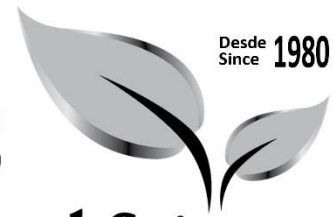




# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Dinámica costera y ordenamiento territorial

### *Coastal Dynamics and Territorial Zoning*

*Luis Guillermo Brenes<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>El autor es geógrafo y geomorfólogo, es director de la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

#### Director y Editor:

Dr. Eduardo Mora-Castellanos

#### Consejo Editorial:

Enrique Lahmann, UICN , Suiza

Enrique Leff, UNAM, México

Marielos Alfaro, Universidad Nacional, Costa Rica

Olman Segura, Universidad Nacional, Costa Rica

Rodrigo Zeledón, Universidad de Costa Rica

Gerardo Budowski, Universidad para la Paz, Costa Rica

#### Asistente:

Rebeca Bolaños-Cerdas



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

# DINÁMICA COSTERA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

RESUMEN

por LUIS GUILLERMO BRENES

Los espacios litorales son formas muy dinámicas que comprenden el área de acción marina directa o intermareal, incluidos los relieves fosilizados que se conservan como testimonio de los cambios del nivel relativo del mar, sea por factores tectónicos o climáticos que han tenido lugar durante el Cuaternario. Igualmente se incluye en ese concepto al conjunto de actividades que de algún modo dependen del mar o se relacionan con él, pesquerías, salinas, astilleros, áreas de residencias de pescadores, hoteles y sitios recreativos relacionados con el uso de los recursos del espacio marino, extendiendo esa delimitación hasta límites muy difíciles de precisar en las áreas continentales. Es necesario el conocimiento de la dinámica de estos espacios y de los cambios que el hombre induce para poder manejarlos adecuadamente. Costa Rica tiene en los planes reguladores un instrumento para la ordenación de esos espacios, pero es necesario incorporar la variable costera para mejorar el uso de esos paisajes. Los geógrafos han avanzado en el conocimiento y estudio de esa franja tan significativa y aportan sus conocimientos al proceso de ordenación mediante el uso de técnicas y procedimientos que revelan las características más importantes del medio litoral.

*Coastal spaces are very dynamic forms, they include the area of direct marine action or intertidal zone, including the fossilized features that are conserved as testimony of the changes in the relative sea level, this by tectonic or climatic factors that have taken place during the Quaternary. In addition, this concept includes the set of activities that on some way depend on the sea or are related to it, like fisheries, salt mines, shipyards, fishermen's residential areas, hotels and recreational sites associated to the use of the marine resources, extending that boundary to limits very difficult to show in the continental areas. It is important to know the dynamics of these spaces and the changes induced by the man in order to handle them suitably. Costa Rica has in the regulating plans an instrument for the management of those spaces, but it is necessary to incorporate the coastal variable to improve the use of those landscapes. The geographers have made progress in the knowledge and study of that significant strip and have contributed with their knowledge to the process of land management by means of techniques and procedures that reveal the most important characteristics of the coastal environment.*

En torno a los mares y alrededor de los grandes lagos se desarrolla un dominio geomorfológico que debe su originalidad a las intervenciones más o menos importantes de una serie de factores nuevos en su modelado. Se trata de una orla marginal de amplitud variable cuyos límites con frecuencia son difíciles de determinar. Por el lado de las aguas, el límite corresponde al litoral, es decir al sector directamente sometido a las acciones marinas o lacustres. En el caso de los mares sin mareas y de los lagos, es una franja muy estrecha. En el más frecuente caso de los mares con mareas, comprende el espacio barrido por las aguas marinas, denominado estero o zona intermareal. Su extensión depende de la amplitud vertical de la marea.

