

Variaciones geomorfológicas en los últimos 50 años de la Isla Damas, Quepos, Costa Rica

Omar G. Lizano R.¹⁻²⁻³ y Denis M. Salas⁴

¹Departamento de Física Atmosférica, Oceánica y Planetaria, Escuela de Física, Universidad de Costa Rica.

²Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica.

³Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica. Fax (506) 234-2703. Correo Electrónico: olizano@cariari.ucr.ac.cr

⁴Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica. Fax (506) 234-7246. Correo Electrónico: dsalas@cariari.ucr.ac.cr

(Recibido 09-VIII-2000. Corregido 19-I-2001. Aceptado 08-V-2001)

Abstract: Fifty years of geomorphologic change in Damas Island, Quepos, Costa Rica, were studied from a photographic record that is available since 1947. Coastal dynamics were accelerated by the El Niño Phenomenon in 1997 which was simultaneous with the August-September astronomical tide, one of the highest in the 4-5 year cycle. Additionally, waves with high energy were present in some periods of these months. Processes were enough to break the island in two blocks and to initialize erosion and transport sediment that continues to date. The frequency of tropical storms and the wave energy will be greater in the next years increasing sediment instability processes in parts of the island. Two topographic profiles have shown that the island is not in equilibrium and that adding all the possible mareographic components it will be prone to continued erosion. The marine habitats around the island should be changing because the fresh and salt water input has been modified, specially because alteration in the Parrita and Paquita hydrological river basins, and its effects on the sediments of this system.

Key words: Isla Damas, Quepos, coastal erosion, geomorphology changes, mareographic components.

Cambios climáticos a nivel global están generando variaciones en los procesos costeros, que involucran modificación en los ecosistemas marinos, la biodiversidad marina, la morfología de las costas e impacto en las infraestructuras costeras, y por consiguiente, un impacto social y económico en estas regiones (Fernández 1991, Maul 1993_{a, b}). Se ha dado una alerta mundial para poblaciones costeras sobre una mayor frecuencia de fenómenos océano-meteorológicos en los litorales costeros, y se sugiere desde ya, tomar las medidas políticas que minimicen el impacto que generará el aumento en el nivel del mar en los próximos años. Islas del Pacífico, Caribe y del Océano Indico, han sido declaradas

con alta vulnerabilidad de inundación ante los cambios climáticos (Leatherman 1997). Los problemas más comunes que se señalan son: subsidencia (hundimiento) de tierras, erosión costera, crecientes inundaciones por tormentas, aumento en los niveles del mar y disminución de los volúmenes de los mantos de agua fresca.

Los principales efectos que están causando la actividad antropogénica en las bahías y estuarios son generados por las descargas de los asentamientos humanos, modificaciones de la línea de costa por estructuras y la alteración en las cuencas hidrográficas vecinas. Esto último incluye la alteración de la cantidad y calidad de los sedimentos (Lizano 1997) e impacto adicio-

nal en la biodiversidad marina con el uso de herbicidas y plaguicidas.

Espigas e islas barrera en la costa: La costa frente a desembocaduras de ríos importantes, con una descarga significativa de agua, es clasificada según Stanley y Swift (1976) como una típica "costa deltáica" la cual es dominada por drenado fluvial desde las cuencas hidrográficas.

Los deltas pueden contener grandes islas que son constituidas por sedimentos no consolidados, en su mayoría acarreados por el río. Estas islas pueden clasificarse en islas deltáicas o estuarinas según la influencia del río y la amplitud de la marea (Vermette 1996). En algunas de estas islas que llegan a estar en contacto directamente con el mar, se pueden formar espigas, que eventualmente puede partirse por el ataque de las olas y los niveles de mar, para constituir islas barrera más pequeñas (Leatherman 1988). En general, estas espigas o islas barrera están compuestas básicamente por arena y otros sedimentos.

Los ríos, las olas, corrientes de marea. Son formaciones de tierra que se forman por transgresiones y progresiones de las condiciones cambiantes del mar (Letherman 1988). Es posible desde que la tasa de transgresión del mar fue disminuyendo desde hace 5000 años. La evolución de las espigas es principalmente de la tasa de transgresión del mar, las fuentes de energía de las olas. Mientras que la fuente constante de sedimentos a las islas barrera pueden mantenerse en su lugar y seguir creciendo a medida que el nivel del mar aumenta. Su formación depende de la salida de un río el cual transporta grandes cantidades de sedimentos a lo largo de la costa. La dirección de los sedimentos está en relación con la aproximación de las olas y mientras mantengan un contacto con la costa, continuarán distribuyendo sedimentos a lo largo de la espiga. En el Pacífico, se encuentran a lo largo de la costa del Pacífico, como la punta de Isla Seco e Isla Damas.

