

Pérdida de playas por acción antrópica y fenómenos geodinámicos: Miraflores - La Chira (Costa Verde), Lima-Perú

Loss of Beaches due to Anthropogenic Action and Geodynamic Phenomena: Miraflores - La Chira (Costa Verde), Lima-Peru

Carmen Gladys San Román Moscoso¹, Carlos Francisco Cabrera Carranza²

Recibido: 09/01/2023 - Aprobado: 02/03/2023 – Publicado: 02/06/2023

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue describir la actual problemática generada por la acción antrópica y los fenómenos geodinámicos causantes de la pérdida de playas arenosas en el tramo Miraflores - La Chira. (Costa Verde), Lima. Metodológicamente el estudio consistió en la elaboración del mapa geodinámico y las secciones transversales a escala 1/5000, dirigida al diagnóstico de los riesgos geológicos junto con el análisis sedimentológico, enfocado en comprender los aspectos generales de la dinámica de erosión, transporte, depositación y el efecto humano asociado. Asimismo, para poder estimar la modificación del perfil de las playas y las zonas más vulnerables se tomó en cuenta las fotos aéreas del año 1960 comparadas con las recientes. Finalmente, mediante la interpretación del índice de vulnerabilidad se obtuvo una valoración de 0,38 y 15,12 que corresponde a la categoría de nivel moderado en ambas playas. Se concluye que el papel del humano es preponderante en la alteración de las geoformas.

Palabras claves: antropogénicos, erosión, geodinámicos, pérdida de playas, vulnerabilidad.

ABSTRACT

The objective of the research was to describe the current problems generated by anthropic action and geodynamic phenomena causing the loss of sandy beaches in the Miraflores - La Chira (Costa Verde) stretch, Lima. Methodologically, the study consisted of the elaboration of the geodynamic map and cross sections at a scale of 1/5000, aimed at the diagnosis of geological risks together with the sedimentological analysis, focused on understanding the general aspects of the dynamics of erosion, transport, deposition and the associated human effect. Likewise, in order to estimate the modification of the beach profile and the most vulnerable areas, aerial photos from 1960 were compared with recent ones. Finally, through the interpretation of the vulnerability index, a valuation of 0.38 and 15.12 was obtained, which corresponds to the moderate level category in both beaches. It is concluded that the role of humans is preponderant in the alteration of the geoforms.

Keywords: anthropogenic, erosion, geodynamic, loss of beaches, vulnerability.

1 Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, Escuela Universitaria de Posgrado, Lima, Perú.

Docente. Autor para correspondencia: csanroman@unfv.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5862-388X>

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Lima, Perú.

Docente principal. E-mail: ccabrerac@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-5886>

I. INTRODUCCIÓN

Las playas son la mejor defensa de una costa, proveen una amplia gama de oportunidades recreativas, ayudan a fomentar la actividad económica de los residentes que viven cerca del mar, por lo que se hace imprescindible la tarea de conservación, creación, regeneración, ordenación y planificación de esos ambientes encaminados hacia el uso sostenible del recurso litoral. En este sentido, se ven secularmente azotados por fenómenos de origen natural que en la actualidad se han visto incrementados, en muchos de ellos, por la excesiva urbanización, crecimiento industrial y turismo. Ante esta situación, los estudios están demostrando que “el papel del hombre por la ocupación de los espacios próximos al mar ha sido el detonante principal en el aumento exponencial de los daños” (Guerrero et al., 2021, p. 223). Dentro de este marco, “el litoral limeño se encuentra afectado por la intensificación de los procesos geodinámicos que se están originando a consecuencia de la elevación del nivel del mar debido al calentamiento global” (Téves et al., 2020, p. 01-08).

De esta manera, “la alteración de los procesos físicos y naturales también provocan procesos de media a alta vulnerabilidad en la zona costera, que dependería de las características ambientales y de la ocupación humana” (Tejada, 2016, p. 09-11).

En efecto, “las dificultades provocadas por la erosión costera constituyen un problema que afecta a nivel mundial y continúa acelerándose no solo por el cambio climático sino también en gran medida por el componente antropogénico” (Pérez, 2019, p. 76-86). Por todo esto, los impactos y riesgos generados por el ser humano necesitan ser controlados a través de la planeación, prevención, mitigación y monitoreo.