Pero la influencia del mar se hace sentir más allá de la línea costera de forma indirecta y más allá del área costera que delimita el litoral por el lado del continente. Afecta a una franja de terreno de anchura variable, cuya evolución se encuentra notablemente afectada por las aguas marinas. Hacia el interior, el límite de esta zona prelitoral es generalmente poco claro. El límite o umbral entre las tierras emergidas, la zona intermareal y las aguas marinas es siempre difícil de precisar, dependiendo de las amplitudes de las mareas y de las herencias morfológicas del Cuaternario.

De extensión modesta en conjunto, el margen litoral ofrece el ejemplo de un relieve casi siempre muy móvil. En efecto, el mar es capaz de introducir en él, en un intervalo de solo unas décadas, modificaciones apreciables e incluso espectaculares con los grandes temporales de equinoccio (Coque 1987: 311-312).

## Dinámica costera

El punto de arranque de la evolución de las costas actuales se sitúa hace 5.000 o 6.000 años, época en que el nivel del mar, después de una rápida elevación de una centena de metros debida a la fusión de los

Luis Guillermo Brenes, geógrafo y geomorfólogo, es director de la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica

grandes glaciares que se habían formado sobre la Tierra durante el último periodo frío, se estabilizó cerca de la posición que ocupa aún hoy. Desde entonces, las olas, las mareas, las corrientes y el viento han conjugado sus acciones de erosión, de transporte y de acumulación para modelar las riveras marinas, donde también han llegado grandes cantidades de aluviones aportados por los cursos fluviales (Paskoff 1998).

La costa se define como una zona de conjunción entre las interfases tierra-agua, agua-aire, aire-tierra. La integración de estas interfases provoca los fenómenos de las mareas, la erosión

estas zonas de alta energía, donde el oleaje es muy fuerte, existe una zona de aguas calmas que se evidencia en una laguna litoral o albufera, resguardada por una barrera de arrecife que produce que el oleaje rompa a una distancia considerable de la costa, como en la isla Uvita, y permite la regeneración del coral.

Desde hace 2.000 millones de años, en solitario o en compañía de muy diversos organismos (corales, esponjas, foraminíferos, briozoos, bivalvos), las algas marinas han construido enormes edificios rocosos de cientos de kilómetros cuadrados de extensión y centenares de metros de altu-



Bahía Ballena, Costa Rica.

Oliver Chassot

y la sedimentación. La acción conjunta de estas interfases provoca la reacción entre las mareas y el material que conforma la costa. La interacción tierra-agua se demuestra por el desgaste de los acantilados. Los fenómenos de abrasión se muestran claramente en la acción de sierra y pulido del agua cargada con fragmentos de roca. El fenómeno se refleja en los fragmentos de rocas lisas que son arrastrados por la corriente de deriva litoral. Los acantilados litorales se originan por la acción erosiva del oleaje contra la base del material rocoso. Los acantilados retroceden a medida que la erosión del agua provoca el socavamiento. Al producirse este fenómeno de retroceso se deja atrás una superficie relativamente plana en forma de banco denominada plataforma de abrasión. Y en contraposición a

ra: los arrecifes. Como la precipitación de caliza es un subproducto de la actividad fotosintética y ésta requiere energía solar, la construcción del biohermio (de las palabras griegas que significan escollo vivo) solo es posible sobre fondos someros (profundidad menor de unos 60 metros) y aguas claras. Asimismo, por lo ya dicho, el agua debe ser cálida (más de 20 ° C e idealmente más de 27 ° C como media en los arrecifes actuales), todo lo cual confina la edificación de arrecifes a zonas someras de los mares intertropicales entre 30° N y 30° S .

#### Alteración del litoral

La degradación marina y costera es producto de la creciente presión ejercida sobre los recursos naturales terrestres y marinos y sobre

el aprovechamiento de los océanos como depósito de desechos. El crecimiento demográfico y el incremento de la urbanización, la industrialización y el turismo en zonas costeras son causas fundamentales de esta presión que va en aumento. En 1994, aproximadamente el 37 por ciento de la población mundial vivía en un radio de 60 kilómetros de la costa -más habitantes que los que poblaban la Tierra en 1950 (Cohen *et al.* 1997). La pobreza y las pautas de consumo humano multiplican los efectos demográficos (Geo 3 Pnuma).

