

6. Litoral

1. Calentamiento global y clima
2. Aguas superficiales y subterráneas
3. Residuos urbanos
4. Residuos y sectores productivos
5. Energía
6. Litoral
7. Paisaje

Datos básicos

Inversiones en gestión y protección de costas	
Almería	4.391.203 €
Cádiz	15.974.388 €
Huelva	3.437.672 €
Málaga	7.627.294 €
Sevilla	1.206.565 €
Deslindes en la costa andaluza en 2006 (km)	
Almería	11,53
Huelva	2,046
Granada	24,951
Málaga	0,393
Andalucía	38,92
Porcentaje de costa por provincias deslindada hasta 2005 (%)	
Almería	69,79
Cádiz	81,65
Huelva	68,3
Málaga	56,17
Sevilla	74,3
Playas y puertos andaluces con Bandera Azul en 2006	
Puertos	19
Playas	62
Calificación sanitaria de las aguas litorales de baño en 2006 (324 puntos, 233 playas)	
Muy buena calidad	88,9%
Buena calidad	9,6%
No aptas	1,2%
Sin datos	0,3%

Conceptos generales

- Análisis desde el modelo cíclico de las zonas turísticas.
- Enclaves turísticos de Andalucía.
- Cambios de usos del suelo en el periodo 1956-2003.
- Casos particulares.
 - Ayamonte.
 - Torremolinos.
- Obras de gestión de la línea de costas.
 - Medidas de protección de las costas en Andalucía.

Recuadro

- Comportamiento de las aguas marino-costeras en el entorno de Andalucía.

Indicadores ambientales

- ☹ • N° de banderas azules en 2006 (puertos y playas).
- ☹ • Cambios de uso del suelo en el litoral entre 1956 y 2003: superficies edificadas e infraestructuras.
- 😊 • Evolución de las inversiones en el litoral andaluz.
- ☹ • Anomalías en la temperatura del agua marina.

Este tema clave presenta contenidos tratados desde el punto de vista de indicadores ambientales, para los que se ha aportado información gráfica y estadística en función de los datos disponibles a la fecha de cierre de la presente publicación.

Los indicadores aparecen diferenciados mediante el uso de una simbología gráfica (significado ambiental de su evolución respecto al año anterior) y otra cromática (situación ambiental en función de la tendencia deseada):

- 😊 • La evolución ha sido ambientalmente positiva.
- ☹ • La evolución ha sido ambientalmente negativa.
- 😐 • No detecta evolución ambientalmente significativa o no hay datos suficientes.
- • La situación ambiental en relación a la tendencia no es la deseada.
- • La situación ambiental en relación a la tendencia es la deseada.

Análisis desde el modelo cíclico de las zonas turísticas

La ocupación de los espacios litorales de Andalucía está afectada con actividades relativamente intensivas de carácter variado, como actividades relacionadas con la industria turística, la implantación y explotación de la agricultura intensiva y con la conservación de valores ambientales. Aunque los usos son, obviamente, mucho más numerosos y, en algunos casos, derivados de actividades propias del litoral como la pesca, la acuicultura o las infraestructuras del transporte marítimo, en las zonas donde la tensión sobre el medio es mayor, por la afectación de los procesos acusados de artificialización, existe una alta correlación con estadios de implantación de los enclaves turísticos. La huella es muy variada y afecta a la casi totalidad de las zonas de costa con presión demográfica y ambiental asociada.

A continuación, se presenta una síntesis de los conceptos y modelos habituales de implantación y evolución de los enclaves turísticos a los cuales se ajustan los asentamientos costeros en el litoral andaluz.

Uno de los factores que afectan más acuciantemente el medio ambiente de las zonas costeras de Andalucía es la progresiva y acelerada transformación de los enclaves que pasan de unos estadios a otros con gran celeridad. Este proceso está sometiendo al medio a situaciones insostenibles de desarrollo, estando los instrumentos de planificación (territorial y ambiental) en claro desfase con la evolución (o involución) del modelo. Se indica a continuación una introducción al modelo que afecta a un gran número de enclaves litorales de Andalucía.



Conil de la Frontera (Cádiz)

Enclaves turísticos de Andalucía (clásicos y en expansión)

El modelo de Meyer-Arendt desarrolla una propuesta actualizada, que denomina *Modelo Cíclico de Zonas Turísticas* en la que se pueden diferenciar hasta cinco fases:

- Fase de Exploración: Los accesos son inicialmente difíciles, aunque el lugar es conocido entre los habitantes de la zona, algunos inversores pueden analizar la posibilidad de promoción. Poco impacto

humano, salvo alguna distorsión en el cordón dunar por la creación de pasillos de acceso a la playa (por ejemplo, el sur del levante almeriense y determinados enclaves de la zona de El Estrecho).

- Fase Infraestructural: Creación de infraestructuras de acceso, comercial y residencial. Durante este periodo se eliminan a menudo las barreras naturales hacia la playa y se reemplaza la vegetación autóctona por especies introducidas. Además del cambio paisajístico producido por el asentamiento, la playa es *estéticamente mejorada* por el proceso de restauración natural de las zonas más degradadas (por ejemplo, la zona este de la costa del sol oriental o Huelva en zonas no totalmente consolidadas del periodo desarrollista).
- Fase de Expansión: Ello implica la transformación de un medio físico en uno cultural. Inicialmente, la zona es todavía relativamente primitiva, pero al final de la fase un paisaje turístico se ha hecho dominante, quedando poco espacio para la expansión ulterior. Las propiedades más deseadas -las situadas a lo largo de la playa- son las más potenciadas. El nivel siguiente de apreciación es el de aquellas propiedades localizadas en una posición elevada con una vista dominante. En este periodo, las modificaciones ambientales aumentan rápidamente en respuesta a un crecimiento recreativo expansivo. De una primera intervención con modificaciones morfológicas le siguen las que afectan a la degradación ambiental. A lo largo de la costa, la erosión es abordada por medios estructurales y no estructurales. Se plantea la restauración dunar (por ejemplo, costa del sol oriental).
- Fase de Intensificación: El crecimiento residencial pasa de viviendas unifamiliares a estructuras multivivienda (bloques y urbanizaciones) incrementándose las plazas de alojamiento, llegando al límite de capacidad de carga perceptiva. El proceso puede ser medido por el incremento en la densidad de población por unidad de superficie en los nuevos asentamientos o por la sustitución de los previamente existentes. Al final de este periodo se alcanza la fase de madurez. La intensificación del uso del terreno lleva a la creación de colectivos locales que reconocen la destrucción de los rasgos naturales. Se reconsideran las soluciones de ingeniería *dura* siendo reemplazadas por soluciones *blandas*, como la regeneración de playas y dunas (por ejemplo, costas de Huelva y Cádiz).
- Fase de Madurez: Todo el terreno potencialmente transformable ha sido utilizado, tanto por enclaves de alta, como de baja densidad y las condiciones de equilibrio se han alcanzado. El nivel de turistas se estabiliza. En esta fase, la degradación natural de origen antrópico es reconocida por todos, residentes y gestores. Las estructuras costeras de defensa son retiradas para darle al frente costero un estado más natural. Se emplean regeneraciones de playa como medio para combatir la erosión litoral.

