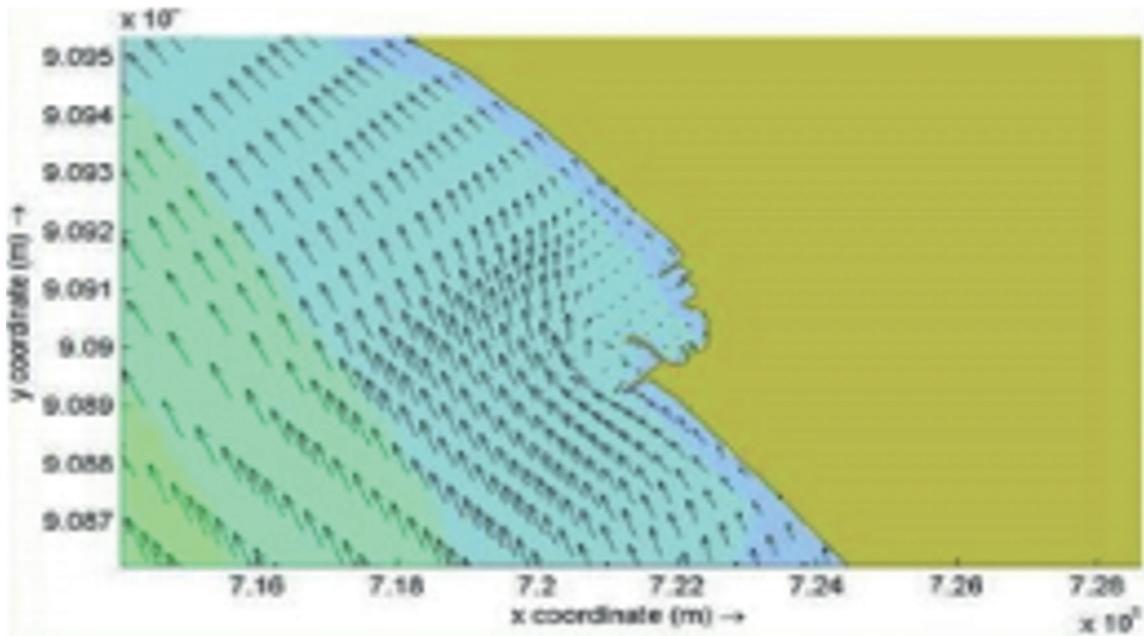


**Figura 7.** Imagen satelital del cambio de la costa en el lado sur de Salaverry Puerto



En la Figura 8 se observa tanto el cambio de las corrientes como el retenedor de arena rompeolas que han originado el cambio de la transferencia de energía de las corrientes.

**Figura 8.** Representación del sistema de corrientes



La destrucción de ecosistemas naturales en segunda fase se muestra, de igual manera, porque la sedimentación en el sur y la erosión del norte del puerto de Salaverry han causado la destrucción de los humedales o “totorales” de Huanchaco como se observa en la imagen satelital de la Figura 9 y en la fotografía mostrada en la Figura 10.

**Figura 9.** Vista satelital de la destrucción de la humedales o “balsares de totora” por erosión. (Vista Satelital)



**Figura 10.** Vista en detalle de la destrucción de los humedales o “balsares de totora” por erosión



La destrucción de playas como consecuencia de la erosión ha causado impactos negativos en las playas de Las Delicias, Buenos Aires y Huanchaco, como se ve en las Figuras 11, 12, 13 y 14. El deterioro es evidente y el retroceso de la línea costera de igual manera.