Isla Damas, Quepos: La Isla Palo Seco e Isla Damas fueron declaradas islas continentales según el Oficio # 97075 del Instituto Geográfico Nacional (IGN/SC-97075), cuya formación se deriva de un antiguo delta. Fueron formadas por los sedimentos de los ríos Parrita y Paquita (Bergoeing 1998). La dirección de la espiga indica que el transporte predominante de sedimentos ha sido hacia el este-sureste. Esta espiga, al igual que su vecina de Palo Seco, ha estado progradando hacia el este desde que se tienen registros fotográficos hasta el presente.

Según las versiones de los residentes en Isla Damas, Quepos, durante las mareas altas de agosto de 1996, el oleaje cruzó la angostura de la isla, alcanzando el estero. Este comportamiento del mar no se había observado antes, según lo mencionan los lugareños que tienen más de 20 años de habitar estas riberas.

El 21 de agosto de 1997 se produjo una marea cuya altura superó los niveles alcanzados

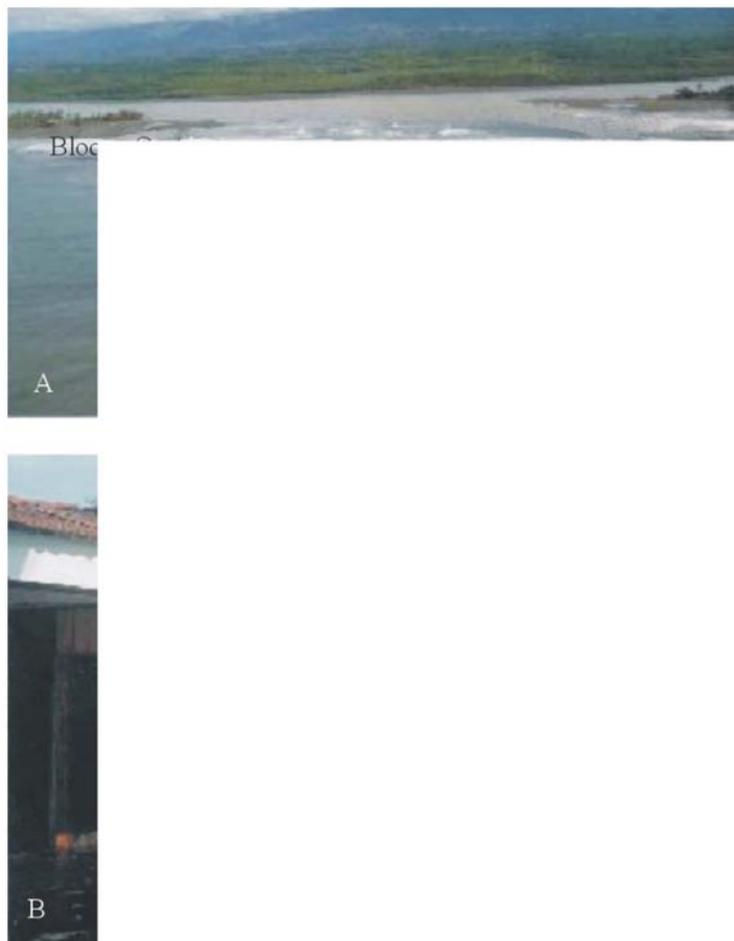


Fig. 1. Fotografía aérea de la zona de Isla Damas, Quepos, marzo de 1998 (B).

de cada fotografía, georeferenciados con el programa Mapinfo 5.0 con base en el sistema de proyección Lambert Costa Rica Norte. El trabajo se complementó con visitas al campo y un vuelo de reconocimiento, con el fin de observar la evolución de la línea costera. Una imagen de satélite Landsat TM- Multiespectral del 96 fue georeferenciada y sobrepuesta con Mapinfo 5.0 sobre una fotografía aérea del 98 para evaluar cuantitativamente los cambios de la isla en esos dos años. Se realizaron dos nivelaciones topográficas sobre el bloque oeste utilizando un teodolito para evaluar la estabilidad de este bloque respecto de los cambios en la morfología de la línea de costa. Las características mareográficas de la costa Pacífica fueron extraídas de Lizano (1997). Un análisis propiamente de las mareas de Quepos

fue consultado de Lizano (1998b).