Se presenta a continuación el diagnóstico realizado en dos casos particulares en ámbitos litorales de Andalucía. El diagnóstico se realiza en franjas de costa que oscilan desde una perspectiva de integración del hinterland hasta algunos estudios detallados (zonas piloto) en los que se analiza una banda de 1.000 metros desde la línea de costa media para identificar la intensidad de los cambios.

Cambios de usos del suelo en el periodo 1956-2003

Para el análisis de los cambios de usos del suelo en el periodo comprendido entre 1956 y 2003, se presentan tablas y comentarios genéricos para la costa andaluza por franjas del territorio costero terrestre (de 0 a 25 kilómetros, siendo 0 la línea de costa media) así como casos representativos del litoral atlántico y mediterráneo. En el caso atlántico se utiliza la costa de Ayamonte y en el del mediterráneo, las playas de Torremolinos.

Cambios de usos del suelo 1956-2003 por franjas de territorio costero terrestre			
Uso	Tasa cambio 0-5 km	Tasa cambio 5-10 km	Tasa cambio 0-25 km
Áreas forestales y naturales	-4,44%	-1,07%	-2,03%
Superficies edificadas e infraestructuras	610,91%	742,02%	552,04%
Territorios agrícolas	-25,03%	-4,99%	-5,03%
Zonas húmedas y superficies de agua	-11,29%	-20,30%	-18,33%

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2007.

Tomando como referencia la franja terrestre desde la línea de costa hasta el interior en 25 kilómetros, los cambios de usos de suelo genérico evidencian una tendencia acusada hacia lo que la Agencia de Medioambiente Europea viene denominando artificialización. La población de las costas Europeas está en continuo crecimiento, habitualmente a ritmos muy superiores a los del hinterland. Los procesos de artificialización son acusados y mal documentados en general en Europa en lo relativo a los efectos negativos de la expansión urbana en la costa.

Países como Portugal, Irlanda y España han experimentado un incremento del 20 al 35 % en las superficies artificiales sobre la franja de 10 kilómetros inmediata a la costa. En el primer kilómetro desde la línea de costa, las superficies artificiales ocupan en Francia y España, más del 45 % del territorio.



Costa de Portugal

Además, la tendencia es a la expansión de los usos asociados al turismo hacia las zonas interiores por lo que la presión sobre el medio litoral también afecta al hinterland, fuente habitual de recursos naturales para la franja costera de primera línea.

La evolución que se observa en la tabla adjunta, en relación al incremento en los 25 kilómetros de franja litoral terrestre de superficies edificadas e infraestructuras resulta indicativa (tasa de cambio del 552,04%), así como la asociada disminución de coberturas naturales y especialmente sensibles (como las zonas húmedas que se reducen en más del 18%) durante este periodo indican la tendencia.

El cambio más significativo es el que se produce en la franja de 5 a 10 kilómetros de la línea de costa en la que el aumento de las superficies edificadas y de infraestructuras es de más de 740%.

Este proceso, que viene asociado al desarrollo durante el periodo estudiado de los enclaves turísticos en muchos casos en la costa andaluza, pone de manifiesto que los cálculos de límites aceptables de cambio y los análisis de capacidad de carga no se han tenido en consideración en los procesos reales de transformación de los usos del territorio. Así mismo, es notable que los cambios acusados hacia la artificialización de la franja costera (entendida en sentido territorialmente amplio) se presentan en zonas que potencialmente no están asociadas a la dinámica socioeconómica e incluso física del ámbito litoral (por ejemplo, en la banda de 5 a 10 kilómetros) y que, si bien los impactos no son directamente asignables a la degradación física del medio costero, sí que pueden interpretarse con relativa facilidad.

Casos particulares

Ayamonte

Los usos principales del suelo en 1956 en Ayamonte, eran las marismas mareales, los arenales, dunas y playas y el matorral con pastizal. La presencia humana sólo se hace palpable en un 0,35% de tejido urbano y un 0,22% de salinas tradicionales. En el año 2003 siguen predominado las marismas, el matorral disperso con pasto, roca y suelo, así como las playas, arenales y dunas; sin embargo, los cambios antrópicos resultan más importantes, con 120,78 ha, lo que supone un 13% del ámbito. En algo más de cuarenta años, la configuración de las marismas se ha conservado a grandes rasgos. La costa, por su dinámica tan activa ha creado y destruido arenales y algunas zonas de marismas han evolucionado hasta estadios más adultos. Han aparecido las zonas urbanas de la mano del turismo y se han transformado los usos de las marismas, de suelos naturales a huertos familiares y campos de golf. Los datos han sido agrupados según el código *Land Cover Corine* utilizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente y representan la franja comprendida entre la línea de costa y un kilómetro al interior. Los cambios de usos introducen una fragmentación entre estas fechas (de 10 tipos en 1956 a 21 en el año 2003).



Ayamonte (Huelva)

Los usos del suelo más afectados por los cambios producidos en los años de estudio son cuatro: *Esteros y Caños Mareales y Mares y Océanos*; *Matorral denso con pastizal* y *Las salinas tradicionales*. La superficie destinada a estos usos en 1956 se ha transformado al 100% en el año 2003. Los usos que principalmente se conservan en el periodo de estudio son: *El tejido urbano*, *Las marismas mareales* y *Los mosaicos de cultivo*. Existen otros usos que, aunque no han desaparecido en su totalidad, su presencia es meramente representativa, así: ha desaparecido en un 96,6% *El matorral disperso con pasto, roca y/o suelo*; *el pastizal* en más del 98% y *las playas arenales y dunas* en un 91,84%. Sigue predominando las zonas de marismas en un 82,34% sobre una parcela de 369,77 ha. Los motores de la transformación de la costa han sido básicamente dos: la dinámica natural de la costa y las actuaciones humanas.

Dinámica natural del medio

Son cambios en los que los factores son internos, propios de zonas litorales con un comportamiento de tipo disipativo, producen una modificación del proceso natural de las marismas:

- Un 12,51% de las marismas mareales pasan a ser *matorral denso sin arbolado* y *disperso con arbolado de quercineas* así como *pastizal*.
- Se produce una disgregación de los usos del suelo, así el *Matorral disperso con pastizal* 12,69% se desagrega en *matorral disperso con arbolado de quercineas*, *matorral denso sin arbolado*, *matorral con pasto/roca/suelo*, *pastizal continuo*, *marismas naturales*, *playas*, *dunas y arenales* y suelos desaparecidos.
- Los suelos emergidos de nueva creación suponen un 45,19%.
- La evolución natural del medio queda reflejada en la transformación del *matorral disperso* (12,69%) en *matorral denso* (8%) y en la pérdida de *pastizal* (2,49%) por la elevación del nivel del mar y su transformación en marisma y matorral en sus diversas variantes.
- Un 24,86% de las playas, dunas y arenales evoluciona hacia *matorral disperso con pasto /roca /suelos*

(6,11%). Los restantes cambios se dirigen a *matorral*, *marisma* y *pastizal*, e inclusive un 4,23% desaparece por la dinámica costera.