Los cambios inducidos por el ser humano en el flujo natural del sedimento han surgido como amenaza importante para los hábitat costeros. El desarrollo urbano e industrial impulsa la construcción de infraestructura residencial e industrial que, dependiendo de su naturaleza, puede alterar el flujo del sedimento; y es sabido que la agricultura y la deforestación movilizan sedimentos. Los deltas de los ríos, los bosques de mangle, las pla-



Costa beliceña.

Oliver Chassot

yas y otros hábitat costeros subsisten al suministro de sedimentos, mientras que otros, como los arrecifes de coral y los lechos de zosteras y algas marinas pueden quedar enterrados o privados de la luz. La sedimentación es una de las principales amenazas para los arrecifes, en particular en el Caribe, el océano Índico y Asia Meridional y Sudoriental (Bryant *et al.* 1998, Wilkinson 2000).

Otro problema grave es la introducción de especies marinas en hábitat distantes donde pueden multiplicarse de manera incontrolable, a veces con efectos devastadores en la economía y la diversidad biológica. Tales invasiones ocurren en todo el mundo cada vez con mayor frecuencia. El medio más común para la intro-

ducción de especies es el agua de lastre de las embarcaciones, en la que se transportan todos los días alrededor de 3.000 especies de animales y plantas (Gesamp 2001). Entre las iniciativas para controlar la introducción de especies en el lastre de los barcos está la de la Organización Marítima Internacional, que formuló un nuevo reglamento para el manejo de aguas de lastre.

Asimismo, la contaminación visual afecta y transforma negativamente la calidad del entorno y modifica el comportamiento de la vegetación y los procesos locales del clima.

Las costas del territorio costarricense pueden ser afectadas por la actividad tectónica y volcánica y, de hecho, ambas han sufrido los efectos de terremotos, y, de presentarse en el futuro, podrían desencadenar tsunamis y marejadas. Estos fenómenos, de baja recurrencia pero de gran magnitud, han ocasionado ya la transformación a corto plazo de los litorales. El rápido calentamiento de la Tierra causado por cambios atmosféricos antropogénicos

podría tener efectos dramáticos en el océano (IPCC 2001) y representar una amenaza para los valiosos ecosistemas costeros y los sectores económicos que dependen de ellos. Otras probables consecuencias son complejas y poco comprendidas. Como muestra de este tipo de eventos se menciona aquí el caso de isla Damas.

#### El caso de isla Damas

Isla Damas, en cantón Aguirre, Puntarenas, es un importante rasgo sedimentológico producto de los aportes continentales de la cuenca del río Parrita y los humedales de los esteros Palo Seco y Damas; su conformación alargada y paralela a la costa pacífica se debe al desplazamiento dominante de las corrientes de playa y de la deri-



va litoral de la región, cuyo vector dominante tiene una dominancia sureste.

En realidad, esta isla es una flecha de avance progresivo en el sentido de las corrientes litorales dominantes cuyo basamento es estrictamente arenoso. Su exposición actual está relacionada con la determinación del nivel actual del mar, que aproximadamente tiene unos 5.000 años. Sus cambios geomorfológicos han sido estudiados "en los últimos 50 años utilizando registros fotográficos disponibles desde 1947. La dinámica costera [de la isla] fue acelerada por el fenómeno *El Niño* ocurrido en 1997, el cual se presentó al mismo tiempo que la marea astronómica de agosto y septiembre, una de las más altas en su ciclo de 4-5 años. Adicionalmente, olas de gran energía se presentaron durante algunos periodos en esos meses. Estos procesos fueron suficiente para romper la isla en dos bloques e iniciar procesos de erosión y transporte de sedimentos, que aun 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 ésta no está en equilibrio y que, sumándole todos los componentes mareográficos posibles, se generará mayor erosión. Los hábitat 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" (Lizano y Salas 2001: 176).