**Figura 11.** Vista de la playa de Buenos Aires.  
Antes del rompeolas de retención de arena en el Puerto Salaverry



**Figura 12.** Vista de la playa de Buenos Aires.  
Después del rompeolas de retención de arena en el Puerto Salaverry



**Figura 13.** Vista de la playa de Huanchaco antes del rompeolas de retención de arena en Puerto Salaverry.



**Figura 14.** Vista de la playa de Huanchaco después del rompeolas de retención de arena en Puerto Salaverry



### **La contaminación**

Para hacer el puerto de Salaverry operacional, no solo se ha construido la zona superficial a nivel del mar, sino también se ha dragado para obtener una profundidad adecuada y hacer posible la entrada de los barcos. Este hecho ha causado la eliminación de sedimentos naturales de la marina y el arrastre del fondo que contiene metales pesados como plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu), y, cuando hay eliminación, se han dispersado en el medio ambiente acuático, lo que afecta a la agua, arena y fauna (Bocanegra, 2016). La ampliación del rompeolas de retención de arena causó la presencia de metales pesados en el ecosistema marino litoral de Salaverry lo que ha ocasionado movimientos en el lecho inevitables.

La construcción más importante ejecutada para mantener operativo el puerto de Salaverry por el permanente problema de sedimentación ha sido la construcción y expansión sistemática de la arena y mole de retención, lo que ha movilizó más de 90 000 000 m<sup>3</sup> de sedimentos que han impactado negativamente en el litoral marino ecosistema. Solo observando los registros anteriores, y después de la construcción del rompeolas, se muestra que los impactos de esta estructura en el área han sido devastadores.

### **4. Discusión**

Las actividades portuarias provocan contaminación ambiental bien sea por mar, aire suelo y subsuelo, en especial los desechos de las embarcaciones de diferentes niveles industriales, y los desechos domésticos, lo que, bajo cualquiera circunstancia, afecta el ecosistema (Tamatey et al., 2019). Varios estudios hacen mención sobre las mismas condiciones que lo originan y sobre la contaminación ambiental de los elementos abióticos como ocurre en el caso del puerto de Salaverry.

En igual medida ocurre en puerto Morín, en el circuito ecoturístico marino costero: puerto Salaverry-Bahía de Guañape (Gutiérrez et al., 2018). La contaminación por desechos orgánicos e inorgánicos es causada por inescrupulosos que ingresan por una vía carrozable desde la carretera panamericana sur hacia la Playa Urripe, Playa Yangas y Playa la Ramada; por granjas cercanas y por personal de las municipalidades de áreas urbanas vecinas, quienes dejan su carga, que es esparcida por los vientos hacia el noreste del litoral de esta zona. Esta situación de contaminación ambiental, por causas antrópicas, ha conllevado a la degradación de algunos ecosistemas de flora y fauna existentes en la zona, tanto en su área continental como en el mar; tal es el caso de los hábitats de gramadales, humedales que son contaminados con vertidos de desechos industriales y urbanos, así como la depredación de la flora. Lo anterior es consistente con los estudios de Ruiz-Santillán et al. (2020), quienes al elaborar un diagnóstico ecológico del humedal Choc Choc en Trujillo, Perú, concluyeron que este presenta severos impactos negativos debido a la actividad antrópica.

La situación no solo se sucede con la contaminación de las playas, que es la más notoria o inmediatamente visible, hay estudios que reportan que la situación también se ocurre en otras latitudes como en Chile, pero a nivel natural donde la erosión ha comprometido severamente las playas y los espacios urbanos (Araos, 2017). También sucede en México, como lo advirtieron Carranza et al. (2015) en su investigación sobre la pérdida de ecosistemas marinos, la cual es significativa porque la pequeña pesca se ve afectada por el desglose de la cadena alimentaria; de igual manera, con estas anomalías han afectado especies y recursos, especialmente en la fase larval y en el reclutamiento. De igual forma, Correa & Vernet (2016) reportaron la pérdida

de parte del litoral costero del Caribe colombiano debida a la erosión, con retrocesos de entre 50 y 100 m, además indican que la construcción de estructuras de contención como espolones solo ha agravado el problema.