En otro aspecto, “el manejo y disposición final de los residuos sólidos procedentes de actividades de construcción y demolición no reciben el tratamiento adecuado, correspondiente a la separación, reutilización, reciclaje, y/o transformación de los materiales; de esta manera la mayoría de las veces los mal llamados escombros son llevados a sitios no autorizados y dejados en espacios públicos o lanzados al mar, sin considerar los daños ocasionados” (Villalba et al., 2018, p.28-31).

En este contexto, se puede indicar la aprobación del nuevo Reglamento de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos, mediante Decreto Supremo N° 002-2022-VIVIENDA, que tiene como objetivo regular la gestión de los residuos sólidos, priorizando la minimización, valorización y contribuyendo con la sostenibilidad y la transición hacia la economía circular del sector de la construcción (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2022). Por todo lo expuesto, la investigación proporciona información relevante y desarrolla herramientas útiles como es el caso del mapa geológico-geodinámico que permite identificar zonas de riesgo y ayudar en la planificación del desarrollo costero.

Finalmente, es importante resaltar que la presente investigación tiene como principal objetivo describir las condiciones actuales del medio marino costero, así como de

los principales fenómenos geodinámicos y antropogénicos que generan la pérdida de playas en el litoral Miraflores-La Chira de la Costa Verde, Lima.

II. MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en el litoral: Miraflores-La Chira de la Costa Verde, ubicado en la costa central del Perú, en la margen oeste de la ciudad de Lima, frente al océano Pacífico suroriental de América del Sur, cuyas coordenadas sobre la línea de costa están comprendidas entre 276 180 E, 8660 000 N y 284 000 E; 8654 500 N, respectivamente.

La metodología empleada en la investigación fue no experimental, de carácter descriptivo y explicativo, debido a que se pudo establecer el nivel de relación entre la influencia de la actividad humana y los actuales procesos geodinámicos que se apreciaron en la zona.

La investigación tuvo un enfoque cualitativo de tipo observacional, debido a que se tomó en cuenta la experiencia directa del investigador con la finalidad de determinar las diferentes etapas del trabajo. Asimismo, el método de muestreo concerniente al área visible de playa fue simple y consistió en el mapeo geodinámico, análisis sedimentológico, fotointerpretación entre otros, así como, el empleo de los equipos que han aportado buenos resultados en otros proyectos de tipo oceanográfico y geológico. Por consiguiente, los procedimientos realizados durante la línea de investigación tuvieron las siguientes fases:

2.1 Etapa de gabinete

Se recopiló información bibliográfica relacionada al tema y se recolectaron muestras de los lugares seleccionados para llevar a cabo el análisis sedimentológico y la caracterización petrográfica, utilizando tablas granulométricas de frecuencia, histogramas, parámetros e índices de clasificación, así como el recurso humano, el físico (instrumental) y lo material, para definir la situación actual.

2.2 Etapa de cuantificación

Consistió en un conjunto de actividades como la elaboración del mapa geodinámico a escala 1/5000 comparado con los mapas obtenidos de Google Earth, documentos digitalizados del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), con la finalidad de obtener un panorama total del lugar de la investigación. Por otro lado, el análisis sedimentológico y la caracterización petrográfica de las muestras extraídas de las playas, se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y en el laboratorio de Oceanografía Geológica de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura de la Universidad Nacional Federico Villarreal. (UNFV-FOPCAA).

En adición, se tomaron fotos del lugar estudiado poniendo de manifiesto los impactos ambientales causados por la erosión costera. El siguiente paso consistió en la

evaluación de los impactos ambientales y antropogénicos. Para la identificación de riesgos se tomaron como ejemplo el Manual básico del CENEPRED (2014) y el Manual de riesgos originados por fenómenos naturales del INDECI (2006). A su vez, se estableció la matriz de consistencia y la operacionalización de variables como un instrumento metodológico que posibilite evaluar el grado de coherencia y conexión lógica entre cada una de las partes principales de la investigación. Finalmente, se realizó el índice de vulnerabilidad costera (IVC) enfocado a la erosión basado en el estudio propuesto (Rondón et al., 2018, p.31-57).

III. RESULTADOS

Según los resultados obtenidos, la zona Miraflores-La Chira muestra acantilados constituídos principalmente por suelos sueltos, que pertenecen a la edad cuaternaria y originados por el abanico aluvial del río Rímac que ha variado inicialmente su curso por el sur hacia Chorrillos y por el norte a Barranco y Miraflores.