RESULTADOS

Las interpretaciones de fotografías aéreas e imágenes de satélite georeferenciadas y sobrepuestas se muestran en las Figuras 2-A, B, C y D. Como lo menciona Letherman (1988), la mayoría de estas espigas barrera tienen una gran dinámica. La secuencia de las figuras muestra que la Isla Damas ha venido creciendo hacia el extremo este, y erosionándose en su extremo oeste. Es evidente también en estas figuras, que la ganancia de la espiga de Palo Seco ha sido a costa de la Isla Damas, que se ha estado erosionando principalmente sobre el sector oeste, justo en la desembocadura del Estero de Palo Seco. Entre los años 80 y 90 hay gran

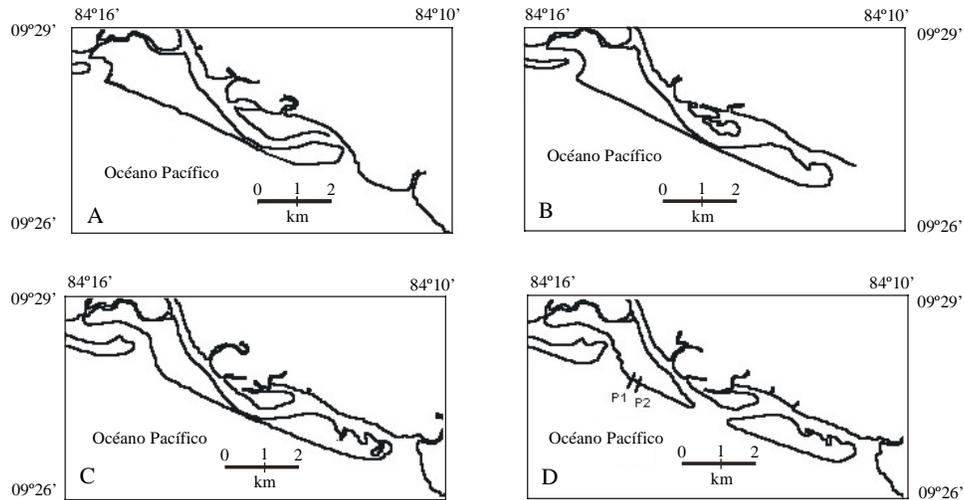


Fig. 2. Bordes costeros de Isla Damas digitalizados de las fotografías aéreas: (A) de 1941, (B) de 1981, (C) imagen Landsat TM de 1996 y (D) fotografía aérea de 1998.

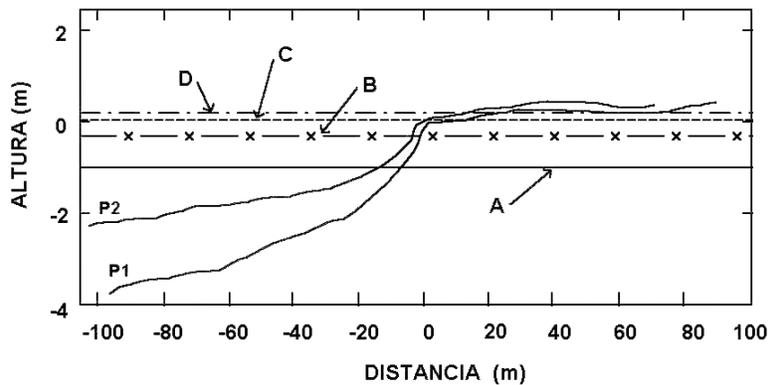


Fig. 3. Nivelaciones topográficas y niveles del mar frente al bloque oeste de Isla Damas. A: nivel del mar el 27 setiembre de 1999, B: aumento del nivel del mar por marea astronómica máxima más apilamiento por olas, C: aumento del nivel del mar por Fenómeno El Niño y D: aumento del nivel del mar por cambio climático en los próximos 30 años.

variación de la morfología de las islas. Mientras que en los 2 años que muestra la Fig. 2C y D, la variación es básicamente el rompimiento en la angostura de Isla Damas. Originalmente el Río Paquita tenía una desembocadura independiente del Estero Damas (Fig. 2-A), pero conforme la erosión sobre el borde del estero (similar proceso en Palo Seco) se iba produciendo, este sedimento fue utilizado para acrecentar la Isla, y la desembocadura del río alcanzó directamente el estero. Hoy día, el río descarga por el estero y el bloque este de la isla se unió a tierra firme. A pesar de la fragilidad de la parte angosta de la isla, se mantuvo por al menos los últimos 50 años, como muestran las imágenes hasta 1997. El Cuadro 1 muestra la evolución de la Isla Damas y de la porción de la espiga de Palo Seco que muestran las Fig. 2.

