

Introducción

El litoral se constituye como un medio sumamente variado y dinámico, que une a la concentración de riquezas y valores naturales, el presentarse como un ámbito extremadamente frágil. Esta fragilidad se ve agravada por la progresiva concentración de actividades antrópicas que vienen a concurrir en una estrecha franja donde los recursos son cada vez más limitados.

En este contexto, las distintas administraciones competentes en la planificación y racionalización de las actividades asentadas sobre el espacio costero, se enfrentan con graves dificultades a la hora de desarrollar su tarea. Entre ellas destacan aspectos como la compartimentación de competencias entre múltiples organismos, la dispersión de las informaciones sobre la franja litoral, y la falta de ordenación de las múltiples fuentes documentales de la compleja y cambiante realidad de este medio.

Para solventar, en la medida de lo posible, los problemas de heterogeneidad de la información, y con la intención de obtener un documento sintético y aplicado que refleje las principales características y problemas de la franja litoral, surgen los Mapas Fisiográficos.

I. El Litoral Transfronterizo Algarve-Andalucía

Si la dispersión de competencias entre organismos y la multiplicidad y heterogeneidad de informaciones existentes, se presenta, tradicionalmente, como uno de los principales problemas a la hora del estudio y gestión del litoral, en el caso que nos ocupa las deficiencias de información se ven agravadas por tratarse de un territorio transfronterizo.

Sin embargo, a pesar de que administrativamente el ámbito espacial que abarcan estas cuatro hojas pertenece a dos países diferentes, desde el punto de vista físico-natural puede decirse que constituyen una unidad en su conjunto. Ello determina que exista una vinculación entre los problemas que acontecen a ambas márgenes del Guadiana, lo cual obliga al análisis y puesta en práctica de soluciones conjuntas. Esta idea refuerza la necesidad de contar, como base de partida, con un documento que recoge, en una visión unitaria y con unos mismos criterios, la totalidad de este espacio litoral. Tal fue la idea que inspiró a las diversas instituciones portuguesas, españolas y francesas a la hora de emprender el proyecto de Mapa Transfronterizo Algarve-Andalucía.

El ámbito espacial recogido por estas cuatro hojas, comprende una franja de unos 30 km. de anchura, distribuida al 50% entre continente y océano, que se prolonga desde Albufeira (Algarve) hasta las proximidades de Torre La Higuera (Huelva).

A lo largo de este espacio pueden identificarse en la zona continental elementos de coincidencia y divergencia. Así destaca la mayor representación de formaciones paleozoicas y mesozoicas, asociadas a morfologías de sierras, en la zona portuguesa, frente al predominio casi absoluto de las formaciones postorogénicas (especial-

mente pliocuaternarias y cuaternarias) en el sector onubense, caracterizadas desde el punto de vista morfológico por la levedad de sus relieves y la suavidad de las pendientes, aunque no ajena a intensas incisiones debidas a la red de drenaje. En el Algarve estas morfogénesis quedan reducidas a una franja estrecha, separada de los relieves de sierra por unidades intermedias de origen mesozoico, sin paralelos en la parte española.

La banda estrictamente litoral presenta mayores puntos de coincidencia: costa baja y arenosa, con abundancia de formaciones dunares y espacios marismenos. Todo ello conlleva potencialidades naturales y problemas comunes en ambos espacios (turismo, acuicultura, erosión de playas, conservación de espacios naturales de gran valor ecológico, etc.). Sin embargo, pese a la presencia de formas costeras similares, la génesis y evolución de dichas morfologías a lo largo de todo este segmento litoral permite diferenciar tramos que responden a modelos diferentes:

- Islas-barreras activas y marismas en el sector occidental.
- Grandes estuarios cerrados por flechas litorales en el sector central.
- Acantilados activos coronados por sistemas dunares, y con playa tendida, en el sector más oriental.

Cada uno de estos modelos responde a procesos dinámicos distintos, y por tanto, su posible evolución y sensibilidad ha de ser considerada de forma diferente.

En el ámbito submarino, el conjunto de espacios se caracteriza por la presencia de una amplia plataforma continental que progresivamente se va estrechando en amplitud conforme nos desplazamos hacia el oeste. Este hecho explica que en las hojas portuguesas estén representadas todas las unidades de la plataforma, incluido el sector somital de la pendiente continental, mientras en las hojas de Huelva estén mayoritariamente representadas las unidades más internas, entre las que destacan los prodeltas asociados a los principales estuarios.

Mayor importancia, desde el punto de vista de las interrelaciones entre ambos sectores, tienen los procesos hidrodinámicos que en ellos acontecen. Especialmente relevante es que todo el espacio representado por las cuatro hojas esté interrelacionado desde la perspectiva sedimentaria, es decir constituya lo que se ha venido a denominar en ingeniería de costas una unidad fisiográfica litoral. El elemento dinamizador de estos sedimentos es la deriva litoral que para toda la zona tiene una clara componente dominante hacia levante. Si este factor es relevante para entender la dinámica de las playas que caracterizan todo el área de estudio, la presencia de corrientes litorales y corrientes de marea que se aceleran en los diferentes estuarios y barras, ponen igualmente en relación las aguas costeras de todo el sector y dinamizan los amplios espacios marismenos aquí presentes.