Los cambios antropogénicos

Los cambios antropogénicos son aquellos en los que las amenazas externas inducidas por las actividades humanas alteran o modifican la franja costera. Se produce un incremento del suelo dedicado al uso urbano con tres tendencias claras:

- Nuevo suelo urbano 74,97% (*zonas en construcción*, *zonas residenciales* y *crecimiento del tejido urbano*). Estos nuevos usos se asientan sobre *marismas naturales* y *arenales y dunas*.
- Infraestructuras 4,97% (*zonas portuarias* y *vías de comunicación*), sobre *marismas mareales*, *playas*, *arenales y dunas* y *matorral disperso*.
- Adecuación para nueva zona agrícola 18,58% (*crecimiento del mosaico de cultivos*) establecida también sobre *marismas naturales*, *playas*, *arenales y dunas*, *matorral* y *pastizal*.

Cambios inducidos por procesos naturales

El uso del suelo que cuenta con mayor porcentaje de permanencia son *marismas naturales* seguido de *playas*, *dunas y arenales* y de *mosaicos de cultivos*.

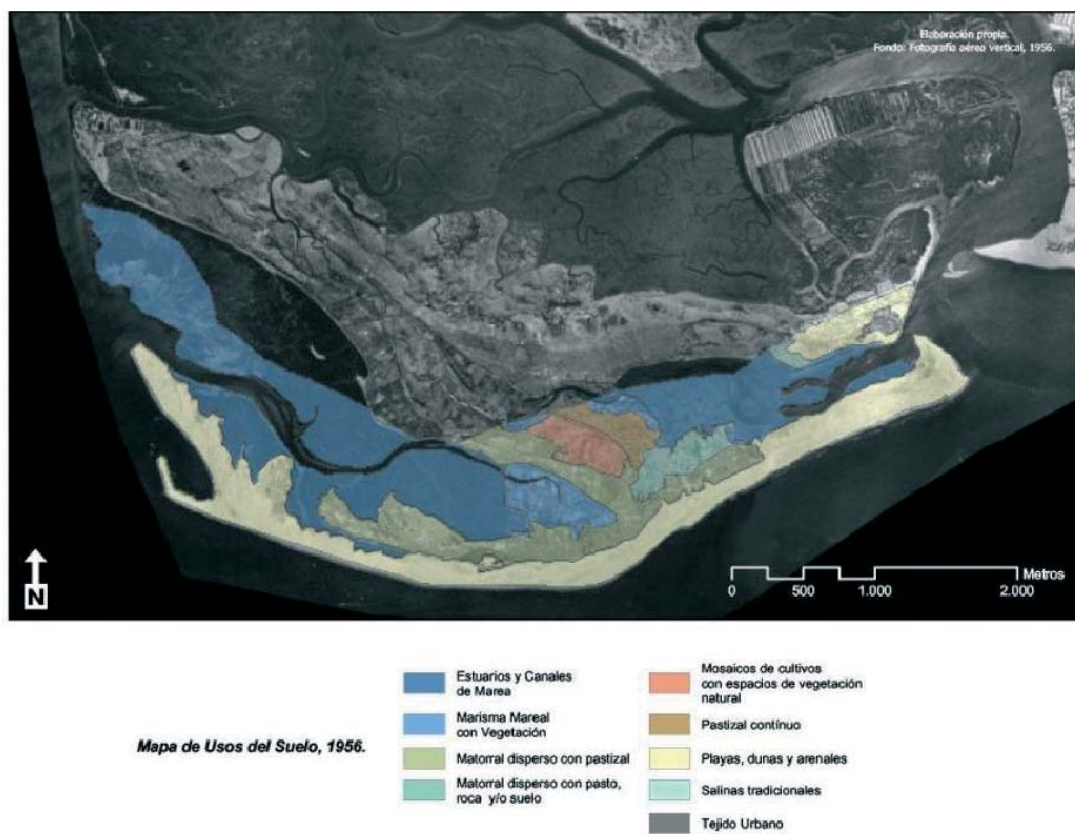
El conjunto de cambios identificados pueden valorarse según sea la afección del medio. Así los cambios externos, todos los antrópicos suponen un peso mayor en la vulnerabilidad de la costa mientras que los cambios naturales suponen una incidencia de menor impacto.

En general, estos cambios son las respuestas del medio natural a las incidencias internas y externas de la dinámica de los medios mesomareales y disipativos en conjunción con la actividad humana. Las debilidades del medio onubense se derivan de la aparente dinamicidad del medio que evidencia cambios volumétricos de los fondos arenosos significativos, causantes de la gran movilidad de sus líneas de costa a lo largo de estos años en estudio.

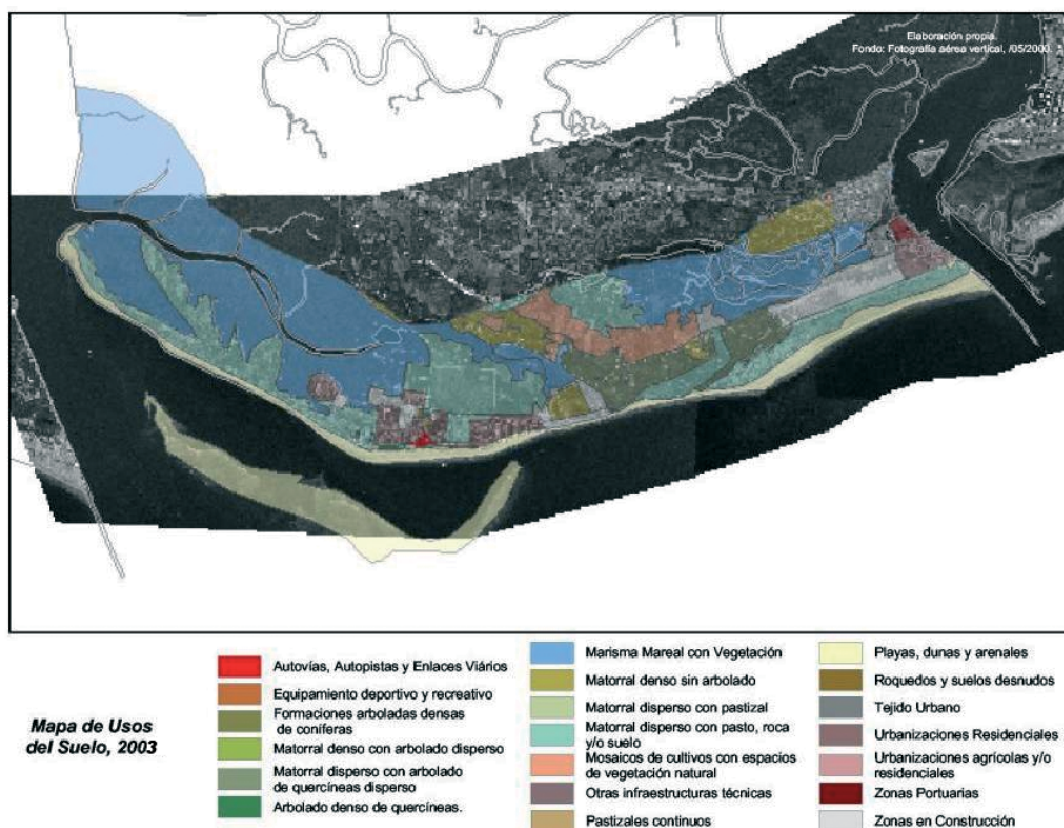


Antiguo molino mareal

Playas de Ayamonte. Fotointerpretación de los usos del suelo en 1956



Playas de Ayamonte. Fotointerpretación de los usos del suelo en 2003



Fuente: Tejada Tejada, M., 2005. Tesis doctoral.