De este modo, se observa que la acción del oleaje erosiona el acantilado por la antigua carretera de la playa La Chira, donde no hay ninguna defensa a manera de enrocados y que por efecto de los sismos y fallas se han visto afectadas las paredes de las rocas produciendo derrumbes de diferentes volúmenes IGP (2019). Por consiguiente, las zonas tratadas se encuentran vulnerables ante la creciente aparición de los fenómenos geodinámicos internos y externos.

En efecto, “la valoración de los peligros naturales como desgaste de suelos, elevación del nivel del mar, sismicidad, entre otros, es una visión geológica ambiental que permite obtener resultados tales como el trazado de una zonificación para emprender proyectos de desarrollo regional y urbano”. Por otro lado, “la acción antrópica se transforma en un agente que descontrola las condiciones estables de los peligros naturales en los cuales se destacan los problemas de orden genérico como marino costero, la destrucción por desarrollo urbano, la explotación inadecuada de los recursos naturales, la creciente población y su concentración en el borde costero generan además incompatibilidad entre las diversas actividades productivas y de servicios” (Allende, 1998, pp.38-40).

En la Tabla 1 se pueden apreciar los riesgos desde los diferentes puntos de vista: geológico, litoral, físico y humano relacionado a la vulnerabilidad y a los procesos geodinámicos que corresponden a las playas La Chira y Miraflores, considerando que casi todos los acantilados de la Costa Verde presentan evidente grado de inestabilidad, porque se encuentran expuestos a la erosión diferencial de las aguas marinas que ayudadas por la acción eólica y las alteraciones del clima determinan las geoformas del lugar.

Los desprendimientos de rocas, derrumbes, formación de barrancos y superficies de abrasión a lo largo de los acantilados son también el resultado del fuerte oleaje que pone en peligro a las viviendas ubicadas al borde de los acantilados, convirtiéndose en zonas propensas a los efectos sísmicos. En consecuencia, se puede apreciar “las viviendas en el sector de Chorrillos y Barranco construidas sin un área de protección pertinente están propensas a sufrir fallas estructurales.” (Guzmán et al., 1997, pp.18-82). Considerando que el área de Miraflores - La Chira es una zona con riesgo de terremotos; en el caso de que fuera azotada por un tsunami se inundarían las zonas cercanas a la costa hasta la cota topográfica de 5 a 8 m, considerada como límite inundable”. En efecto, “dentro de esta área todas las playas presentan problemas de erosión y/o sedimentación relacionados a las obras litorales como a la contaminación antrópica” (Téves et al., 1996, pp. 01-08).

En la zona investigada, el río Lurín es la principal fuente de los sedimentos que alimentan a las playas con dirección hacia el norte de su desembocadura, donde inicialmente los sedimentos se depositaban en la isla de Pachacámac e islotes vecinos. Por otro lado, el río Rímac ha desplazado progresivamente su lecho mayor hacia el norte y se ha estabilizado en su posición actual. Tiene una salida por la playa Villa (Chorrillos), luego en la quebrada de Armendáriz, Miraflores, San Miguel y por el norte del puerto del Callao (Cutter, 1996, pp.529-539).

Asimismo, a consecuencia de los escombros que fueron arrojados al mar producto de la construcción del camino entre el sector de La Herradura a La Chira, se formó una barrera que impide a las arenas que venían del sur alimentar a estas playas y a otras de la Costa Verde.

Tabla 1. Procesos geodinámicos, vulnerabilidad y riesgos: Miraflores - La Chira (Costa Verde)

Playa	Procesos geodinámicos	Vulnerabilidad	Riesgos / Peligros / Amenazas
La Chira	P. internos y externos	V. al fenómeno físico, peligroso e inducido por el ser humano.	R. geológico: (acantilado vertical, fallas, diaclasas, desprendimiento de rocas). R. Litoral: (erosión, sedimentación y transporte activo). R. Físico: (afectado por tsunamis). R. Humano: (trocha carrozable).
Miraflores	P. internos y externos	V. al fenómeno físico, peligroso e inducido por el ser humano.	R. geológico: (acantilado vertical, deslizamientos, desprendimiento de rocas y suelos). R. Litoral: (erosión, sedimentación marina y transporte activo). R. Físico: (inundable, por fenómeno de El niño, La niña, elevación del nivel del mar). R. Humano: (viviendas, club, zonas de recreación, espigones, rompeolas, enrocados, defensas litorales).