CUADRO 1

Variación de la superficie (m²) de Isla Damas y la porción de la Isla Palo Seco mostrada en la Fig. 2

Año	Isla Damas	Isla Palo Seco
1947	5 169 000	119 800
1981	4 996 000	196 900
1996	4 682 000	641 500
1998	4 519 000	855 100

Las dos nivelaciones topográficas (P1 y P2), ubicadas según Fig. 2-D, se muestran en la Fig. 3. En esta figura se muestran además los niveles del mar que pueden darse en la isla. Estas componentes mareográficas (Lizano 1997), que podrían conjuntarse en Isla Damas, se resumen en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Componentes mareográficas en Isla Damas, Quepos, Hb: es la altura promedio de rompimiento de ola en condiciones de oleaje fuerte

Componente	Altura (m)
Nivel del océano el día de muestreo (27-11-99)	-1.0
Máximo nivel posible alcanzado por una componente de marea astronómica como la del 19 de setiembre de 1997 (Lizano 1997)	+0.36
Componente del Fenómeno El Niño de 1997 (Lizano 1997)	+0.35

Apilamiento de agua por el rompimiento de olas (Hb=2 m) (Sorensen 1978) +0.33

Aumento del nivel del mar en los próximos 30 años (Warrick y Oerleamans 1992) +0.20

Los perfiles topográficos que muestra la Fig. 3 sobre el bloque oeste evidencian un perfil muy plano, de poca pendiente. En esta figura se ha dibujado el nivel del océano el día del muestreo al cual se ha sumado las demás componentes mareográficas que podrían estar presentes en la región.

DISCUSIÓN

Como lo menciona Lizano (1997) la conjunción de las mareas astronómicas más altas en su ciclo de los 4-5 años (Pugh 1987 y 1996) y el aumento del nivel del océano provocado por el Fenómeno El Niño, y posiblemente, el calentamiento global, iniciaron un proceso acelerado de erosión a lo largo de la costa de Isla Damas. En agosto de 1997 la Isla Damas se dividió en dos partes para dar paso a la formación de una espiga barrera simple a una espiga barrera doble.

La dinámica de Isla Damas aún hoy es muy activa, y desde que se hizo la abertura en el centro de la isla, la evolución se nota semana a semana. El río Paquita ya no sale más al mar directamente. Su salida ha sido "taponeada" por sedimentos que están siendo transportados desde la nueva abertura y desde los sitios que aún hoy se continúan erosionando.

El transporte de sedimentos es con dirección predominante hacia el este-sureste, como ha sido, desde que esta espiga fue creada. Las fuentes de sedimentos han variado, la energía de oleaje ha seguido aumentando y los niveles de mar son cada vez mayores. Siguiendo las proyecciones climáticas (Lizano y Fernández 1996), las condiciones desestabilizadoras continuarán, por lo que un equilibrio natural es imposible en la región.

Es conocido desde el punto de vista geomorfológico (Stanley y Swift 1976), que perfiles como el que muestra la Fig. 3, son inestables por su poca pendiente, y por lo tanto, propicio para continuar un proceso de erosión, principalmente el P2. Con estos perfiles, y un nivel

del mar: marea astronómica máxima más apilamiento de agua por rompimiento de las olas, el oleaje continuaría provocando erosión. Más aún, con las apariciones del Fenómeno El Niño, cuya frecuencia es entre 2 y 7 años (Gill 1982), y posiblemente más frecuente en el futuro, y un aumento del nivel del mar en los próximos 30 años de 20 cm (Warrick y Oerlemans 1992), virtualmente todos estos terrenos estarán expuestos a erosión e inundación. Además, al aumentar el nivel del mar al frente de la isla, aumentaría el nivel de agua en el estero (más salobre) e inundaría con mayor facilidad los terrenos de la isla por el lado del estero.

La nueva abertura ha cambiado las condiciones salinas del estero de Isla Damas. Hoy día se nota pérdida de vegetación en las zonas de manglar. Efectos negativos sobre la diversidad marina podrían presentarse en la parte del estero. Habrá posible pérdida de productividad de especies propiamente de aguas salobres, las cuales tienen una relación estrecha con la productividad de las especies marinas en sus aguas oceánicas adyacentes (Cordero 1998).

El río Parrita es de mayor descarga de agua y fuente de sedimentos de estas espigas barreras, que se desarrollaron bajo la influencia de este y del río Paquita. Más alteración de las cuencas de estos ríos implicaría más impacto en los ecosistemas marinos de sus desembocaduras.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Acción Social que a través del Proyecto Res. 99-93 apoyó las giras de campo. A Roberto Moya por su apoyo en las mediciones de campo.