Las causas oceanográficas del proceso han sido bien explicadas por los autores citados, sin embargo no fueron registradas algunas actividades de tipo pernicioso y coadyuvantes del proceso como las extracciones de arena en el río Parrita, las canalizaciones efectuadas en el área cercana a la isla y la actividad acumulativa de sedimentos. La costa comprendida entre las desembocaduras de los ríos Parrita y Paquita es sumamente dinámica. Si bien es cierto Lizano y Salas (2001) muestran la partición de la isla en dos sectores, este y oeste, y hacen evidente que isla Palo Seco incrementó su superficie reteniendo los sedimentos del Parrita en provecho de su propia configuración y que isla Damas disminuyó en superficie, también es cierto que se trata de depósitos en tránsito en la dirección predomi-

nante. En síntesis, algunos aspectos relevantes no fueron evaluados por tales autores: (1) tasas de sedimentación anuales de los ríos Paquita, Parrita y los esteros Palo Seco y Damas; (2) distribución litoral de los sedimentos; (3) efectos de la dinámica fluvial en la conformación de las flechas o espigas insulares, cambios en la dirección del canal de desembocaduras; (4) tendencia en la búsqueda de perfiles de equilibrio dinámico de los bancos de sedimentos, y (5) determinación a largo plazo de la acumulación.

Un sistema litoral de cordones y lagunas arenosas de naturaleza dinámica y absolutamente transitoria se debe al carácter divagante de los cursos fluviales y su relación con la dinámica litoral (en lo que interviene *El Niño*), y también a la tectónica regional: Quepos es un sector de actividad sísmica frecuente, lo que no implica necesariamente que el riesgo de terremotos sea más alto ahí que en otras partes del Pacífico. De conformidad con los rasgos continentales actuales, la tectónica de levantamiento está presente en el área, consecuencia de lo cual son las líneas de acantilados vivos y muertos en los relieves continentales cercanos. Los riesgos inmediatos son de licuefacción por la estructura arenosa del subsuelo y oleaje alto producto de tormentas o deslizamientos submarinos. En conclusión, los frentes de erosión marina fueron afectados por un problema de erosión marina poligenético, por los muchos factores que confluyeron en tiempo y lugar y rompieron finalmente la espiga de la isla Damas. La tendencia general del relieve costero es a formar cordones litorales largos en función de la dirección dominante de la deriva litoral. No se prevé en tiempo cercano un cambio de esa modalidad, por lo que puede asegurarse que las acumulaciones seguirán ocurriendo a lo largo de esa costa en la forma, dirección y transporte dinámico de sedimentos que han conformado los sistemas lagunares, bajos, bancos e islas continentales de esa parte de la costa del Pacífico. Problemas análogos en el futuro pueden suceder en la ciudad de Puntarenas debido a la extracción de arenas y materiales de arrastre del río Barranca -en tajos autorizados por la Dirección de Geología y Minas- que afectan el régimen de sedimentación entre la desembocadura de ese río y las corrientes litorales que han formado la flecha arenosa de Puntarenas. Este proceso también carga con las herencias de la cons-

trucción del sistema portuario en el área comprendida entre los ríos Barranca y Jesús María y cuya incidencia se muestra en los procesos de azolvamiento de la laguna de Mata de Limón y los perfiles de erosión de playa Caldera. Las tormentas tropicales que se presentan alrededor del solsticio de otoño, en el hemisferio norte, movilizan la energía de los vientos y tormentas formando huracanes cuyos efectos devastadores no solo afectan los litorales sino que arremeten en el interior del istmo centroamericano.