Leyenda: R= riesgo, V= vulnerabilidad, P= procesos, Elaboración propia, 2021

Por tanto, según la data de los trabajos de (Delft Hydraulics, 1996, pp. 01-03) estas arenas se estarían dirigiendo hacia las islas El Frontón y San Lorenzo. En efecto, el aporte de las arenas en la zona litoral es de tamaño medio a fino, procedentes de las descargas del río Lurín, cuando trae caudales mayores o cuando el transporte de sedimentos se incrementa en los eventos cálidos del fenómeno El Niño. Las venidas excepcionales de los ríos arrastran volúmenes muy importantes de sedimentos, que son transportados por las olas y corrientes marinas y las distribuyen inmediatamente en las playas del norte y en el fondo marino adyacente al litoral.

En la Tabla 2 se presentan los parámetros sedimentológicos de las muestras, que fueron analizadas mediante la granulometría de sedimentos, curvas de frecuencia acumulada, histogramas, cálculo de parámetros e índices de clasificación, donde se tomó en cuenta el índice de Trask y la mediana como medio para conocer el tipo y selección del sedimento.

Con la información histórica y los resultados de estudios geotécnicos, hidrológicos, y de mapeo geodinámico in situ se identificaron peligros y amenazas de alto a bajo grado.

“La creciente expansión de los centros urbanos y la acumulación de elementos nocivos para el ambiente han agravado los efectos de los fenómenos naturales en ciertas áreas ocasionando cambios radicales en la infraestructura de la comunidad” (Cutter, 1996, pp. 529-539).

Para identificar áreas susceptibles a problemas ambientales se requiere el empleo del método de evaluación de riesgos ante fenómenos de erosión, temporales de oleaje, ondas de tormenta, inundaciones, entre otros HIDRONAV (2021).

La evaluación de la vulnerabilidad del área de estudio ante “fenómenos de origen geológico y climático; considera diferentes escenarios como los generados en el interior de la tierra (sismos-terremotos, tsunamis-maremotos, entre otros), los producidos por procesos en superficie de la tierra (erosión fluvial, erosión eólica y derrumbes), los procesos hidrometeorológicos y oceanográficos (inundaciones, fenómeno El Niño, fuertes vientos, oleaje anómalo) y los procesos de origen antropogénico (contaminación ambiental y socavamiento de estructuras portuarias, entre otros)” HIDRONAV (2009).

En ese sentido, parece obvia la necesidad de desarrollar sistemas eficaces de seguimiento (monitoring) de la evolución de nuestro litoral y a partir de los resultados empezar a modelar la evolución temporal de la línea costera, así como la dinámica de la erosión-acreción en la franja litoral. En la Tabla 3 se presentan los peligros sintetizando el origen y tipo.

En la Tabla 4 se presenta la evaluación de los niveles de riesgo obtenido en base al manual de INDECI (2008) expresado en una escala de 0 a 5, donde (A) es tsunami, (B) es licuación de suelos, (C) es sismo y (D) es inundación, que se valoró de la forma 1,2 y 4 con respecto a la evaluación de campo y por otra parte, para determinar el impacto expresado en un factor de vulnerabilidad

Tabla 2. Parámetros sedimentológicos de las playas Miraflores - La Chira

Nº	Muestra	Tipo de sedimento	Mediana (mm)	Índice Trask
M-01	Miraflores	Arenas medianas, gruesas	0.72	2.17
M-02	Barranco	Arena fina	0.19	1.11
M-03	Playa Agua Dulce	Arena fina	0.18	1.15
M-04	Playa La Chira	Arena media	0.20	1.41
M-05	Desembocadura del río Lurín	Arena gruesa y media	0.85	1.90

Nota: Elaboración propia, 2019

Tabla 3. Análisis de los peligros del litoral: Miraflores – La Chira

Origen de los peligros	Tipo de peligros
Por procesos en el interior de la tierra y asociados.	Sismos – terremotos. Tsunamis – maremotos.
Por procesos en superficie de la tierra (movimientos de masa).	Erosión fluvial, eólica. Derrumbes.
Por procesos hidrometeorológicos y oceanográficos.	Inundaciones (fenómeno El Niño, etc.). Fuertes vientos. Oleajes anómalos.
Por procesos de origen antropogénico.	Contaminación ambiental. Socavamiento de estructuras portuarias, etc.

