

839988

MORFODINAMICA DE LAS ISLAS OCEANICAS, DESDE UNA PERSPECTIVA DE LA  
ORDENACION, PLANIFICACION Y GESTION DEL TERRITORIO.

OCEANOLOGIA FISICA Y CARTOGRAFIA MORFODINAMICA PARA LA  
PLANIFICACION Y GESTION DEL LITORAL EMERGIDO MAS EXTERNO

Jesús Martínez y José Miguel Pacheco

Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas de Gran  
Canaria. Campus Universitario de Tafira. 35017 Las Palmas.

RESUMEN

En la presente comunicación, se analiza una parte del problema de la gestión integrada del litoral, en particular, los aspectos relativos a las características físicas del territorio emergido más externo.

Se consideran las influencias de tipo físico y morfodinámico en la generación del aspecto aparente del litoral. Se señala que estudios son los más importantes y necesarios para lograr una descripción adecuada, que servirá de base para cualquier otra investigación, ya sea científica, urbanística o de desarrollo. Se presta atención a la modelización, tanto matemática como informática, de los datos recogidos, para auxiliar en la toma de decisiones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los procesos físicos, que ocurren en la franja más externa del litoral emergido ( playas y dunas litorales ), están sometidos a la influencia de fenómenos, cuyo estudio se reparte entre :

- la Oceanografía Física, y
- la Morfodinámica.

El concepto generalizado de ecosistema permite tratar, de forma unificada, la evolución de estos territorios, bajo dichos influjos. Por lo tanto, para planificar y gestionar la referida franja del litoral, se precisa conocer y comprender los procesos donde interaccionan ambos componentes.

Procedentes de la Oceanología Física, intervienen :

- La hidrodinámica marina, en el entorno más próximo a la orilla, y el marco energético que determina ( Martínez, 1991 ).
- El sistema circulatorio en playas y los diagramas de transportes inherentes ( Martínez, 1986 ).
- Los procesos de acreción - erosión de áridos en depósitos de playas y sus índices y parámetros :
  - índice de variabilidad sedimentaria,
  - índice de capacidad de sustentación sedimentaria,
  - parámetro de acreción, y
  - parámetro de erosión,de acuerdo con Martínez ( 1988 y 1990a ).
- Y las clasificaciones de las playas, según un esquema general de las costas, que comprendan los procesos de erosión, transporte y depósito.

Las clasificaciones de las playas se pueden agrupar en tres modalidades :

- Morfológicas, como la de Suárez Bores ( 1980 ).
- Morfodinámicas, de acuerdo con los esquemas de Wright y Short ( 1979 , 1983 y 1985 ).
- Y las climáticas, como propone Martínez ( 1988 - 1990b ).

En cuanto a la Morfodinámica, dos aspectos son los decisivos :

- las caracterizaciones litológicas y geométricas del relieve, y
- la delimitación de provincias litorales.

Los relieves dependen de :

- las fuentes de aportes de áridos,
- y de los procesos hidrodinámicos - eólicos de transporte y depósito de los sedimentos.

En esta dependencia, se observa el papel interactivo con la Oceanografía Física y con la Meteorología. Téngase en cuenta, de paso, que las bases conceptuales de estas dos ciencias son idénticas, por lo que aquí se las consideran en pié de igualdad.

En principio, los áridos proceden de ambientes tanto sumergidos como emergidos. En el primer caso, puede tener mucha importancia la aportación organógena. En las islas oceánicas, ésta depende, entre otras variables, de las características geométricas de las plataformas insulares, condicionantes de la eclosión biológica.

Los aportes de áridos, desde tierra adentro, se deben :

- A la susceptibilidad intrínseca de las rocas, para erosionarse, en un escenario climático dado.
- Y a los agentes externos responsables de los procesos de erosión y transporte, en ambientes emergidos.

Por otra parte, de la Morfodinámica , y más concretamente :

- de la Geomorfología

- y de la presión humana, reflejada en las obras marítimas del litoral,

depende que el transporte longitudinal próximo a la orilla, dentro del ambiente sumergido, sea :

- libre, o
- impedido.

Además, la pendiente topográfica, de la fachada costera más interna, puede condicionar la energía de transporte hacia la orilla ( energía del oleaje ). Así, se pueden dar ambientes :

- disipativos,
- reflectivos, o
- de situaciones intermedias.