Sobre el conjunto de este medio físico, el hombre ha llevado a cabo algunas actividades (agricultura, desforestaciones, urbanizaciones, diques, destrucción de sistemas dunares, asentamientos industriales, etc.) que se han intensificado sobre la franja

propiamente litoral en las últimas décadas. Esta masiva concentración de actividades ha incidido sobre un medio sumamente frágil, cuyo equilibrio muchas veces reposa en procesos dinámicos difíciles de evaluar, pues los datos e informaciones, cuando no inexistentes, se hallan dispersos entre múltiples organismos y fuentes documentales.

Las diferencias y paralelismos entre los medios físicos de los territorios costeros a ambas márgenes del Guadiana, determinan, a su vez, coincidencias y divergencias entre las tipologías de ocupación del territorio. En ese sentido, si el mapa fisiográfico pretende configurarse como un documento que representa de forma sintética la conjunción de medio natural y problemáticas antrópicas a él asociadas, una rápida visión de estas hojas nos permite dibujar un esbozo de esas coincidencias y divergencias, así como de aquellos problemas generados en una orilla, que pueden tener consecuencias en la otra.

Un primer hecho que salta a la vista es cómo en los dos sectores, portugués y español, se ha producido una concentración de la actividad antrópica general sobre la franja de tierra más próxima a la línea de costa. Es en esta banda donde más alteraciones se han producido, la que presenta mayor dinamismo, y la que mayores problemas aglutina. El interior, por su parte, presenta menores modificaciones manteniendo, en gran medida, sus actividades tradicionales (agricultura, explotaciones forestales, etc.), y una ocupación menos intensiva de su espacio. Sólo algunas incidencias puntuales como canteras, graveras o infraestructuras, dejan sentir la presencia próxima de una costa en continua actividad.

Las importantes extensiones de marismas presentes a lo largo de todo el sector costero, determinan la presencia de actividades comunes, tradicionales y actuales, como la explotación salinera y la acuicultura. La propia existencia de estas formaciones, determina su declaración como espacios naturales protegidos.

Uno de los rasgos comunes antes mencionados hace referencia a la presencia de potentes acuíferos en todo el ámbito costero. Estos recursos hídricos subterráneos han hecho posible el desarrollo de importantes actividades en la franja litoral, como son una agricultura más intensiva y el aprovechamiento turístico masivo. De hecho, en ambas márgenes del Guadiana se viene produciendo una pugna entre ambas actividades por la utilización del agua, y de otro recurso cada vez más escaso, el suelo. Los resultados son otras problemáticas compartidas, asociadas a la contaminación de acuíferos y al peligro de intrusión salina en los mismos por sobreexplotación.

Sin embargo, tanto la actividad agrícola como el desarrollo urbanístico asociado al turismo tienen características muy dispares a ambos lados de la frontera. Así, en el Algarve las transformaciones recientes de la agricultura litoral no se han traducido, como en Huelva, en la expansión incontrolada de cultivos bajo plástico, sino en una progresiva intensificación de los regadíos (esencialmente cítricos y productos hortofrutícolas en general) sometidos a técnicas sofisticadas. En ese sentido, se observa un curioso mimetismo a ambas orillas, pues en el extremo occidental onubense abundan las nuevas plantaciones de cítricos en riego, y en el Algarve oriental aparecen buena parte de los enclaves de cultivos bajo plástico que aparecen en esta región.

Por lo que respecta a la actividad turística, aunque se presenta con creciente intensidad a ambas orillas del Guadiana, tiene características muy distintas en los diversos sectores, lo cual se manifiesta con claridad en su dispar dimensión espacial. En la costa del Algarve el turismo tiene una proyección netamente internacional, propiciada por la presencia de un importante aeropuerto. Como resultado, esta actividad ha desbordado los núcleos urbanos tradicionales, para desperdigarse en continuas urbanizaciones exentas, grandes complejos hoteleros y multitud de segundas residencias, que están ocupando grandes extensiones de la franja litoral, y no pocas del interior. La presencia de campos de golf, complejos recreativos y otras ocupaciones, reflejan una infraestructura turística compleja.

En el litoral onubense, la actividad turística aún se halla íntimamente vinculada al turismo regional y provincial. En ese sentido no alcanza la intensidad y dimensiones del Algarve, manteniéndose todavía grandes extensiones del litoral sin urbanizar (especialmente en el sector oriental). Sin embargo, desde la construcción de importantes infraestructuras de comunicación, como el Puente Transfronterizo sobre el Guadiana, y las autopistas del Infante y la que une Sevilla y Huelva, se detectan importantes cambios en el sector occidental onubense y una proyección que supera el ámbito regional. Baste como ejemplo los grandes proyectos urbanísticos desarrollados en los últimos años, y que se orientan hacia una demanda nacional e internacional (Isla Antilla e Isla Canela).

No cabe duda que, de todo lo expresado anteriormente, se deduce que existe una íntima conexión, tanto física como socio-económica, entre las dos regiones, y que estas últimas van a verse acentuadas a corto plazo. Como consecuencia, parece clara la necesidad de llevar a cabo un gran esfuerzo de coordinación en todo tipo de planificación referente al diseño de la oferta turística, la conservación de los espacios naturales protegidos litorales, la gestión de los recursos hídricos, la realización de obras de ingeniería de costa, etc.

Estas necesidades de cooperación transfronteriza se ven acuciadas por la aparición de problemas causados por la implantación de algún tipo de actividad que, aunque asentada en uno de los sectores, tiene consecuencias negativas para el conjunto. Tal es el caso del Polo Industrial de Huelva, o los desequilibrios en el tránsito sedimentario, y la consiguiente regresión de las playas, producidos por la construcción de diques que protegen el acceso a los puertos en la zona portuguesa.