Nota: Elaboración propia, 2021

que va de un rango de 0 a 1, se valoró como 2, 2, 2 y 1. “tomado del manual básico en referencia al promedio en 26% - 50%, para la estimación del riesgo que resulta de la multiplicación del grado de impacto y el factor de vulnerabilidad. Se obtuvo la cantidad de 0.38 con la ponderación de 1,52, significa que la zona de Miraflores es de un nivel de vulnerabilidad de riesgo medio”. Se logró esta información en base a la investigación del autor (Tejada, 2018, pp. 01-92). Por otro lado, se compararon las categorías del índice de vulnerabilidad costera físico y socioeconómico, igualmente se consideró la pendiente de playas que en el caso de Miraflores resultó ser de baja a moderada. (Rondón, 2018, pp.31-57). Ver Tabla 4, 5 y 6.

Asimismo, las secciones transversales elaboradas a partir de los mapas geológicos a escala 1/5000, fue una herramienta valiosa que sirvió para complementar la información sobre la interpretación de los procesos geodinámicos, como también podría contribuir en el desarrollo de una adecuada zonificación geomorfológica y ayudar a la planificación del desarrollo costero, así como a la optimización del uso del suelo en zonas sensibles.

En la Figura 1 se muestra la Sección geológica transversal II (Lámina 16) ubicada en el sector La Chira. En esta zona el acantilado tiene más de 100 m de altura con caída de bloques de roca del tipo planar y volcadura. No reviste peligro para la acción humana por ser un lugar aislado que está alejado de la carretera y de las infraestructuras.

En la Figura 2 se presenta la Sección geológica GG (Lámina 14) con dirección NW a SE, ubicada entre la carretera La Chira y la playa sur de La Herradura, que muestra la intensa erosión de la costa por el oleaje y la caída constante de los bloques de roca por el acantilado de 90 m de altura considerado como sector crítico.

En la Figura 3 se muestra la Sección geológica HH (Lámina 15) con dirección WE, ubicada por el llamado Paso de La Araña. En ese sector el acantilado tiene 44 m de altura con la constante caída de rocas y suelos (limos y arenas) hacia la pista, es considerada también como lugar crítico por encontrarse sin protección.

IV. DISCUSIÓN

En la zona investigada la disminución progresiva del tamaño de las arenas entre la desembocadura del río Lurín y las playas de La Chira a La Herradura, que van también hacia Barranco y Miraflores, se evidencia que las arenas de las playas de la Costa Verde proceden del río Lurín en su camino hacia el mar. Asimismo, con la construcción de la carretera ubicada entre las playas La Herradura y La Chira, donde se hicieron cortes en los acantilados, los materiales removidos fueron arrojados al mar, y esta acción originó una barrera en el tránsito de las arenas que venían del sur alimentando a estas playas como a las otras de la Costa Verde “finalmente resultó en un cambio de dirección del transporte de los sedimentos hacia las islas El Frontón y San

Tabla 4. Riesgo geológico en Miraflores

Sector identificado	Peligro	Factor de vulnerabilidad	Riesgo ponderación	Niveles
	A*B	C	A*B*C	1
Zona de playa Miraflores	4	0.38	1.52	Medio
A*Z Zona de proceso geológico			Riesgo muy alto + >4.1 Riesgo alto <2.1 a 4> Riesgo medio de <1 a 2.0>	

Nota: Elaboración propia, 2021

Tabla 5. Categoría del índice de vulnerabilidad costera (IVC) - Física

Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
< 11,067	11,067-15,490	15,491-26,193	>26,193