En base a estos comportamientos hidrodinámicos, los aportes sedimentarios se acumularán, selectivamente, en los distintos sub-ambientes, que constituyen una playa.

Los trasvases eólicos significativos, debidos, sobre todo, al régimen dominante de los vientos, desde playas de barlovento a otras de sotavento, relativamente cercanas, son permitidos, o no, y condicionados por los relieves emergidos que se interponen. La permisibilidad y el condicionamiento tienen una estrecha vinculación con la clasificación de los relieves, según sus pendientes, como se recoge en cartografías morfodinámicas ( Martínez, 1990c ).

En este grupo de consideraciones, conviene resaltar el concepto de provincia morfodinámica : Conjunto de playas dependientes unidireccionalmente, tal que si se interviene en una de ellas,

habrá repercusiones en las restantes, situadas aguas abajo. respecto al oleaje dominante. Una provincia morfodinámica unitaria sería aquella en donde no se establecen playas dependientes.

De acuerdo con Komar ( 1988 ), las delimitaciones de las provincias morfodinámicas se establecen a partir de :

- Las caracterizaciones de las arenas : mineralógica, petrológica, morfoscópica y otras.
- Los diagramas de transporte, que hacen dependientes a un conjunto de playas y que explican las caracterizaciones de sus arenas, incluidas las tendencias de las distribuciones mineralógicas.
- Y de la descripción del marco litológico del litoral, como fuente de aportes sedimentarios.

Y por último, se debe indicar que sobre la cartografía morfodinámica descansa un primer criterio para la delimitación de unidades ambientales, y para la planificación y gestión de las mismas :

- en cualquier tipo de territorio, en general,
- y en el litoral, en particular.

Y esto, de por sí, es ya muy importante.

## 2. METODOLOGIAS Y TECNICAS ACTUALIZADAS

Los estudios de la franja litoral se apoyan en una metodología multidisciplinar, que considera :

1. La cartografía morfodinámica ( Martínez, 1990 ).
2. El clima marítimo.

3. El cálculo de cubicajes de arena ( Martínez, 1987 ).
4. La sedimentología costera.
5. Y la modelización matemática ( Pacheco, 1990 ).

La cartografía morfodinámica de Martínez ( 1990c ), concebida para el litoral de las islas oceánicas en general, y, en particular para Las Canarias, se basa en categorías jerarquizadas e interdependientes, aplicadas a cada dominio climático, según criterios :

- geológicos,
- morfogenéticos, incluidos los procesos de erosión y sedimentación, y
- evolutivos,

El cálculo de cubicajes se obtiene mediante el seguimiento del movimiento de la superficie topográfica ( nivelación topográfica ). De esta manera, se cuantifican los procesos de acreción y de erosión de una playa.

Se precisa, por otra parte, de una sedimentología costera, que abarque :

- La observación, análisis e interpretación de formas menores, respecto a la clasificación de las playas.
- La observación, análisis e interpretación de los parámetros texturales de los áridos.
- Y la observación, análisis, interpretación e incidencia de las características mineralógicas de los áridos.

Los parámetros granulométricos permiten, entre otras cosas :

- diseñar diagramas de transporte, en playas, y

- hacer estimaciones energéticas dentro del estrán.

En relación con la energía cinética media, del oleaje incidente significativo, se estiman concretamente, y en términos relativos :

- la intensidad, en un periodo dado de tiempo ,
- la duración, y
- la evolución en el tiempo.

Los parámetros morfológicos incluyen un análisis de las características fractales de las partículas. Tal análisis puede explicar, en parte, la dinámica del transporte de áridos, tanto en el medio acuoso como por la acción del viento: Ello tiene mucho interés en las transiciones entre fluidos no newtonianos y newtonianos, así como en la consolidación de estructuras sedimentarias ( Allen, 1984 ).

Para los procesos físicos en el litoral, se opta por la modelización piramidal ( Fernández, 1989 ), que desarrolla diversas etapas conceptuales. Estas se ordenan, jerárquicamente, según su mayor nivel de abstracción y generalidad, de la siguiente manera :

- En una primera fase, las campañas de campo llevan a la identificación de un modelo físico, en el que predomina la selección de características básicas cualitativas.
- La traducción de datos cualitativos a cuantitativos constituye un proceso complejo, que pasa por etapas intermedias de modelización parcial. La representación de los parámetros descriptivos seleccionados, en las escalas adecuadas, culmina con el establecimiento de una fase cuantitativa.