II. El Mapa Fisiográfico

El Mapa Fisiográfico se presenta como un documento cartográfico aplicado, que intenta plasmar, por un lado, los elementos fundamentales de la estructura natural del espacio litoral y, por otro, la localización y extensión de las actividades antrópicas más relevantes respecto a los recursos naturales del mismo.

El objetivo fundamental de estos mapas es servir de instrumento de apoyo en los procesos de toma de decisiones de índole territorial que afecten a este espacio.

La cumplimentación de este objetivo, obliga a los mapas fisiográficos a adoptar unas características definitorias:

1.- Sintético: Debe aportar una visión homogénea y global de un espacio complejo, lo que implica la selección, integración y representación de una amplia gama de informaciones. Estas provendrán unas veces de interpretaciones de datos y documentos preexistentes (mapas de suelos, geológicos, topográficos, etc.) y otras de informaciones elaboradas «ex novo». El resultado final pretende ser un documento unitario de fácil lectura.

2.- Ajustado a la realidad natural de la costa: lo que obliga, por un lado a recoger este espacio como un ámbito continuo, donde no hay una clara frontera entre los medios continental y marino, y por otro, a plasmar la intensidad de procesos dinámicos que acontecen en los distintos sistemas litorales, pues son de gran importancia para el entendimiento de sus situaciones de equilibrio o desequilibrio.

3.- Multidisciplinar: en el sentido de que las informaciones que recogen tienen como origen y destino, a una gran diversidad de disciplinas (oceanografía, geografía, geología, biología, etc.) y actividades administrativas (ordenación del territorio, conservación del medio ambiente, gestión de los recursos pesqueros, etc.).

4.- Aplicado: en la medida que la finalidad última de esta cartografía es la de servir de soporte en las tareas de planificación territorial y en otros procesos de decisión de carácter administrativo.

En ese sentido el Mapa Fisiográfico pretende recoger un conjunto de informaciones de interés para la gestión del ámbito costero. Se constituye así en un documento en el que se plasma la estructura físico-natural del espacio litoral, los procesos dinámicos que sobre éste acontecen, y las principales incidencias de origen antrópico de interés medioambiental. Ello implica su configuración como un mapa que recopila múltiples informaciones dispersas, que son interpretadas, estructuradas, sintetizadas y representadas geográficamente. El producto resultante, una cartografía aplicada en la que aparecen recogidas las relaciones espaciales que se establecen entre unidades fisiconaturales, procesos dinámicos y actividades antrópicas, pretende ser de utilidad para cualquier proceso de planificación y reconocimiento que afecte a la franja costera.

Para la consecución de los objetivos perseguidos, se escogió la escala 1/50.000 como la más idónea por varias razones:

- Por ser la escala de la cartografía básica de mayor detalle de la que se disponía a ambos lados de la frontera cuando se inició el proyecto.
- Por adaptarse bastante bien a las fuentes de información disponibles.
- Por adecuarse a los objetivos de visión sintética y aplicada que pretenden ofrecer los mapas fisiográficos.

ciones naturales, donde las influencias de los medios continentales y propiamente marinos, se aúnan para otorgarle caracteres propiamente litorales.

Sin embargo, la metodología seguida conlleva la estructuración de la información, mediante la segmentación de todo el espacio en grandes dominios, a partir de los cuales se establece una estructura jerárquica de unidades y elementos a representar, y que, en resumidas cuentas, otorgarán la visión sintética y global que los mapas persiguen.

Estos grandes dominios responden a una subdivisión de las áreas de predominio de las formas y procesos de los grandes sistemas que convergen en el litoral:

- Dominio submarino: recoge aquellas áreas sumergidas donde existe un predominio claro de los factores hidrodinámicos marinos, aunque la proximidad al continente le otorgue caracteres diferenciados respecto a otros ámbitos oceánicos (sedimentos de origen continental, morfologías asociadas a antiguas líneas de costa y a fenómenos eustáticos y tectónicos, etc.).
- Dominio litoral: que comprende aquella franja en la que los procesos y las formas responden a su papel de interfase entre los otros dominios, lo que determina unidades y morfologías propias, tales como extensos complejos dunares, formaciones de marismas, playas, etc. Este dominio se caracteriza por la dinamicidad de los procesos a los que se halla sometida.
- Dominio continental: recoge la franja interna del ámbito costero, donde existe un predominio de los procesos (erosión hídrica superficial, dinámica de vertientes, etc.) y las morfologías (terrazas, llanuras aluviales, escarpes, badlands, etc.) puramente terrestres, aunque se hacen notar las influencias de la proximidad al mar.

Siguiendo el esquema jerárquico perseguido, cada uno de estos grandes dominios, se subdivide en un conjunto de unidades que se individualizan por rasgos geológicos, geomorfológicos, y por otros elementos constituyentes del marco físico-ambiental, entre los que juegan un papel destacado los relativos a las morfologías y los procesos que las generaron.

Algunos ejemplos de estas unidades son: playa submarina, prodelta, formación detrítica costera, etc. en el dominio submarino; formaciones intermareales arenosas, cordones dunares y mantos eólicos, en el dominio costero; y relieves de disecación, superficies somitales detríticas y terrazas fluviales, en el dominio continental.