RESUMEN

Se han estudiado los cambios geomorfológicos en Isla Damas, Quepos en los últimos 50 años utilizando registros fotográficos disponibles desde 1947. La dinámica costera fue acelerada por el Fenómeno El Niño ocurrido en 1997, el cual se presentó al mismo tiempo que la marea astronómica de agosto y setiembre, una de las más altas en su ciclo de 4-5 años. Adicionalmente, olas de gran energía se presentaron durante algunos períodos en esos meses. Estos procesos fueron suficientes para romper la isla

en dos bloques e iniciar procesos de erosión y transporte de sedimentos, que aún continúan. La frecuencia de las tormentas tropicales y la energía del oleaje irá en aumento en los próximos años incrementando procesos de inestabilidad en partes de la isla. Dos nivelaciones topográficas muestran que la isla no está en equilibrio, y que sumándole todos los componentes mareográficas posibles, se generará mayor erosión. Los hábitats marinos alrededor de la isla cambiarán debido a que la cantidad de agua dulce y salada ha sido modificada, especialmente por la alteración en las cuencas hidrológicas de los ríos Parrita y Paquita, y sus efectos sobre los sedimentos de este sistema.

REFERENCIAS

- Bergoeing, J. P. 1998. Geomorfología de Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional. 409 p.
- Cordero, L.F. 1988. Imágenes de satélite llegan hasta los manglares. *Crisol*. San José, Costa Rica. 4: 22-24.
- Fernández, W. 1991. Cambios Climáticos: El Calentamiento Global. *Tecnología en Marcha*. 11: 11-12.
- Gill, E. A. 1982. *Atmosphere-Ocean Dynamics*. Academic Press. Nueva York. 662 p.
- Leatherman, S. P. 1988. *Barrier Island Handbook*. Coastal Publications Series. The University of Maryland. 92 p.
- Leatherman, S. P. 1997. Island States at Risk: Global Climate Change, Development and Population. *J. of Coastal Research*. Special Issue #24. The Coastal Education & Research Foundation. 242 p.
- Lizano, O.G. 1997. Las mareas extraordinarias de 1997 en la costa Pacífica de Costa Rica. *Tóp. Meteorol. Oceanog.* 4: 169-179.
- Lizano, O.G. 1998a. Isla Damas: Fenómeno El Niño y calentamiento global. *Comentarios*. Presencia Universitaria. 55-56: 3, 16.
- Lizano, O.G. 1998b. Estudio sobre dinámica costera alrededor de Puerto Quepos, Puntarenas. Informe Técnico a Consultoría Ecológica y Técnica de Costa Rica (ECOTEC). 28 p.
- Lizano, O. G. y W. Fernández. 1996. Algunas características de las tormentas tropicales y de los huracanes que atravesaron o se formaron en el Caribe adyacente a Costa Rica durante el período 1886-1988. *Tóp. Meteorol. Oceanog.* 3(1): 3-10.
- Maul, G. A. 1993a. *Ecosystem and Socioeconomic Res-*

- ponse to Future Climatic Conditions in the Marine and Coastal Regions of the Caribbean Sea, Gulf of Mexico, Bahamas and the Northeast Coast of South America. Caribbean Environment Programme. CEP Technical Report No. 22. 43 p.
- Maul, G. A. 1993b. Climatic Change in the Intra-Americas Sea. Edward Arnold. Nueva York. 389 p.
- Pugh, D. T. 1987. Tide Surges and Mean Sea Level. John Wiley & Sons. Nueva York. 473 p.
- Pugh, D. T. 1996. Coastal Sea Level Prediction for Climate Change. GLOSS Workshop. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, UNESCO. Buenos Aires, Argentina. 7 p.
- Sorensen, R. M. 1978. Basic Coastal Engineering. John Wiley & Sons. Nueva York. 227 p.
- Stanley, D.J. & D.J.P. Swift 1976. Marine Sediment Transport and Environmental Managment. John Wiley & Sons. Nueva York. 592 p.
- Vernette, G. 1996. Small Island Geology: An Overview. Part III. p. 188-204. *En* Maul, G.A. (ed.). Coastal and Estuarine Small Islands Marine Science and Sustainable Development. American Geophysical Union. Washington DC. 467 p.
- Warrick, R. & J. Oerlemans. 1992. Aumento del Nivel del Mar. p. 284-307. *En* Instituto Nacional de Meteorología (ed.). Cambio Climático, Evaluación Científica del IPCC. Organización Meteorológica Mundial. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, España. 180 p.