Los movimientos de algunas especies se presentan disminuidos, otras especies tienden a incrementar cuando las zonas costeras sufren la intervención humana, tal como lo expresaron Castillo & Huamantínco (2020) al analizar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú, donde concluyeron que hay efecto de las actividades de agricultura, ganadería y urbana. Sin embargo, algunas especies son resilientes y su número se conserva a pesar del impacto negativo. La pesca ancestral se ve seriamente en peligro debido a esta modificación porque la erosión destruyó más del 50 % de los estanques o balsares de totora y pone en peligro hasta la cultura de la población, como la pesca artesanal que emplea el caballito de totora (Bocanegra, 2006). En contraste, Rondón & Tavares (2018), al analizar la vulnerabilidad de costera del litoral peruano, estimaron que el 82.9 % tiene vulnerabilidad media y que esta aumenta si se toman en cuenta los cambios físicos, mas no así si se considera la intervención antrópica.

En el otro extremo, la contaminación del ecosistema marino litoral de Salaverry con metales pesados se relaciona con el dragado que tuvo un alto impacto por el aumento de la turbidez del agua y su biodisponibilidad en todo el ecosistema, poniendo en riesgo la salud pública. (Zúñiga, 2017).

En otras zonas también vulnerables, en el caso de México, fue Tabasco, parte central de Veracruz, norte de Yucatán y Quintana Roo, porque estas áreas son playas más bajas en el golfo y Caribe de México. Las líneas de playa fueron analizadas con imágenes satelitales por varios años y sugieren en primera instancia la acción de procesos antrópicos y meteorológicos; estos últimos podrían indicar una conexión entre deposición y erosión de estas zonas en sitios no muy alejadas (Carranza et al., 2015). Todos los estudios anteriores coincidentemente concluyen que la degeneración de las costas ocurre por acciones antrópicas similares.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

El distrito de Salaverry presenta fragilidad en su ambiente y vulnerabilidad en todo el ecosistema, lo cual es una consecuencia asociada a las condiciones físicas naturales de este territorio y a los impactos que se generan a partir de las actividades humanas y de los fenómenos naturales actuales y futuros, así como de los procesos de su dinámica económica productiva existente.

Las acciones antrópicas en el litoral de Trujillo han causado erosión y destrucción en las Delicias, Buenos Playas de Aires y parte de Huanchaco; la costa ha sido modificada también por el cambio de dirección de las corrientes marinas y la erosión en las playas, la cual ocasiona la eliminación y desaparición completa de ecosistemas, debido a que se pierden las seguridades y protecciones naturales. Del mismo modo, los ecosistemas ecológicos de gran importancia como los totorales han sido perturbados y las especies del litoral se han visto afectadas; en consecuencia, se interrumpe la cadena alimenticia del mar, lo que repercute en la disminución de la pesquería local y en la posibilidad de que se incremente el desarrollo turístico sustentable.

Una de las posibles recomendaciones es surtir de 60 000 000 m<sup>3</sup> de arena, retenidos en el molón de puerto Salaverry, para que ello amortigüe los efectos de la erosión contra la costa de los balnearios del litoral de Trujillo y para salvar los balnearios de Buenos Aires, Las Delicias y Huanchaco, que se han visto fuertemente afectados por el alto impacto del oleaje registrado en

la costa liberteña. La fabricación del espigón como contenedor no permite el ingreso de arena a las playas, pero la retención ha causado de igual manera erosión costera. Por ello, la posible solución de surtir la arena en el turístico balneario de Huanchaco ha sido momentánea porque ya no queda arenal, debido a que las olas cada vez están más cerca de la avenida y de la vía principal, haciendo que desaparezca la playa y que la franja roja límite siga corriendo.

Es imperante que las construcciones sean regularizadas en estas áreas, pues, a través de una buena planificación en los desarrollos sustentables, se podría lograr un equilibrio y un rescate del ecosistema en general. Se hace necesario también evaluar las obras de defensa costera para evitar que la erosión de la costa siga avanzando, mediante ejecución de espigones que sirvan para alejar de la orilla las líneas de corriente con alta velocidad y evitar así que el material de la margen sea transportado y se erosione. Además, el hecho de crear zonas de agua con corrientes de menor velocidad entre los espigones favorece que los sedimentos se depositen entre ellos, con lo que se logra un efecto adicional beneficioso y necesario para la consolidación del sitio.