Esta primera aproximación ha dotado al mapa de unos contenidos fácilmente legibles, en la medida que las distintas unidades se representan mediante tonos de color acordes con sus orígenes genéticos: azules para unidades de origen marino, amarillos para unidades donde la acción del viento ha sido decisiva, verdes y ocre en las que hayan predominado procesos continentales, si bien en este dominio la diversidad cromática es mucho mayor, integrando otros colores como naranjas y morados para subsistemas kársticos y estructurales.

Este primer nivel de aproximación se subdivide, a su vez, en diversas unidades menores, de acuerdo con sus características morfodinámicas, siendo representadas mediante la utilización de tramas. Así las formaciones de marismas se individualizan si tienen o no vegetación, o si son limoarenosas o arenosas. Igualmente los cordones arenosos se diferencian según su origen (cordones dunares o cordones litorales, islas-barrera, flechas litorales.).

Siquiendo la estructura jerárquica que pretende la leyenda, sobre las unidades previamente definidas, se han sobreimpuesto elementos lineales y símbolos que representan, con mayor nivel de detalle, aquellas características morfológicas y procesos necesarios para la comprensión de la dinámica del medio costero.

Así no sólo aparecen elementos morfológicos no suficientemente definidos por las unidades anteriores (acantilados, playas, glacis, cañones submarinos, deltas de marea, etc.), sino también aquellos procesos de mayor interés medioambiental (derivas litorales, erosión o acreción costera, corrientes de marea, dirección de flujo de acuíferos, dirección de avance de los sistemas dunares, cuantificaciones del tránsito sedimentario, etc.).

3. Informaciones sobre usos del suelo y sobre elementos de relevancia para el Medio Ambiente

Además de las unidades y los procesos que caracterizan al medio físico de la franja marina y continental, el mapa fisiográfico tiene como contenido fundamental la representación de aquellas actuaciones de origen antrópico que tengan incidencia sobre los recursos naturales.

En ese sentido, sobreimpuestas a las informaciones relativas a las unidades fisiográficas, representadas mediante colores y tramas, aparece un conjunto de contenidos referentes a la tipología de formas de ocupación del territorio, a obras e infraestructuras y a las actividades consideradas más impactantes. La finalidad de estas informaciones consiste en proporcionar una visión rápida y sintética de la intensidad de la presión ejercida sobre las diferentes unidades ambientales.

El conjunto del espacio abarcado por estas hojas se halla segmentado en polígonos, donde, mediante letras, se indica el uso del suelo predominante: cultivos en riego o secano, bosques de conservación o de explotación, pastizales, matorrales, etc.

Aquellos usos considerados más impactantes para el medio natural (zonas industriales, residuos industriales, agricultura bajo plástico, etc.) han sido resaltados mediante la sobreimposición de una trama de líneas verticales.

Otras actividades que se destacan con tramas son aquellas directamente relacionadas con la explotación de recursos naturales, y que se ubican en zonas de extrema sensibilidad como los estuarios y marismas. Son el caso de las salinas, distinguiéndose las tradicionales de las industriales, y las áreas de acuicultura (intensiva o extensiva).

Igualmente se recoge información sobre las áreas de expansión urbanística con carácter disperso, relacionadas con el desarrollo turístico.

Mediante símbolos se señala la localización de otras actividades con un carácter puntual, tales que:

- Explotaciones mineras y canteras, con indicación del material extraído, y de su estado (abandonada o activa).
- Obras de defensa y protección costera: diques y espigones.
- Sondeos y captaciones de agua subterránea más relevantes.
- Emisarios (construidos y en construcción), así como dispositivos de descarga directa de vertidos.
- Infraestructura de transporte de productos energéticos: gaseoductos y oleoductos.
- Cortafuegos.

4. Informaciones complementarias

Un último grupo de contenidos de estos mapas corresponde a informaciones sobre yacimientos y restos prehistóricos protohistóricos e históricos, relevantes como indicadores de situaciones medioambientales y geomorfológicas del pasado, que difieren de las actuales. Muy especialmente se han seleccionado aquellos yacimientos que proporcionan información sobre el alcance de la línea de costa y de las zonas de marisma en una época determinada.

Además de estos yacimientos con indicación del periodo al que pertenecen, se han señalado otras tipologías de asentamientos y de construcciones, según correspondieran a ciudades portuarias, molinos de marea, embarcaderos, fondeaderos, torres de vigía, fábricas de salazón, almadrabas, etc.

Otra información de carácter histórico recogida son los epicentros probables de movimientos sísmicos, con indicación de su intensidad y año en que tuvieron lugar.

IV. Caracterización de Unidades Fisiográficas y Procesos

Dominio submarino

Introducción

La parte superior del Golfo de Cádiz cubierta por las hojas de los Mapas Fisiográficos de Faro, Tavira, Ayamonte y Huelva, presenta una evidente disposición zonal y escalonada, donde es posible aplicar el enfoque metodológico de estos mapas. La

disposición de las diferentes unidades fisiográficas identificadas bajo el mar (ver esquema en el bloque-diagrama adjunto) se expresa claramente en tres aspectos:

1. En la morfología y batimetría, habiendo sido esta última redibujada a partir de los “parcelarios” más recientes que los Institutos Hidrográficos de Lisboa y Cádiz (a los que agradecemos su colaboración) nos han facilitado desinteresadamente.
2. En la estructura superficial constituida por dos unidades progradantes (de edad cuaternario reciente), superpuestas y desplazadas hacia la línea de costa. Ambas reposan sobre una clara superficie (ver bloque diagrama) que cambia de naturaleza (una superficie de aplanamiento bajo las actuales formaciones litorales que pasa a estructural hacia el sur) y se flexiona en dirección sur debido al juego de movimientos tectónicos recientes (Vannev, J.R y Mougenot, D., 1981; Bettencourt, P. 1990).
3. En los procesos hidrodinámicos actualmente activos. Aunque situadas en una posición relativamente abrigada de las influencias meteorológicas y oceanográficas, las aguas marinas frente al Algarve y Huelva se ven afectadas por un oleaje, derivas litorales y corrientes de marea que permiten imponer a los aportes sedimentarios fluviales o pelágicos, y al modelado submarino, una disposición sensiblemente longitudinal.