Nota.: Tejada, 2018

Tabla 6. Categoría - Física

Bajo	Medio	Alto
4 a 6	7 a 9	10 a 12

Nota: Rondón, 2018

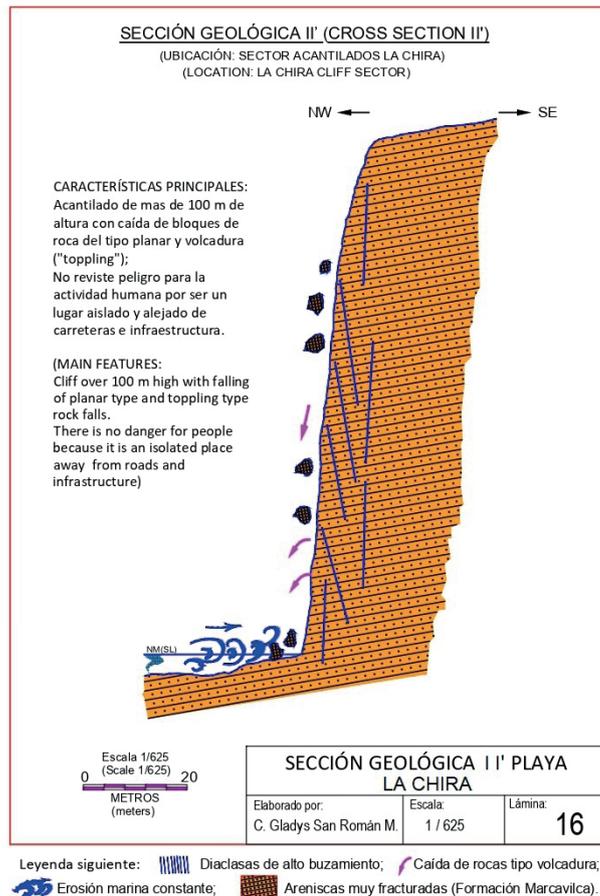
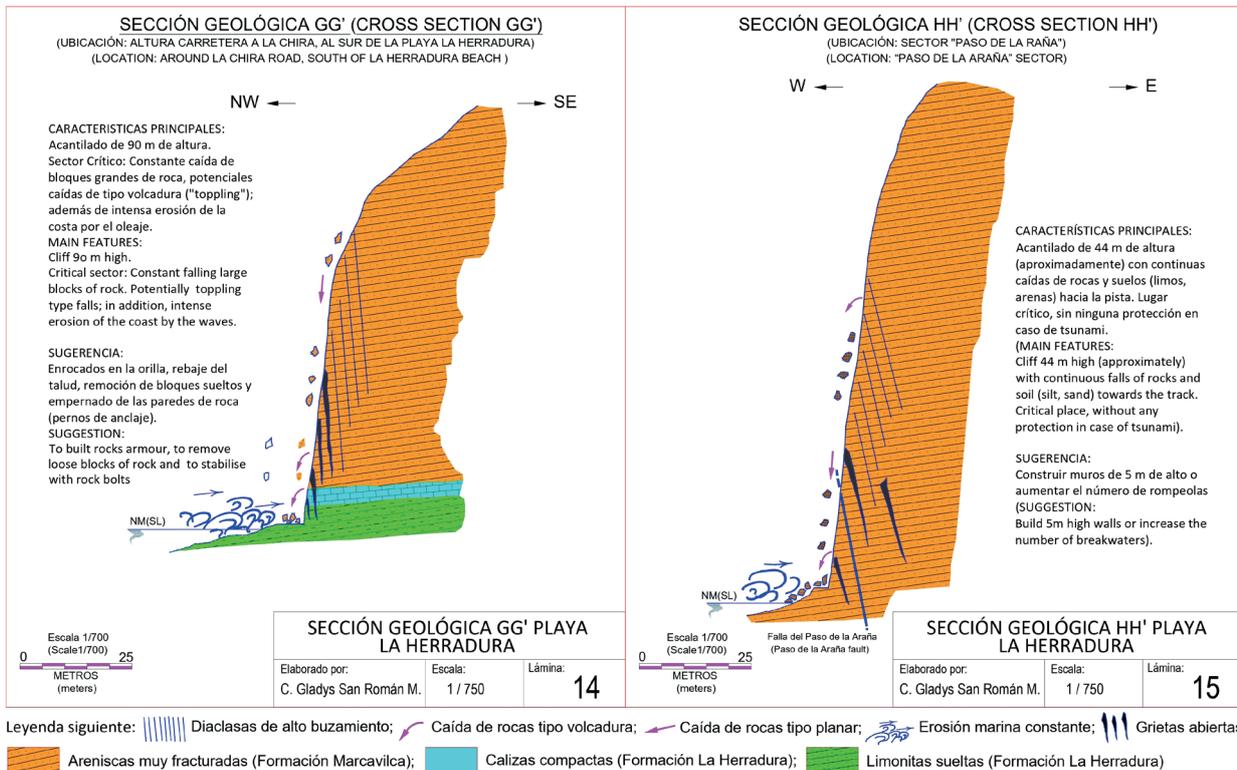


Figura 1. Sección geológica II (Sector acantilado La Chira)



Lorenzo. Por ende, se estima que el potencial de transporte de sedimentos en la bahía de Miraflores es de 150,000 m³ al año aproximadamente” (Grández, 2010, pp.61-79).