## Referencias

- Araos, F. (2017). Más allá de la biodiversidad: Aportes de la antropología a la conservación marina en Chile. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 33, 21-35. <https://doi.org/10.4206/rev.austral.cienc.soc.2017.n33-02>
- Bocanegra, G.C. (2016). Impacto del dragado de sedimentos del puerto de Salaverry en el ecosistema marino litoral. *Revista Interdisciplinaria ECIPerú*, 13(2), 62-66. <https://doi.org/10.33017/RevE-CIPeru2016.0009/>
- Bocanegra, G. C. (2006). *Impacto de la expansión urbana sobre la sustentabilidad ambiental del litoral de la Bahía de Huanchaco*. Asamblea Nacional de Rectores. <https://bit.ly/366oAsd>
- Boretto, G. M., Rouzaut, S., Cioccale, M., Gordillo, S., & Benítez, Y. (2018). Dinámica costera y antropización en playas uruguayas: Un análisis integrado para su conservación. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 35(3), 291-306. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.3.865>
- Castillo, R. M., & Huamantínco, A. A. (2020). Variación espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona litoral del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú. *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 50-68. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.35233>
- Castro, A. (2015). *Erosiones del litoral costero de Trujillo originado por la construcción del molón retenedor de arena del terminal portuario de Salaverry*. <https://bit.ly/3nZn4P0>
- Carranza, A., Márquez A., Tapia, C., Rosales, L., & Alatorre, M. (2015). Cambios morfológicos y sedimentológicos en playas del sur del golfo de México y del Caribe noroeste. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(1), 21-43. <https://doi.org/10.18268/bsgm2015v67n1a3>
- Correa, I. D., & Vernet, G. (2016). Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá (sector Arboletes-Turbo) costa Caribe colombiana. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 33, 7-28. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2004.33.0.245>
- Cruz, E. V. (2015). *La erosión costera y su influencia en la oferta de servicios del sector hotelero del distrito de Huanchaco 2009-2014* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2139>
- Delshab, H., Farshchi, P., & Keshavarzi, B. (2017). Geochemical Distribution, Fractionation and Contamination Assessment of Heavy Metals in Marine Sediments of the Asaluyeh Port, Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 115(1-2), 401-411. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.033>
- Escudero-Castillo, M., Felix-Delgado, A., Silva, R., Mariño-Tapia, I., & Mendoza, E. (2018). Beach Erosion and Loss of Protection Environmental Services in Cancun, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 156, 183-197. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.06.015>