La playa submarina

Esta unidad infralitoral se extiende hasta los 20 o 30 metros de profundidad, sobre la vertiente submarina de los depósitos del prisma detrítico reciente, el cual emerge bajo la forma de un remarcable sistema de cordones litorales, flechas litorales (hojas de Ayamonte y Huelva) e islas barreras activas (hojas de Faro y Tavira). Desde el fin de la transgresión holocena, esta unidad concentra la mayor actividad morfosedimentaria debido al efecto de las corrientes de marea, más eficientes frente a las barras que se abren en las formaciones arenosas emergidas, la deriva litoral que presenta una clara componente hacia el este y el efecto de los mayores temporales. Sometidos a una potente removilización, los sedimentos presentan una gran variedad de tamaño y clasificación. Aunque al oeste de Faro ocupan áreas de pequeñas dimensiones, las formaciones arenosas finas y bien clasificadas ganan en extensión hacia este, alcanzando su mayor profundidad y anchura (5 km.) frente a las desembocaduras de los ríos Tinto y Odiel donde conforman la Barra de Huelva con formas de gran movilidad. Por otra parte, frente a las desembocaduras de los ríos Piedras y Guadiana, la disminución del tamaño de los sedimentos da lugar a la presencia de fangales pro-estuarinos (hoja de Ayamonte).

Prodeltas

Esta segunda unidad submarina está constituida por formaciones sedimentarias bien reflejadas por la batimetría, de morfología protuberante y con presencia de sedimentos finos que recubren la unidad siguiente aguas adentro, correspondiente a la denominada unidad detrítica costera. Se pueden identificar dos subunidades: (a) los frentes deltaicos, con una pendiente sensible y tapizados de sedimentos finos, que

se presentan incididos por pequeños talwegs submarinos que dejan su impronta morfológica, (b) plataformas predeltaicas de menor pendiente donde el substrato mas grosero desaparece bajo un depósito arqueado de sedimentos finos, como ocurre frente a la desembocadura del Guadiana (Fangal del Guadiana, hoja de Ayamonte). La agitación inducida por el oleaje parece insuficiente para dinamizar las masas de aguas turbias que son alimentadas por las descargas pélticas fluviales y rodeadas por sistemas de corrientes circulares que giran en sentido horario.

Formación Detrítica Costera

Esta unidad se extiende entre los 30 y 70 metros de profundidad, a veces a profundidades menores como en la hoja de Ayamonte. Se corresponde con la parte somital (nivelada en algunos sectores como frente a Albufeira, hoja de Faro) de la formación progradante superior (fini holocena) que ocupa el tercio interno de la plataforma continental. Está formada por material detrítico grosero, a veces rubefactado, cubriendo una amplia gama granulométrica donde predominan las arenas y gravas, completada frecuentemente por importantes contingentes de fragmentos bioclásticos. Esta unidad tiene una representación espacial creciente hacia levante, comenzando por una estrecha banda en las hojas de Faro y Tavira que se expande a partir de la mitad oriental de la hoja de Ayamonte para cubrir mas de la mitad del dominio submarino de la hoja de Huelva. En ella se pueden individualizar:

A. Formaciones de arenas y gravas rubefactadas que cubren la mayor parte de la unidad y presentan una morfología de "glacis-plano" (Vanne, J.R., 1976), evolucionando hacia una pendiente suave y cóncava hacia el sur. Constituye una zona de migración sedimentaria en sentido transversal y longitudinal. Las fracciones finas procedentes de unidades superiores se encuentran con la imposibilidad de depositarse aquí a causa de: (1) la rugosidad del substrato (presencia de elevaciones rocosas e irregularidades granulométrica) o/y (2) de la acción de las corrientes de retorno hacia aguas profundas generadas por las largas olas procedentes del sur. Las partes mejor cementadas del substrato afloran bajo la forma de "chicots", de pitones, de plataformas rocosas o de capas de gravas (sobre todo sobre las hojas de Tavira, de Ayamonte y de la mitad occidental de Huelva). En las proximidades de estos relieves o de los fondos duros, el material biogénico detrítico se desplaza localmente sobre fracciones minerales o terrígenas.

B. Las cubetas de decantación. Frente a la desembocadura del Guadiana y del sistema Tinto-Odiel (cubetas de Mazagón y La Torre, hoja de Huelva), las inflexiones topográficas transversales son suficientemente marcadas para ofrecer un abrigo en relación al oleaje o una salida a las fracciones finas movilizadas por las corrientes de retorno. Estas cubetas de decantación y "pasillos de derrame" aseguran la conexión sedimentológica, morfológica, dinámica y biológica entre la zona costera y las formaciones fangosas de la plataforma media.