Un segundo aspecto son las amenazas que sobre el medio se crean al modificar artificialmente el soporte físico o alguno de los elementos que componen estos medios de tanta complejidad. Es el caso de la construcción del espigón en la margen derecha del río Guadiana, el de la margen derecha del río Carreras, el espigón semi sumergido en la margen izquierda del Guadiana y de la escollera de protección en la playa de Isla Canela.

En este modelo del territorio también encontramos un tercer factor de comportamiento, que son los usos que no han sufrido alteraciones a lo largo de los años de estudio. Son suelos que han permanecido inalterables a las actuaciones antrópicas o cuyas características no se ven modificadas por la morfodinámica de la costa.

Torremolinos

El primer acercamiento se hace sobre la fotografía de 1956. Para estas fechas Torremolinos era una barriada de Málaga, donde la actividad económica se basaba en la agricultura, la pesca y en un incipiente turismo. Desde 1923 hasta 1991 el municipio de Torremolinos estuvo anexado al de Málaga. La pérdida de habitantes y la falta de dinero en sus arcas había provocado la integración en el municipio colindante.

En 1959 se abre el primer hotel de lujo de la costa, el Pez Espada. Desde ese momento la fisonomía del lugar inicia un proceso de cambio rápido y radical. En 1995 el tejido urbano suponía un 73% de la superficie municipal.

El vuelo de 1956 permite analizar el medio costero, tanto la morfología de la costa como los usos del suelo. Casi a finales de la década de los 50 Torremolinos era una barriada en la que predominaban los cultivos herbáceos y leñosos parcialmente regados, el matorral disperso con pastizal (terrenos incultos) y una variedad de usos entre los que se encontraban los urbanos, ya incipientes, y algún otro residual.

En total y para esa fecha, el territorio del término municipal de Torremolinos tenía una tipología de usos de 15 clases. Desde la fecha de construcción del primer hotel, las transformaciones han sido muy intensas; hacia 2003 fecha utilizada para la comparativa de los usos, Torremolinos ha transformado su fisonomía y su identidad.



Muestreo de fauna en un espigón de Torremolinos (Málaga)



Puerto deportivo de Torremolinos (Málaga)

Se pierden algunos usos desde la fecha de la comparativa, otros se incrementan de manera radical y otros mantienen el uso aunque disminuye la superficie cultivada; de igual modo aparecen usos nuevos en la franja de litoral. El territorio se homogeniza, pierde fragmentación y diversidad de uso. De los 15 tipos de usos se pierden tres y se fortalecen otros tantos. Se deducen algunos aspectos del cambio producido en la zona costera de Torremolinos entre los años 1956 y 2003:

- Las dos únicas parcelas de terreno que conservan la misma identidad que en 1956 son el tejido urbano del casco urbano (92,96 %) y las playas, arenales y dunas (80,72%).
- El resto de los usos ha sufrido transformaciones totales de los usos a excepción del matorral disperso con pastizal que conserva un escaso 0,43% del original.
- La superficie agrícola representada por los cultivos herbáceos y leñosos parcialmente regados se ha reducido en un 68,47%.
- El tejido urbano y las zonas en construcción han crecido tres veces respecto a 1956.
- En el año de referencia (1956 y en la zona de estudio (1 km desde la línea de costa) se encontraban 15 tipos de usos del suelo, siendo el tamaño medio de una parcela de 39,8 ha.
- La tendencia que ha seguido la zona costera ha sido la homogenización de usos, de manera que los 15 tipos de usos del suelo identificados en 1956, en el año 2003 se han reducido a 12. Los usos que más han crecido son los relacionados con el tejido urbano, las zonas en construcción y la agricultura de herbáceos y leñosos parcialmente regados.

Las modificaciones de este medio costero son la respuesta a las actuaciones externas producidas por el desarrollo turístico. De hecho las dos grandes parcelas que conservan su identidad son las relacionadas con el uso del medio como lugar de ocio, sol y playa; es decir las zonas edificadas donde se acoge al visitante o turista, y los arenales hoy convertidos en playas artificiales,

cuidadas ante cualquier tipo de incidencia interna del medio (fundamentalmente de la erosión). Desde el punto de vista de la morfodinámica natural del medio, esta franja costera tiende a comportarse como intermedio y sin intervención de las mareas como elemento caracterizador de la zona costera. En estas playas las zonas disponibles para el uso turístico son siempre las mismas, no dependen del rango mareal.

En Torremolinos los cambios vienen de la mano de las transformaciones humanas, de las amenazas externas al medio natural, las que suponen algo más de un 55%; las zonas sin modificaciones coinciden con los tejidos urbanos consolidados (37,27%) lo que hace de este un espacio totalmente modificado y transformado.

Los espacios que han sufrido una dinámica natural del medio han sido aquellos que siendo zonas improductivas, han mantenido ese estatus, al ser las más alejadas del núcleo urbano o al estar en inmediaciones de terrenos poco consolidados, como las zonas aledañas al río Guadalhorce.

Cambios antrópicos

El tejido urbano supone el porcentaje mayor de cambio en los usos de suelo. Las variaciones se producen principalmente en los *cultivos herbáceos y leñosos, parcialmente regados* (42,41%), seguidos del *matorral disperso con pastizal* (28,68%). Inclusive se encuentran ya integrados en el tejido urbano las urbanizaciones residenciales clasificadas así en 1956, suponiendo éstas suponen un 10,30%. En este grupo también se integran las zonas de construcción, las autopistas, autopistas y enlaces viarios; las urbanizaciones agrícolas/residenciales y las zonas industriales y comerciales.

Dinámica natural del medio

En este grupo se integran los cambios a *cultivos herbáceos y leñosos, parcialmente regados, formación arbolada densa quercínea, pastizal continuo* así como *playas, dunas y arenales*.

Cambios inducidos por procesos naturales

Los usos del suelo no cambiantes son los siguientes: *tejido urbano* (45,30%); *cultivos herbáceos y leñosos, parcialmente regados* (29,9%); *playas dunas y arenales* (14,46%); *urbanizaciones agrícolas/residenciales* (2,33%); y *formaciones arboladas densas de coníferas* (0,04%).

Este resultado muestra una dinámica del medio natural muy baja, influenciada por los cambios antrópicos, principalmente la urbanización, el equipamiento y las infraestructuras.