- Gómez-Robledo, A. (2016). Apuntes sobre delimitación en derecho internacional del mar. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, 16, 255-300. <https://doi.org/10.22201/ij.24487872e.2016.16.527>
- Grafals, R. (2018). Dunas y procesos costeros en una isla tropical caribeña amenazada por erosión, actividades humanas y aumento del nivel del mar. *Caribbean Studies*, 46(2), 57-77. <https://doi.org/10.1353/crb.2018.0023>
- Guerrero-Padilla, A., Hoyos-Cerna, M., Reyes-Vila, E., Sánchez-Tuesta, L., Cruz-Vásquez, Y.S., & Santillán-Aredo, R. (2013). Impacto ambiental generado por erosión costera en la zona litoral de Buenos Aires Norte, distrito de Víctor Larco Herrera, La Libertad, Perú. *REBIOL*, 33(2), 11-22. <https://tinyurl.com/y5daqnxb>
- Gutiérrez, J. N., Polo, R., & Tomapasca, D. (2018). Circuito ecoturístico marino costero: Puerto Salaverry-bahía de Guañape (La Libertad-Perú). *HAMPIRUNA*, 29(2), 465-493. <http://200.62.226.189/HAMPIRUNA/article/viewFile/1115/1012>
- Jiao, J., & Post, V. (2019). Introduction to Coastal Groundwater Systems. In *Coastal Hydrogeology* (pp. 1-18). En *Coastal Hydrogeology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139344142.001>
- Khalafallah, A., Almashan, N., & Haleem, N. A. (2020). Port Construction Planning: Automated System for Projecting Expansion Needs. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 146(6), 04020040. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ww.1943-5460.0000603](https://doi.org/10.1061/(asce)ww.1943-5460.0000603)
- Ianire, G. (2015). *Erosión de suelos y laderas en el espacio agrícola de la Rioja. Aplicación y Cartografía del Modelo Rusle* [Tesis doctoral, Universidad de La Rioja]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=48476>
- Lu, Q., Wang, Z., & Wang, R. (2019). Nash Equilibrium Strategy of Port Construction Considering Seawater Erosion. *Journal of Coastal Research*, 98(1), 330-334. <https://doi.org/10.2112/SI98-078.1>
- Merlotto, A., Verón, E., Sabuda, F. (2008). Riesgo de erosión costera en el balneario Parque Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires. *Párrafos Geográficos*, 7(1), 103-121. [http://igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2008\\_V7\\_1/9-5.pdf](http://igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2008_V7_1/9-5.pdf)
- Palau, A. (2018). *La sedimentación en embalses: Medidas preventivas y correctoras*. Dirección de Medio Ambiente y Calidad. Endesa Servicios, S. L. C. <https://bit.ly/2JevuTe>
- Posada, B. O., & Henao, W. (2008). *Diagnóstico de la erosión costera en la zona costera del Caribe colombiano*. Ivemar. <https://tinyurl.com/y5c3qk7f>
- Rainbow, P. S. (2018). Heavy Metal Levels in Marine Invertebrates. En *Heavy Metals in the Marine Environment* (pp. 67-79). Taylor & Francis Group. <https://bit.ly/2HFgOwc>
- Rainbow, P.S., & Furness, R.W. (2018). *Heavy Metals in the Marine Environment*. Taylor & Francis Group. <https://bit.ly/3m931wG>
- Rivas, L. (2015). *Evaluación de la playa La Puntilla, Santa Fe, con vistas a su manejo integrado* [Tesis de maestría, Universidad de La Habana]. <https://bit.ly/3lfzvV7>
- Rodríguez-Alza, M., García-Siccha, K., Nureña-Zavaleta, C., Palacios-Castillo, A., Quijano-Camacho, C., Santos-Del Aguila, C., Vargas-Álvarez, C., & Vigo-Corea, B. (2016). Análisis de la erosión costera en la playa de Buenos Aires, distrito de Víctor Larco, provincia de Trujillo, La Libertad, Perú. *REFI UPN*, 4(1), 19-31. <https://revistas.upn.edu.pe/index.php/refi/article/viewFile/63/97>
- Rondón, G., y Tavares, C. (2018). Adaptación de un índice de vulnerabilidad costera-IVC para el litoral peruano: Un estudio de caso. *Espacio y Desarrollo*, 31, 33-57. <https://doi.org/10.18800/espacio-ydesarrollo.201801.002>
- Ruiz-Santillán, M. P., Huamán, E., & Mejía, F. (2020). Diagnóstico ecológico del humedal chochoc. *REBIOL*, 39(2), 3-18. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2019.39.02.01>
- Sánchez, G., Blas, L., & Chau, G. (2010). *Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú*. Ministerio de la Producción. <https://tinyurl.com/y4ckumo8>

- Tamatey, E., Herbeck, J., & Flitner, M. (2019). Selective Adoption: How Port Authorities in Europe and West Africa Engage with the Globalizing 'Green Port' Idea. *Sustainability*, 11, 5119. <https://doi.org/10.3390/su11185119>
- Zúñiga, J. (2017). *Determinación de la pérdida de suelos en la cuenca aportante del embalse Aguada Blanca-Arequipa, aplicando Usle y técnicas geoespaciales* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3072>