- En la fase cuantitativa, se aplica, esencialmente, el aparato matemático. Se establece un problema abstracto, que sirve, con preferencia, para el análisis de cuestiones generales ( Padilla, 1991 y Fernández, 1989 ).

En lo referente a las ganancias y pérdidas de áridos, en franjas intermareales de playas arenosas, el proceso global se describe e interpreta satisfactoriamente, entre otras alternativas, mediante un modelo no lineal, desarrollado a partir de una ecuación diferencial de tipo logístico, más un término representativo de efectos de saturación ( Martínez et al., 1991 ). El modelo permite determinar los volúmenes intermareales de equilibrio de una playa, y las pautas de evolución de estos, como respuestas a nuevas situaciones oceanológicas. La anterior evolución dibuja una "onda de arena", observada empíricamente en las series temporales de los balances sedimentarios. Sin embargo, la predicción puede mejorarse si se usa también la logística, complementada con impulsos aleatorios, regidos por distribuciones, en frecuencia e intensidad, que se determinan experimentalmente.

Para la predicción de pérdidas de arena, ante temporales concretos, ( Martínez, 1990b ), se ha llegado a estimaciones aceptables, en cuanto al orden de magnitud de los resultados, mediante un modelo determinista, basado en una yuxtaposición de episodios lineales, que configuran una tendencia global exponencial.

Los sistemas expertos son otra herramienta para obtener decisiones, referentes, entre otras muchas más cosas, a :

- diagramas de transportes en playas, respecto a oleajes determinados, y

- cuantificación de esos transportes.

La base de datos para un sistema experto en gestión del litoral consistirá en :

- La fisiografía y localización geográfica de la playa,
- La caracterización oceanológica del oleaje en cuestión ( dirección de aproximación, alturas y periodos ),
- Evolución del gradiente de sobreelevación del agua del mar sobre el estrán,
- propiedades físicas del sedimento,
- densidad del agua, y
- geometría del estrán.

El conjunto de reglas de inferencia, para gestionar la base de datos, deberá ser seleccionada cuidadosamente: Es necesario implementar las experiencias realizadas, y sus valoraciones en función de diferentes tipos de parámetros físicos, geológicos, sociales, económicos y culturales. Esto pone, una vez más, de relieve la complejidad del problema de la gestión del litoral.

Asímismo, los intervalos de confianza de las decisiones, propuestas por el sistema experto, han de definirse con la flexibilidad necesaria ( traducción de las situaciones sociales, políticas, económicas ), para proceder a su ejecución práctica.

Un estudio más avanzado, que aún no se ha implantado en el análisis de problemas de este tipo, consiste en el diseño de redes neurales. Sin embargo, la complejidad de estos asuntos necesita un mayor desarrollo.

### 3. CONCLUSIONES

Conforme con :

- el esquema de investigación que se reseña en esta comunicación, y
- la metodología esbozada,

se establecen las condiciones para :

- Diseñar obras marítimas en relación con la optimización de playas deterioradas, la construcción de playas artificiales, la mejora uso-fructuaria de la fachada marítimo - terrestre ( paseos marítimos, etc. ), y otras intervenciones.
- Autorizar concesiones administrativas de explotaciones de áridos sumergidos.
- Ubicar adecuadamente instalaciones deportivas, desde la orilla, (puertos deportivos y otras), que impliquen barreras físicas al transporte longitudinal de áridos.
- Y evaluar impactos físicos de proyectos, o de actuaciones existentes.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

Allen, J. 1984. Sedimentary Structures. Elsevier. Amsterdam.

Fernandez, I. y Pacheco, J. 1989. Modelo en la gestión ambiental. III Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar. ( P. 57 ). Cumaná. Venezuela.

Pacheco, J. , Fernández, I. y Villagarcía, M. 1990. On some open

problems in the mathematical modelling of coastal systems. En Quélennec, R. ( ed. ). 167 - 171. Luminy, Marseille.

Padilla, I. , Fernández, I. , Pacheco, J. y Montenegro, R. 1991. Estimation of exit time for particles released in Ocean Surface. En Arcilla, A. ( ed. ). Computer Modelling in Ocean Engineering 91. 111 - 115. A.A. Balkema. Rotterdam.