No es difícil entender por qué la dinámica natural es baja. Las actuaciones del hombre sobre el medio han afectado a la morfología de las playas y a su comportamiento natural, la construcción del paseo marítimo ha supuesto, tanto una medida de retención de las arenas,

como una incidencia negativa en el proceso dinámico de formación de los arenales. Por otra parte las medidas urgentes de regeneración de las playas tras los temporales destructores, hacen que los cambios no sean apreciados fácilmente por la fotointerpretación.

De todas formas, las características morfodinámicas de la costa de Torremolinos tienen un comportamiento definido como de dominio intermedio y donde la influencia mareal es baja al estar en el Mediterráneo, por lo que las variaciones volumétricas sobre la línea de costa podrían ser potencialmente llamativas.

De todos los kilómetros de costa de Torremolinos, tan sólo la playa conocida como *Los Álamos* o *El Cañuelo* presenta una menor saturación constructiva y un mayor porcentaje de áreas naturales, respecto a los demás tramos de costa.

Entre los parámetros que definen cuáles son las debilidades internas de la costa de Torremolinos se encuentra la pérdida de áridos en las playas, fruto de las actuaciones sobre la costa, y entre los que definen las amenazas externas de la costa se encuentra la sobresaturación de suelo residencial y la eliminación de los suelos naturales.

Los comportamientos son similares a los indicados en Ayamonte, las variaciones vienen en los porcentajes de cambio asignados a un grupo u otro.

Playas de Torremolinos. Fotointerpretación de los usos del suelo en 1956



Mapa de Usos del Suelo, 1956

■ Áreas agrícolas heterogéneas parcialmente regadas.	■ Pastizal con claros (roca y suelo)	■ Tejido Urbano
■ Matorral disperso con pastizal	■ Playas, dunas y arenales	■ Urbaniz. agric./ resid.
■ Pastizal arbolado: coníferas. Densos	■ Roceros y suelos destruidos	■ Urbaniz. residenciales

Fuente: Tejada Tejada, M., 2005. Tesis doctoral.

Playas de Torremolinos. Fotointerpretación de los usos del suelo en 2003



Fuente: Tejada Tejada, M., 2005. Tesis doctoral.

Obras de gestión de la línea de costa

La generalidad de las costas de Andalucía, exceptuando las zonas de acumulación inducida por procesos antropogénicos está sometida a un proceso de erosión con pérdidas significativas de volúmenes de sedimentos que afectan tanto las playas sumergidas como las emergidas. Son las primeras las que controlan la evolución de las segundas y por tanto la sensibilidad de su estado es de gran importancia para la evolución futura de los sistemas morfosedimentarios.

Sin embargo los datos existentes en materia de disponibilidad están fragmentados y enfocados a nivel y escala de proyectos de protección de las playas para usos y fines recreativos y turísticos.

Medidas de protección de las costas en Andalucía

En las costas de Andalucía se han sucedido durante los últimos 60 años casi todos los sistemas de protección de línea de costa desde las escolleras pasando por los espigones hasta la implantación de las técnicas de regeneración de playas, tras la aprobación de la Ley de Costas de 1988. Los muros son normalmente la primera técnica de protección que se pone en práctica en una región litoral erosiva a corto plazo. Se establecieron con profusión en los años 50 en la costa de Málaga y Cádiz.

Una vez instalados los muros de piedra, escolleras rompeolas o *sea-walls* (termino que recoge mejor la idiosincrasia de estas construcciones -pared al mar-), no sólo la topografía de la playa emergida y sus diferentes zonas de depósito se distorsionan o anulan, sino que la batimetría de la zona de rompiente comienza también a ser sometida a tensiones extraordinarias. Generalmente, cuando esto ocurre se buscan soluciones que desembocan en la construcción de extensiones al muro en los flancos afectados. De este modo la superficie de reflexión se alarga proyectando mayor número de olas y por tanto mayor energía para contribuir a la aceleración de procesos erosivos en las márgenes de la construcción y zonas adyacentes.



Los espigones y diques de contención se emplazan para controlar procesos erosivos de pérdidas de arena en las playas. Los espigones son la forma de protección probablemente más extendida en todas las costas del mundo aunque son cada vez más infrecuentes. Están diseñados para construir (generar) una playa protectora o para resguardar una playa natural existente o regenerada. El efecto hidrodinámico que se persigue es la difracción de los trenes de oleaje para reducir el ángulo de aproximación y la densidad de energía contenida en las olas. El material acumulado en las bahías entre espigones, generalmente de grano fino, debido a que son depositados en un medio de muy baja energía, está destinado a permanecer en esta posición por poco tiempo en caso de tormenta.

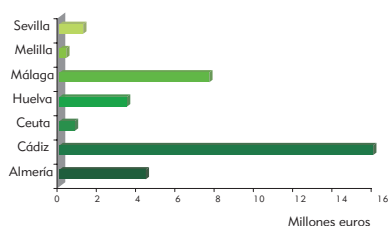
La regeneración de playas consiste en la adición artificial de una cantidad adecuada de sedimentos apropiados a una playa que sufre deficiencias en el aporte sedimentario con el objeto de reconstruir y mantener dicha playa con una anchura que se considere suficiente para generar áreas recreativas y protección contra tormentas.

Las implicaciones morfodinámicas derivadas de la utilización de esta medida de gestión son variadas y no siempre esperadas. A pesar de plantear una solución relativamente suave para con el medio, la regeneración no ha satisfecho al completo las expectativas de los gestores de costas. La selección apropiada de la densidad y tamaño del grano de material aportado no representa una ventaja definitiva en el tiempo de residencia de la playa regenerada. Las playas regeneradas sufren erosión acelerada, típicamente 5 a 12 veces más rápida que la equivalente en condiciones naturales. También se ha comprobado que las playas regeneradas no se recuperan tras las tormentas del mismo modo que las playas naturales.

Inversiones en 2006

Las inversiones del Ministerio de Medio Ambiente en materia de gestión de la línea de costa en Andalucía ha tenido naturaleza variada abarcando desde la implantación de nuevas escolleras, reparación de espigones, regeneraciones de playas así como proyectos de restauración de ecosistemas, establecimiento de deslindes o mejoras de accesos para garantizar la aplicabilidad de la Ley de Costas.

Inversiones en gestión y protección de costas



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2007.

Según se desprende del gráfico y tabla adjunta, se aprecia que la provincia de Cádiz ha sido la que ha recibido mayores inversiones, seguida de Málaga y Almería. Las inversiones en Almería, por ejemplo, no se han derivado de prácticas de protección en las modalidades descritas arriba, sino que se han llevado a cabo numerosos proyectos de recuperación ambiental y de deslinde; debido al retraso que el deslinde había arrastrado en la provincia de Almería.

En el apartado concreto de regeneraciones y aportaciones de arenas para reparación de playas (o desarenado en algunos casos de aterramiento) la inversión ha sido significativa. Este gasto está relacionado directamente con la sostenibilidad del sistema de protección. Si bien

es verdad que la playa regenerada es además un elemento frecuentemente incorporado en el Sistema General de espacios libres (como zonas verdes o de uso recreativo) el natural dinamismo de la playa emergida hace que la inversión sea constante y en algunos casos mayor de lo prevista.