Talud de Progradación (Antiguo) y de Sedimentación Fangosa (Actual).

La mitad occidental de la hoja de Faro y la totalidad de las de Tavira y Ayamonte, son recorridas por un talud de un trazado sinuoso, perfil ligeramente convexo

y localmente incidido por talwegs submarinos (sobre todo en la hoja de Ayamonte). Situado ligeramente por encima y por debajo de la isobata de 50 m., este resalte topográfico está formado por el frente de la unidad progradante superior (ver bloque diagrama). Las formaciones del detrítico costero que lo constituyen son contaminadas por limos arenosos y fangos, sin duda inestables, tanto en el tiempo como en el espacio, en su posición y en su espesor. Las cantidades de la fracción fina no exceden la mitad de las muestras dagradas. En la hoja de Ayamonte, este talud, abierto para facilitar la salida del Guadiana, parece marcar la posición de un antigua línea de costa (quizás correspondiente con el nivel marino del 10.000-12.000 BP), formada por flechas litorales enmarcando la desembocadura del río.

Formación Fangosa de la Plataforma Media

Al pie del talud antes citado y hasta una profundidad media de 100 m. se extiende, ocupando una posición intermedia en la plataforma continental, una unidad fangosa de amplitud variable. Esta unidad está bien representada en las zonas suavemente inclinadas de las hojas de Ayamonte y Tavira (casi 10 km. de amplitud en el meridiano 7° 25' oeste). En la parte occidental de la hoja de Tavira y en la oriental de la de Faro, esta unidad se reduce a una estrecha banda (3 km. en el meridiano 7° 50' oeste) de pendiente más pronunciada. En general, presenta una superficie uniforme u ondulada que se corresponde con el techo de la unidad progradante inferior. En los sedimentos predominan las fracciones finas (50% de fracciones pelíticas), generalmente de escaso espesor, estando alimentada por fracciones terrígenas que son redistribuidas por corrientes débiles. Se trata de una unidad terminal de deposición que traduce: (1) la importancia de una "lentille" turbia próxima al fondo; (2) la débil energía de las corrientes de retorno y (3) la mediocridad de la circulación de fondo. Esta unidad quizás fuera, en su origen, un antiguo complejo fluvio-litoral posteriormente relleno con sedimentos fangosos tras la última remontada del nivel del mar.

Formación Detrítica de la Plataforma Externa

Desplazándonos hacia aguas mas profundas, por debajo de la isobata de 100m (como media) la unidad anterior está bordeada por una segunda unidad de material detrítico. Se trata de la zona externa de la plataforma continental constituida por la parte distal de la unidad progradante inferior, no apareciendo más que en las hojas de Tavira y Faro. La mayor parte de su superficie está ocupada por fondos con materiales de granulometría variable y entremezclados, donde las arenas medias y gruesas, mal clasificadas, son dominantes. Se trata de fracciones relictas, cuyo emplazamiento se asocia a una posición baja del nivel del mar y cuya alimentación de materiales terrígenos es muy débil o nula. La sedimentación actual está escasamente representada por sectores de sedimentación fangosa que ocupan posiciones de abrigo topográfico. Como en todo sector submarino con sedimentación terrígena escasa, predomina el aporte biogénico local: las fracciones conchíferas (biocalcarenitas) enriquecen el sedimento representando más de la mitad de su peso (hasta el 75% en las muestras extraídas en el sector cubierto por la hoja de Tavira).

Pendiente Continental Superior

El sector suroeste de la hoja de Faro y el suroriental de la de Tavira, alcanzan profundidades situadas por debajo del reborde de la plataforma continental (señalada en el mapa, para facilitar la legibilidad, por un signo convencional) y de la inmersión media de la termoclina estival. Constituye la parte superior de la pendiente continental del Algarve, modelada en la parte frontal de la unidad progradante inferior, con una fuerte inclinación y apareciendo notablemente incidida por talwegs submarinos. Esta unidad constituye el flanco septentrional de la "Fosa de Alvares Cabral", destacable por su profundidad, amplitud y disimetría (flanco suave mirando hacia el norte), a la vez que separa la pendiente del «Planalto de Faro», superficie donde la vena de agua mediterránea ha acumulado espesas series de conturitas (Vanney, J.R. y Mougenot, D., 1981). Actualmente, los fondos situados entre 150 y 300 m. son recorridos por un agua de mezcla, de salinidad inferior al 36 por mil y de temperatura comprendida entre 14 y 12,5 °C. Por debajo de una profundidad media de 350 m., la pendiente continental está bañada por un agua tibia (12,5-12,6°C) pero de fuerte salinidad (36,2-36,4 por mil). Estas corrientes con una componente occidental, a veces rápidas son, sin embargo, insuficientes para impedir la sedimentación fina. Los fangos arcillosos (hemipelágicos) tapizan un substrato antiguo y variado.