### Geomorfología y ordenamiento territorial

Las regulaciones espaciales de la zona litoral en Costa Rica están consideradas en la *Ley de la zona marítimo terrestre*, en la *Ley de planificación urbana*, en el *Reglamento para la construcción de marinas*, en la *Ley orgánica del ambiente*, en la *Ley de biodiversidad*, en la *Ley forestal* y en los convenios *Ramsar* y *del Mar*. La *Ley de la zona marítimo terrestre* establece el uso territorial en los 200 metros a partir de la pleamar ordinaria y su aplicación está a cargo de los gobiernos municipales, y los planes reguladores deben ser aprobados por la comunidad, el Instituto Costarricense de Turismo, el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo y el Ministerio del Ambiente (Minae).

Como instrumentos de la ordenación territorial, los planes reguladores deben ser reformados para incluir un análisis más profundo de las variables que competen al medio litoral, a la fase marina y a la complejidad de las relaciones. Desgraciadamente, los planes reguladores costeros son violentados frecuentemente por nacionales, extranjeros y por las mismas autoridades municipales que no hacen cumplir la legislación o conceden permisos de construcción que afectan la normativa legal. Un caso evidente de irrespeto a la *Ley de la zona marítimo terrestre* está presente, y con suma frecuencia, en Punta Burica. Esta costa de erosión, señalada como restringida en el plan regulador, ha sido ocupada por construcciones autorizadas por la Municipalidad de Golfito. Sin embargo, éste no es un problema solo de Puntarenas; lo mismo se observa en las costas limonenses y guanacastecas, como en playa Buena Vista, en las cercanías de Sámara, donde existen desarrollos y construcciones dentro de los 50 metros de la zona pública.

Como ha quedado expuesto, la naturaleza

de los procesos geomórficos y geográficos, así como las expectativas nacionales en torno a la ordenación de los espacios litorales, le dan a la geomorfología como un todo la posibilidad óptima para comprender estos fenómenos naturales, cotidianos y aleatorios en el contexto de la dinámica costera, pasada, actual y futura. Es el carácter espacial y el dominio de las dimensiones temporales, astronómicas, geológicas y de escala humana, las que permiten al especialista en el campo, generar las herramientas de conocimiento y el manejo adecuado de los útiles de registro para producir la información apta para la toma de decisiones por parte de organismos estatales, empresas desarrollistas y autoridades responsables del buen manejo de los espacios marítimo-terrestres.

Los estudios de las características geomorfológicas e hidrodinámicas del litoral no solo pueden ser ejecutados por una joven generación de especialistas costarricenses sino que, además, brindan la oportunidad de mejorar la calidad de los estudios ambientales que sirven de base a los planes reguladores. El aprendizaje del uso de nuevas herramientas electrónicas y el uso apropiado de sistemas de información geográfica y de teledetección han permitido la observación sistemática y la generación de datos confiables para la construcción de infraestructura costera y portuaria. La generación de mapas batimétricos y de modelos de fondo marino amplían el ámbito del espacio cartografiado habitualmente, una nueva frontera que abre el espacio terrestre usual a la frontera marina, tan poco estudiada en la región centroamericana.

Ampliar nuestro conocimiento de la franja litoral y aplicarlo a su ordenación es el paso siguiente para responder al cambio global. El uso de formas de expresión cartográfica novedosas que permitan trasladar el campo a formas de representación directa o virtual es otro de los retos que deben asumir las nuevas generaciones de geógrafos, que tienen ante sí un espacio ilimitado de investigación y de ejercicio profesional.

### Referencias bibliográficas

- Coque, R. 1987. *Geomorfología*. Alianza Universidad. Madrid.  
Lizano, O. y D. Salas. "Condiciones geomorfológicas de la isla Damas", en *Biología Tropical* 49, Supl. 2.  
Paskoff, R. 1998. *Les litoraux. Impact des aménagements sur leur évolution*. Arman Colin. Paris, Francia.