Isleta del Moro (Almería)

En algunas actuaciones se han ejecutado obras de regeneración de dunas en las que se han aportado arenas o realizado recuperaciones ambientales (flora); sin embargo no son aparentes, por los datos analizados, inversiones en materia de regeneración y mantenimiento de barras arenosas en la zona sumergida de las playas o reacondicionamiento de bajos como medidas de protección de la playa emergida, por lo que se intuye que las actuaciones continúan estando encaminadas a la generación de playas muy extensas para uso recreativo.

Comportamiento de las aguas marino-costeras en el entorno de Andalucía

En el año 2006 se ha llevado a cabo un estudio en el contexto de la Red de Información Ambiental de Andalucía, cuyo objetivo ha sido obtener una visión sintética y general del estado de las aguas litorales de Andalucía a lo largo del período 1998-2005. Para ello, se ha realizado el seguimiento anual de algunos parámetros físicos de gran interés en la caracterización de las aguas marinas y litorales, con información extraída a partir del tratamiento de imágenes de satélite. Entre los parámetros indicadores de mayor importancia se encuentran la temperatura superficial del mar, el contenido en clorofila-a y la turbidez.

La metodología de estudio permite obtener información de estos parámetros físicos con precisión y continuidad espacial, lo que posibilita el estudio de la evolución temporal de estos parámetros físicos y su interpretación como indicadores de cambio. Los casos presentados en este informe son continuación de lo presentado en el informe presentado en 2005.

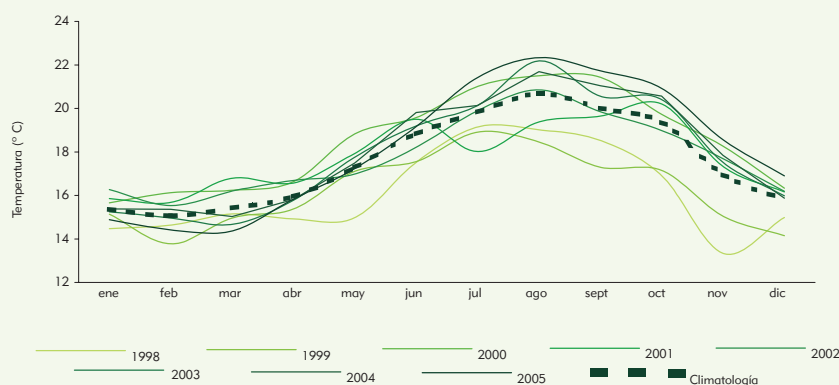
Temperatura superficial del mar

La temperatura superficial del mar, determinada mediante sensores remotos, ha demostrado ser uno de los parámetros geofísicos más importantes dentro de las aplicaciones oceanográficas de la teledetección. Permite la detección de varios fenómenos oceanográficos, como son las corrientes, los remolinos y los frentes térmicos. La columna de agua superficial (0-200 m) funciona como una interfase de calor entre la atmósfera y el océano.



Así, la capa térmica superficial del mar influye en la transferencia del vapor de agua y de los gases entre el océano y la atmósfera, por lo que se convierte en un dato necesario en los modelos numéricos de previsión del tiempo. El comportamiento de las temperaturas superficiales de las aguas marinas que bañan Andalucía es el considerado propio de estas latitudes, produciéndose el calentamiento progresivo de las aguas durante la primavera-verano y el descenso de las mismas en los meses correspondientes al otoño-invierno.

Temperatura media mensual frente al promedio de la serie temporal



* Promedio de la temperatura superficial del mar para cada mes de la serie temporal.

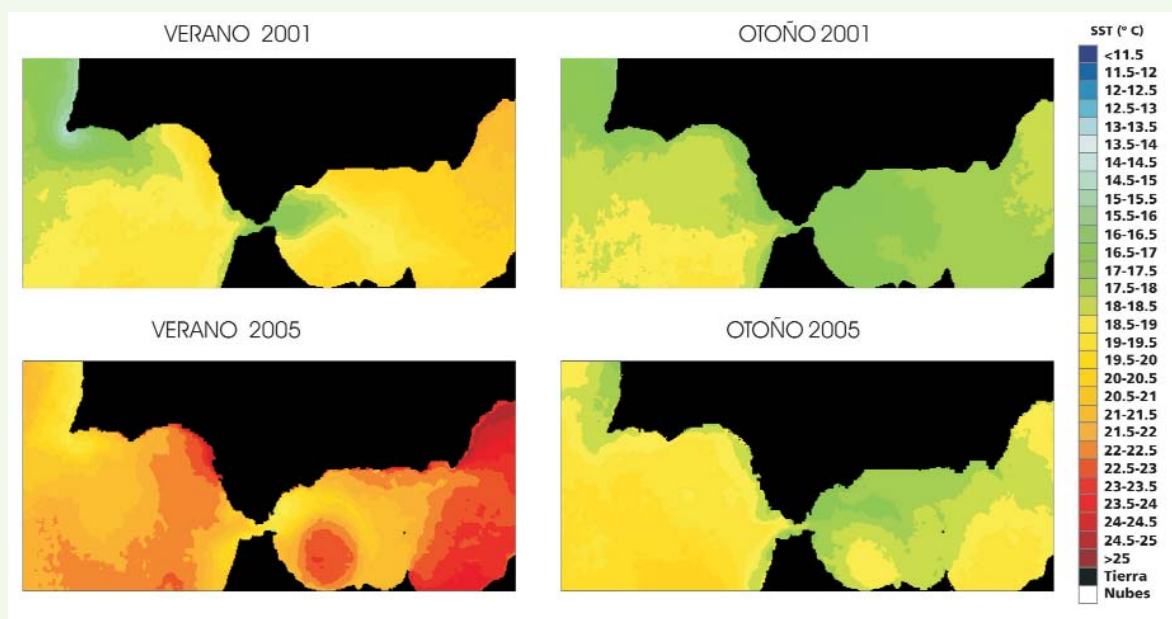
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2007.

La temperatura media mensual más alta se alcanza en el mes de agosto. Para la serie estudiada (1998-2005) el rango de temperatura oscila desde los 18,45 °C en 1999 a los 22,34 °C en 2005; y la temperatura más baja corresponde al mes de febrero, variando desde los 13,77 °C en 1999 a los 16,12 °C en 2000.

El estudio de la temperatura media mensual ha puesto de manifiesto determinadas características de la circulación superficial de las aguas marinas:

- En los meses de verano y otoño, es patente la presencia de aguas bastante más frías que las circundantes en la zona del Estrecho de Gibraltar, marcando de esta forma, la entrada de las aguas atlánticas a la cuenca mediterránea.
- Especialmente en la estación de verano, se puede observar el giro anticiclónico del Mar de Alborán. Es apreciable la formación de un segundo giro anticiclónico al este del anterior, en el frente Almería-Orán.
- En la zona del Golfo de Cádiz destaca el calentamiento progresivo de las aguas costeras que se inicia en la desembocadura del Guadalquivir y se extiende hacia el oeste. Este proceso comienza en primavera y continúa hasta verano.