Dominio continental

El dominio continental transfronterizo, incluido en las cuatro hojas de esta publicación, refleja la continuidad antes comentada en algunas unidades (Zócalo Hercínico), la presencia de cambios significativos en la morfología de otras (Unidades de Origen Fluvial, así como las Coberteras Tabulares y Superficies Poligénicas), e incluso, la exclusiva aparición de algunas de ellas a un lado u otro de la frontera establecida en el Guadiana (Depresión Periférica y Barrocal en el territorio portugués). El Zócalo presenta una mayor continuidad y diversidad en la hojas portuguesas, mientras en el territorio español aflora exclusivamente en el sector noroeste de la hoja de Ayamonte. Las Coberteras Tabulares y Superficies Poligénicas presentan una distribución más compartimentada, ocupando una estrecha banda meridional en las hojas portuguesas. Por el contrario, se extienden por la mayor parte del dominio continental español, ya que constituyen las últimas fases del relleno de la Depresión Bética. Independientemente de su desigual distribución espacial y génesis no definitivamente establecida, es significativa su proximidad y semejanza fisiográfica y paisajística. Por último, tanto la Depresión Periférica como el Barrocal son dos grandes unidades de presencia exclusiva en el sector portugués, presentando la segunda una distribución más extensa en ambas hojas (con mayor representatividad en la hoja de Faro que en la de Tavira), mientras la primera ocupa una estrecha banda de contacto entre la anterior y el Zócalo Hercínico. Finalmente las unidades de origen fluvial, por sus peculiaridades propias, aparecen de forma discontinua disectando perpendicularmente las restantes unidades. Aunque su distribución espacial se extiende por las cuatro hojas publicadas, la presencia de grandes colectores fluviales en el sector español (Guadiana, Piedras, Tinto-Odiel...) explica su mayor desarrollo en la hojas españolas.

En su conjunto se han individualizado hasta cinco grandes unidades de rango superior, particularmente subdivididas en unidades fisiográficas jerárquicamente in-

feriores, a medida que los cambios morfológicos, litoedáficos o genéticos lo aconsejaban. Conviene recordar que la concepción fisiográfica adoptada y los objetivos aplicados de esta cartografía conducen, en un primer estadio, a la división espacial de todo el dominio continental en unidades de terreno con características físico-naturales comunes desde una perspectiva integral y, por lo tanto, en ningún momento deben entenderse como necesariamente coincidentes con las derivadas de las disciplinas que han proporcionado la información de base individualizadamente (geología, edafología, geomorfología ...). Esta taxonomía territorial puede ser considerada como una clasificación sintética y comprensiva de la realidad físico-natural del espacio analizado en unidades que poseen, por ello, un gran interés desde la perspectiva de la gestión territorial y medioambiental. Junto a esta primera y obligada división del territorio, se han introducido un conjunto importante de elementos gráficos puntuales o lineales que posibilitan una mejor comprensión de las características morfológicas, así como información referida a aquellos procesos geomorfológicos de mayor trascendencia, en relación con su impacto o influencia en el dominio costero (erosión, aportes sedimentarios...).

Contexto macroestructural

Desde una perspectiva regional, el sector más septentrional del ámbito espacial correspondiente al dominio continental, está constituido por el borde meridional más occidental del macizo Hespérico (Sierra Morena y Zona Subportuguesa), plegado durante la orogenia hercínica y cratonizado, así como por parte de su cobertura mesozoica. El resto de las unidades, hasta enlazar con el dominio costero, están constituidas por formaciones detríticas, mayoritariamente representadas por facies regresivas (limos amarillos, arenas de «Quarteira», arenas de «Bonares», arenas «Basales» ...) y puntualmente fosilizadas por formaciones detríticas más groseras de origen fluvio-coluvial. Estas formaciones constituyen los últimos episodios de relleno en la Depresión Bética, con una estructura claramente tabular, o se ubican en el tramo más distal de la superficie poligénica litoral en el Algarve, a la que, en parte, fosilizan. Por último, la singularidad del hecho fluvial individualiza unidades (llanura de inundación, fondos de valle y terrazas) de significativa entidad morfológica y desarrollo longitudinal. El reciente proceso de encajamiento, erosión y desmantelamiento sobre parte de las formaciones anteriores por la red hidrográfica actual, condiciona el desarrollo ortogonal de estas unidades respecto a la distribución zonal y paralela a la línea de costa que caracteriza a aquellas. El contacto entre las unidades del zócalo hespérico y las formaciones situadas al sur, se realizó de forma particular en cada sector aunque predomina la presencia de flexiones de diferente magnitud, algunas de ellas bien caracterizadas (Ribero, A. et al., 1984), con fallas asociadas de dirección este-oeste a las que se unen otras de dirección noroeste-sureste y noroeste-suroeste. En general toda la zona ha sido intensamente afectada por la neotectónica pliocuaternaria postalpina, afectando incluso a formaciones detríticas cuaternarias, y evidente en la actualidad en la importante actividad sísmica de la región, con periodos comprensivos y distensivos (Armijo et al., 1977), siendo, estos reajustes neotectónicos, que a veces reactivan complejos de fallas y fracturas hercínicas, del mayor interés para la comprensión de la estructura regional del dominio costero.

Unidades fisiográficas

Macizo Hespérico

Como se ha mencionado con anterioridad, esta unidad agrupa la zona meridional de la Zona Subportuguesa en Portugal y en el sector español (Sierra Morena). Está constituida por un macizo antiguo cratonizado, profundamente erosionado y peniplanizado en conexión con la Meseta Ibérica, «superficie fundamental del Andévalo» (Díaz del Olmo, F., 1986), y la peniplanicie del Baixo Alentejo (Feio, 1952), presentando una composición litológica de gran homogeneidad en base a la rítmica alternancia de pizarras y grauvacas de origen turbidítico. El contacto con las formaciones situadas al sur se realiza de forma general a través de flexiones del zócalo que, puntualmente son fácilmente reconocibles visualmente donde la deformada superficie de aplanamiento se inclina claramente hacia el sur (sectores en torno al Río Guadiana). En otras ocasiones se reconocen escarpes tectónicos ligados a la presencia de fallas (escarpe de falla de Fira de Agosto). La acción erosiva de la red hidrográfica actual ha permitido individualizar las siguientes subunidades:

Superficies de aplanamiento.- Esta unidad agrupa los sectores donde las superficies de aplanamiento están mejor conservadas, o ligeramente degradadas, presentando una morfología suave y alomada, con suelos relativamente desarrollados que posibilitan algunas explotaciones agrícolas extensivas («ruedos» de Villablanca, por ejemplo).