Por otro lado, en base a la “evaluación de la vulnerabilidad asociada a cada proceso costero se calcula las diferentes vulnerabilidades integradas de los impactos de erosión, de inundación y la global, con lo cual se obtiene el tipo de impacto dominante en cada área”. Por lo tanto, esta aseveración es correcta “con los resultados obtenidos de la investigación se determinaron los índices de vulnerabilidad ayudando así al diseño de planes de manejo o mitigación en las vulnerabilidades físico y socio económico” (Tejada, 2018, pp.01-92).

Respecto a las variables físicas, se escogió la pendiente de playa, porque está presente en muchos de los estudios de vulnerabilidad y aplica para estas zonas; por esta razón podemos indicar que a mayor vulnerabilidad menor será la pendiente y esto se debe a que los procesos erosivos de las olas se acrecientan en los primeros metros de la costa. En adición, tomando en cuenta la variable geomorfológica, donde predominan los acantilados resultan de menor vulnerabilidad como el caso de Miraflores (Zújar et al., 2009, p.57). Por la agudización de los principales conflictos ambientales, ya sea por los derivados de los usos del suelo o por otras actividades críticas, existe una vulnerabilidad de rango alto ante los fenómenos de origen geodinámico, climático y geológico, siendo los más importantes: los sismos, los tsunamis y las consecuencias del cambio climático, según lo expresa la (Autoridad del Proyecto Costa Verde [APCV], 1997).

V. CONCLUSIONES

- Las arenas producidas por el río Lurín que desembocan al mar, son llevadas con dirección al norte por el oleaje y por las corrientes litorales hacia la Costa Verde. Por las variaciones granulométricas se demuestra, en la desembocadura del mismo río, que las arenas gruesas y medias disminuyen a arenas finas en las playas La Chira, La Herradura, Chorrillos y Barranco.
- La Costa Verde, ubicada en la bahía de Miraflores, se encuentra influenciada por los procesos geodinámicos marinos de acumulación, transporte de sedimentos y formación de playas por el tramo de Miraflores a Chorrillos y por la erosión del litoral entre San Miguel y La Perla.
- En la bahía de Miraflores, las máximas alturas de olas se presentan en la zona norte de los distritos de San Miguel y Magdalena, mientras que en los distritos ubicados en el centro de la bahía de San Isidro y Miraflores presentan alturas de olas medias, que permiten el desarrollo de deportes acuáticos. En los distritos de Chorrillos y Barranco las alturas de olas son bajas porque se encuentran más protegidas.
- En la actualidad el litoral, es azotado por fenómenos de origen natural y se han acelerado

exponencialmente los daños por la acción antrópica. Debido también a la ocupación de los espacios próximos al mar se ha convertido en un espacio de riesgo.

- El índice de vulnerabilidad costera (IVC) de Miraflores presenta una valoración de 15,12, por lo tanto, la resultante se encuentra en el rango 11,067 – 15,490 categorizado como moderado.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso, mi especial agradecimiento al Dr. Néstor Téves Rivas por su colaboración intelectual y apoyo constante en este proyecto. También agradezco a mis colegas y amigos ingenieros Cesar Pinto, Alexander Antonio Campos y Mirco Kalkkuhl, por la ayuda cartográfica y por sus sugerencias para el desarrollo de esta investigación.

VII. REFERENCIAS

- Autoridad del Proyecto de la Costa Verde (1997). Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde 1995-2010, Lima. <https://apcvperu.gob.pe/plan-maestro-1995-2010>
- Allende, T. (1998). Evaluación de los peligros naturales y zonificación geodinámica para la prevención de desastres en el valle del río Lurín, Provincias Lima-Huachipaico, departamento de Lima. [Tesis de Maestría]. INGEMMET. https://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11775&shelfbrowse_itemnumber=11775#holdings
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión. Publicado por el (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), la Dirección de Gestión de Procesos (DGP) - Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL).
- Cutter, S.L. (1996) Vulnerability to environmental hazards. *progress in human geography*, 20, 529-539. <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>
- Delft Hydraulics. (1996). Estudios costeros de la bahía de Miraflores, Lima - Perú. P.02-03. <https://docplayer.es/54215781-Aplicacion-del-modelo-de-transporte-de-sedimentos-unibest-cl-6-0-a-la-bahia-de-miraflores-resumen.html>
- Guzmán, A.; Zavala, B. y Valenzuela, G. (1997). Estudio de la seguridad física de los acantilados de la Costa Verde. Proyecto: Mapa de suelos de fundación de Lima-Callao incluyendo los taludes de los acantilados del Suroeste. INGEMMET, Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N°18 p.18- 82. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/240>
- Grández, M. (2010). Estudio de la variabilidad de línea de costa: La Chira,
- Villa, La Encantada de Villa, Cocotero, Country Club Villa, Venecia, Club Lobo de Mar, Barlovento, Conchán y Mamacona. Pág.61-79. [Tesis de licenciatura] Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