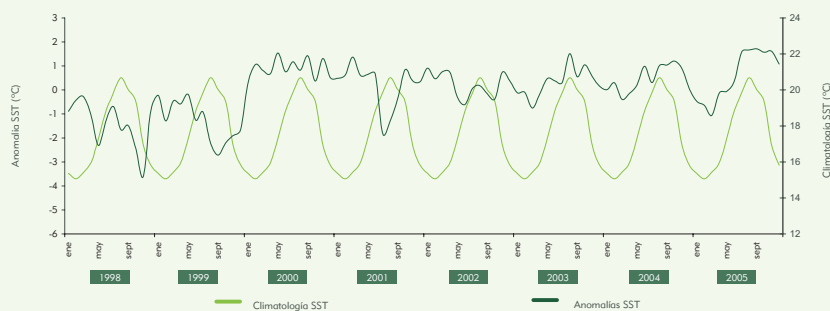
Media anual de la temperatura superficial del mar



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía. Procedencia de las imágenes: Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de Imágenes de Observación de La Tierra (CREPAD), 2007.

- Finalmente, otro elemento a destacar es la presencia de aguas más frías que las contiguas en las costas del Alentejo y el Algarbe portugués, corriente atlántica ascendente que lleva a la superficie aguas más frías y ricas en nutrientes, fenómeno conocido como *upwelling* o afloramiento ibérico occidental.

Promedio de la temperatura superficial del mar para cada mes de la serie temporal y las anomalías (diferencia entre el valor mensual y la climatología mensual)



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2007.

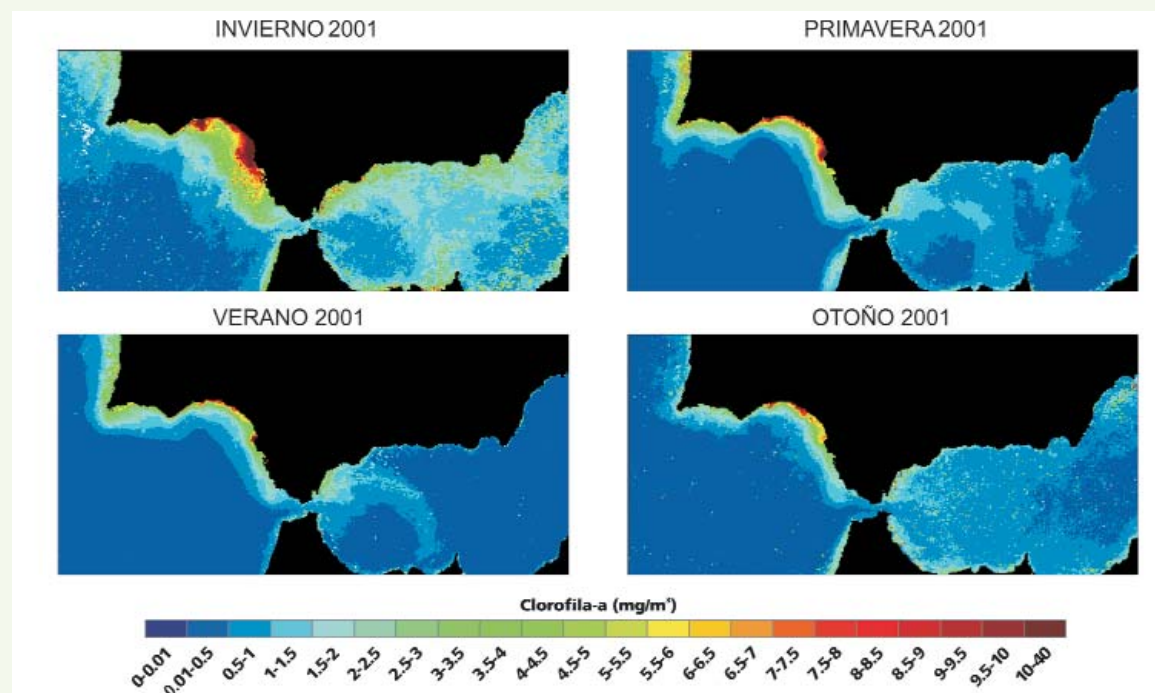
Las variaciones de la temperatura superficial de las aguas marinas pueden analizarse, además, comparando sus valores con los de años anteriores o los considerados normales para la zona. Para obtener el promedio de la temperatura superficial del mar para cada mes de la serie temporal y las anomalías (diferencia entre el valor mensual y la climatología mensual), se han comparado la temperatura media anual y las temperaturas estacionales. Se observa cómo las anomalías para los

primeros años de la serie presentan valores negativos, indicando temperaturas inferiores respecto a la media de la serie, y cómo a partir del 2000, las anomalías adquieren valores positivos, lo que refleja el calentamiento de la temperatura superficial del mar.

Clorofila-a

La determinación de concentración de clorofila es uno de los índices claves de seguimiento de la población marina, en su mayoría fitoplancton, y del estado de los ecosistemas acuáticos. Por tanto los datos provenientes de los sensores que miden el color del océano son muy importantes para la oceanografía biológica, ya que caracterizan la concentración de fitoplancton, los sedimentos marinos, el detritus, la materia orgánica, las mareas rojas, etc. Los cambios de color oceánico aportan información importante sobre el ciclo global del carbono y el papel del océano en el calentamiento global de la atmósfera. Estas imágenes se pueden utilizar para estudiar y gestionar los diversos componentes y fenómenos de la zona costera, como por ejemplo, los recursos pesqueros, eutrofización de la franja litoral, vertidos accidentales, etc.

Clorofila-a media mensual

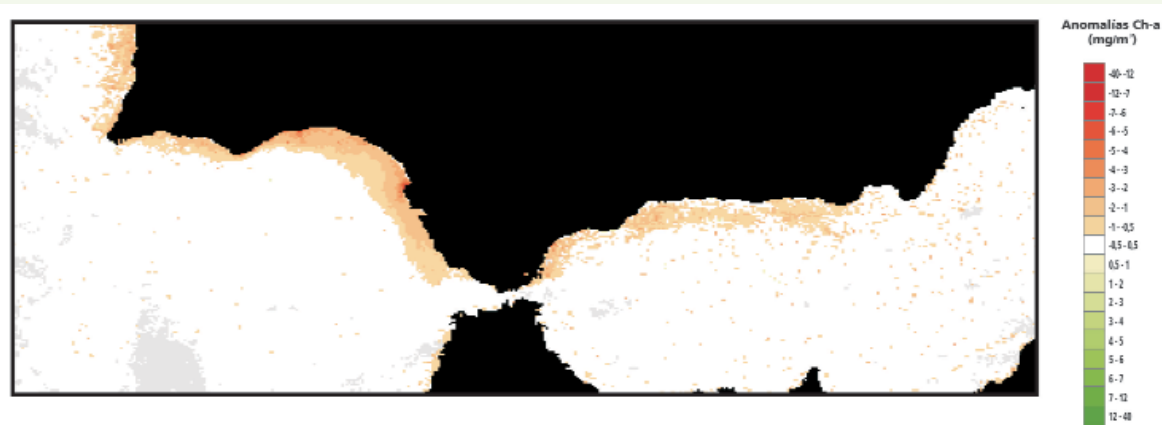


Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía. Procedencia de las imágenes: Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de Imágenes de Observación de La Tierra (CREPAD), 2007.