Colinas de disección.- Aquí se agrupan los sectores donde la red hidrográfica ha desmantelado o degradado profundamente las superficies de aplanamiento. A veces, los cauces principales aparecen profundamente encajados (gargantas), y, en general, los interfluvios se han reducido a pequeñas superficies aplanadas o, sencillamente, a una sucesión de colinas configurando relieves accidentados con suelos poco profundos o esqueléticos que sustentan la típica vegetación mediterránea a base de formaciones de quercíneas y matorral xerofítico. A ambos lados del río Guadiana se reconocen con facilidad estas unidades.

Los procesos dominantes en la actualidad están regidos por la gran eficacia de la erosión fluvial, favorecida por la impermeabilidad del substrato litológico y controlado por las numerosas discontinuidades y fracturas del zócalo que, a veces, favorecen deslizamientos planares (planos de estratificación o de esquistosidad). Puntualmente en los sectores con suelos más arcillosos pueden presentarse fenómenos de soliflucción tras los periodos de lluvias, intercalados entre las formas dominantes de erosión hídrica (rill wash) que constituyen el principal factor de degradación ecológica de esta unidad.

Depresión periférica

La Depresión Periférica se corresponde con la zona de contacto entre el zócalo hercínico y la cobertura mesozoica. Típicamente se trata de una depresión ortoclinal, disimétrica y modelada en rocas blandas, en la que una de las vertientes está repre-

sentada por la superficie de aplanamiento del macizo antiguo, exhumada de la cobertura sedimentaria, y la otra vertiente, más abrupta, está constituida por el frente de una cuesta (costeira). Estas condiciones se encuentran principalmente en el Algarve oriental, ya que, aunque en el sector andaluz -en el entorno de Ayamonte- afloran también puntualmente materiales triásicos, su escasa representación superficial, su diferente forma de contacto y, por lo tanto, su morfología diferente, más parecida a los relieves acolinados del zócalo, ha hecho que se considere más adecuado integrarlo en esta unidad. En el caso portugués, ya vimos que el zócalo está afectado por una superficie de aplanamiento que se inclina hacia el sur o sureste. El frente de las cuestas (costeiras) está constituido en el caso más típico, por una cornisa modelada sobre las dolomías del Liásico inferior, que se superpone a una vertiente cóncava que se desarrolla sobre rocas blandas del Keuper Hetangiano. Por ello, sin que siempre se verifique, de un modo general, se puede decir que la depresión periférica constituye un accidente bien marcado en el Algarve oriental aunque no es siempre una forma típica debido a los siguientes factores: fuerte inclinación y destrucción de la superficie de aplanamiento del zócalo; existencia de fallas en la zona de contacto entre el zócalo y cobertura, que provocan el rejuego o la repetición de ese contacto; existencia de materiales de resistencia diferenciada en el complejo de Keuper-Hetangiano, que se manifiesta por un perfil irregular en los frentes de las cuestas. Respecto a la dinámica actual se puede decir que la incidencia de la erosión hídrica sobre las rocas impermeables facilita el desarrollo de desplomes en las cornisas y deslizamientos de las rocas blandas que poseen importantes cantidades de arcillas (sobre todo en las margas).

Barrocal

Al sur de la Depresión Periférica, se extiende una banda más o menos extensa de materiales del Jurásico, con los que se corresponde la unidad del Barrocal. Se encuentra bien representado en la Hoja de Faro, estrechándose bastante en la de Villa Real de San Antonio. En lo referente a la litoestratigrafía de las formaciones mesozoicas, desde el punto de vista estructural (Ribeiro et alia, 1984; Manupella et alia, 1987 a y b; Manupella, G., 1988; Ribeiro et alia, 1990) la característica más sobresaliente de la llamada «Orla Algarvia», es la existencia de un talud de dirección ENE-OSO, que se traduce en la presencia de series más potentes y profundas hacia el SSE. Este talud está, sin embargo, accidentado por dos importantes flexiones en el Algarve oriental, que son, la de Algibre al norte, y la de Santo Estavao-Monte Figo-Vale Judeu al sur. Al norte de la primera, la estructura es subtabular. Por el contrario, entre ambas flexiones, los materiales se presentan moderadamente deformados, con pliegues que presentan vergencias tanto hacia el norte como hacia el sur, y pasan a dobles fallas con cabalgamientos asociados (Ribeiro, A. et alia, 1984), probablemente debido a la presencia del complejo evaporítico Retangiano que provoca la desconexión de la cobertura respecto al zócalo. Sin embargo, la característica más significativa de esta unidad es la omnipresencia de orlas carbonatadas, que se traducen en una débil circulación de la arroyada superficial, al contrario de la que ocurre en el zócalo. El relieve se presenta, pues, muy contrastado, alternando superficies planas, más o menos circuncritas, con vertientes vigorosas que reflejan una estructura geológica que puede ser relativamente compleja.