- Guerrero, A., Hoyos, M., Reyes, E., Sánchez, L., Cruz, Y., y Santillán, R. (2021). Impactos ambientales en la tira litoral de la costa por acción antrópica en la ciudad de Trujillo, Perú. *Enfoque UTE*, 12(1), Pág. 53-79. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.655>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Lima: INDECI. Lima-Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2008). Compendio estadístico de prevención y atención de desastres III. Participación del SINADECI. Lima-Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (2019). Informe de la evaluación de peligros geofísicos en el distrito de Miraflores. Recuperado de: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/6715_informe-de-la-evaluacion-de-peligros-geofisicos-en-el-distrito-de-miraflores.pdf
- Marina de Guerra del Perú, Dirección de Hidrografía y Navegación (2009). Avisos a los Navegantes - Zona Centro - Bahía Miraflores. en coordenada: (wgs-84) lat. 12°10'00" s; long. 077°08'00" w 2.- simbología k-28, carta n.º 1 carta náutica afectada. HIDRONAV – 2236 1ra. ed. nov. 1996, Rev. 05/05/98. <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/navegacion/avilonas/2009/07-2009.pdf>
- Marina de Guerra del Perú, Dirección de Hidrografía y Navegación (2021). Normas técnicas hidrográficas n.º 08. Oceanografía, medición y procesamiento de olas marinas. HIDRONAV – 5137 2da. Edición 2021. Perú-centro. <https://consultas.dicapi.mil.pe/sites/default/files/descargas/resoluciones/administrativas/2021/rd-0473-2021.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2022). Decreto Supremo n.º 002-2022-Vivienda, reglamento de gestión y manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición. República del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/3310632-002-2022-vivienda>
- Pérez, L. (2019). Pérdida del valor del suelo producida por erosión costera y su impacto en el desarrollo de proyectos inmobiliarios en el borde costero del distrito de Víctor Larco. [Tesis de Maestría inédito] Universidad Privada Antenor Orrego UPAO. Pág.77-96. N.º de serie: M_INGE_094.item: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4828>
- 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. Recuperado a partir de: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/20176>
- Tejada, R. (2016). Análisis de la vulnerabilidad costera frente a un posible aumento del nivel del mar: sector costero Lurín-Pucusana (provincia de Lima). [Tesis de pregrado] Pontificia Universidad Católica del Perú. Pág. 01-92. URI. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8657>
- Tejada, R. (2018). Sectores costeros más vulnerables entre Lurín y Pucusana ante un posible aumento del nivel del mar. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/20178>
- Téves, N., Laos, G., Carrasco, S. y San Román, C. (1996). Sea-Level rise along the Lima coastal zone, Peru, as a result of global warming: environmental impacts and mitigation measures. En: *Adapting to climate change*, 1era edición. pp. 283-298.
- Téves, N., San Román, C., y Laos, G. (2020). Vulnerabilidad costera en el Perú y el calentamiento global. Sea level rise by global warming and coastal vulnerability in Peru. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, v. 113, p. 01-08. www.sgp.org.pe
- Villalba, V., Cepeda, E. Rodríguez, O. y Moreno, D. (2018). Evaluación de los beneficios, económicos y ambientales para la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Bogotá: p. 28-31. Obtenido de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22403/1/EvaluacionGesti%C3%B3n%20RCD.pdf>
- Zújar, J., Álvarez, J., Cajaraville, D. & Jurado, P. (2009). El uso de las TIG para el cálculo del índice de vulnerabilidad costera (CVI) ante una potencial subida del nivel del mar en la costa andaluza (España). *GeoFocus*, N.º9, pp. 83-100. ISSN: 1578-5157. <http://hdl.handle.net/11441/43876>

Contribución de autoría

Conceptualización: CG.S. y C.C., Curación de datos: CG.S., Análisis formal: CG.S. Investigación: CG.S. y C.C., Metodología: CG.S., Administración del proyecto: CG.S. y C.C., Supervisión: CG.S., Visualización: CG.S., Redacción – borrador original: CG.S., Redacción – revisión y edición: C.C. Siendo, CG.S.: Carmen Gladys San Román y C.C.: Carlos Cabrera

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.