En la Cuenca atlántica las concentraciones de clorofila presentan una distribución espacial similar a lo largo de todo el año, aumentando a medida que nos acercamos a la costa. Las concentraciones más elevadas se alcanzan en la zona asociada a la desembocadura de los ríos Guadiana, Tinto-Odiel y Guadalquivir, donde su consecuente aporte sedimentario se redistribuye a lo largo de todo este sector gracias al predominio de la deriva litoral hacia levante. También en la costa suroeste de Portugal, se observan concentraciones elevadas, al igual que ocurre en la costa occidental marroquí, dando lugar a una rica zona pesquera. Por el contrario, la cuenca mediterránea presenta mayor variabilidad a lo largo del año, produciéndose, en este caso, las mayores concentraciones en los meses más fríos del año (de invierno a primavera).

Analizando la diferencia en la concentración de clorofila-a, en el periodo comprendido entre el año 2000 y 2005, se observa que apenas varía entre los años de la serie en la zona del Golfo de Cádiz y en la parte central del Mar Mediterráneo. Las mayores diferencias se producen en las zonas aledañas a la costa, tanto atlántica como mediterránea, donde en la Cuenca atlántica la disminución en la concentración de clorofila para el año 2005 se hace especialmente notoria en la desembocadura de los principales ríos ($5\text{mg}/\text{m}^3$).

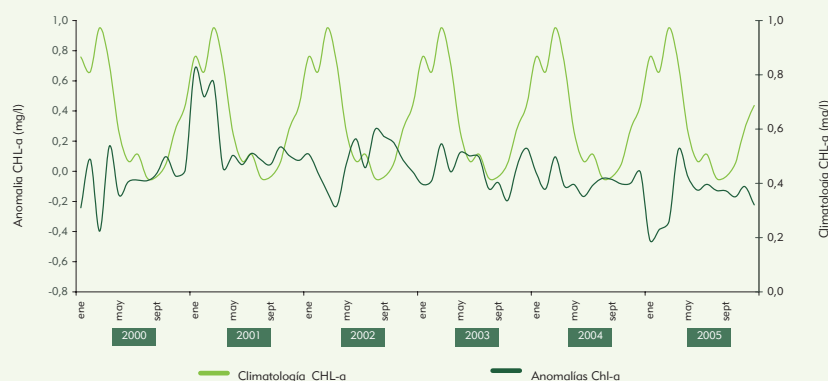
Diferencia de clorofila media anual entre los años 2000 y 2005



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía. Procedencia de las imágenes: Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de Imágenes de Observación de La Tierra (CREPAD), 2007.

El estudio de la concentración de clorofila-a deriva en un indicador de cambio, al desempeñar los océanos un papel importante en el ciclo del carbono en el que interactúan la atmósfera, el medio físico y los organismos vivos, lo que repercutiría en el cambio climático. La conclusión que puede derivarse de la comparación de las anomalías con la climatología es una tendencia al descenso en la concentración de clorofila-a a lo largo del periodo de estudio (2000-2005).

Serie mensual de climatologías y anomalías (diferencia entre el valor mensual y la climatología mensual) para la clorofila-a a lo largo de la serie temporal 2000-2005



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2007.

Turbidez

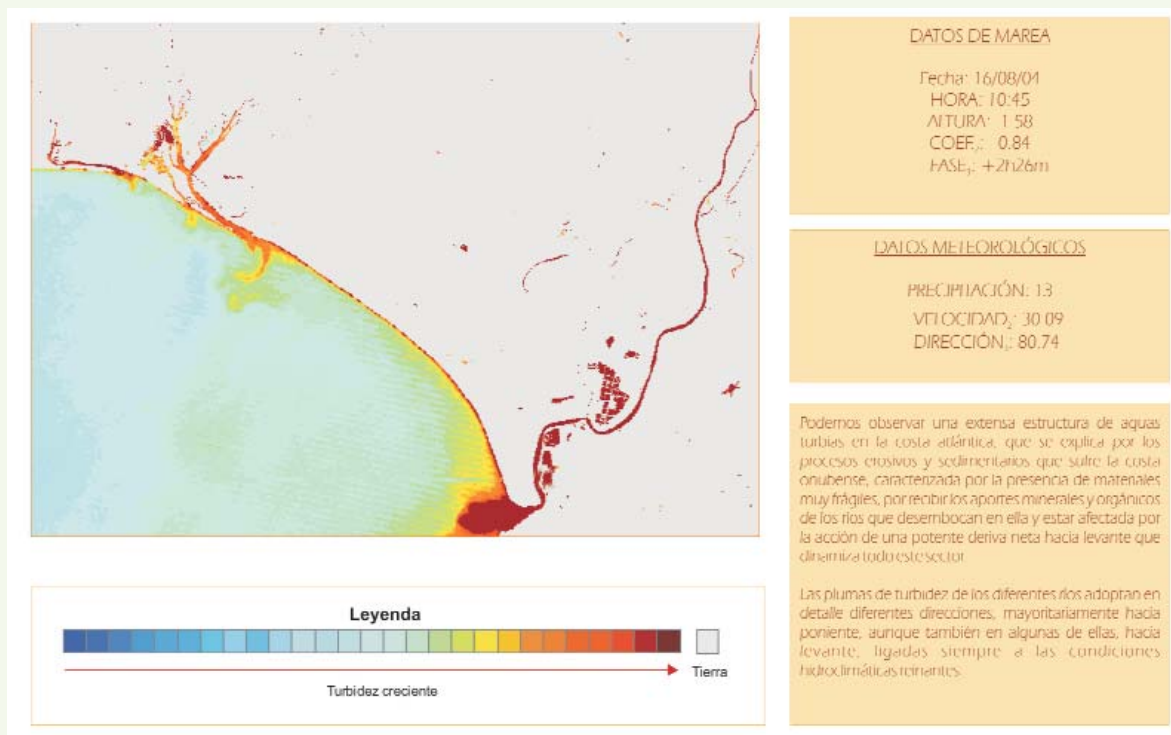
La turbidez es debida a la presencia de plancton, microorganismos, barro, arcillas, limos, partículas de sílice o materias orgánicas.

Su medida se efectúa para determinar el grado de penetración de la luz en el agua y permite interpretar conjuntamente con la luz solar recibida y la cantidad de oxígeno disuelto, el aumento o disminución del material suspendido en el agua.

Ésta es considerada una buena medida de la calidad del agua, puesto que una alta turbidez hace que las partículas suspendidas absorban calor de la luz del sol, aumentando la temperatura del agua, y reduciendo la concentración de oxígeno en la misma. Además, las partículas en suspensión dispersan la luz, decreciendo, así, la actividad fotosintética en plantas y algas.

Para la estimación de modelos de turbidez en el litoral andaluz, a partir de análisis realizados mediante técnicas de teledetección, se ha considerado la profundidad del agua, dado que ésta influye en la respuesta espectral, al aumentar la señal que recibe del sensor. Para este trabajo, se ha adoptado un modelo teórico, que consiste en un análisis individual para las bandas captadas por el sensor en el sector visual del espectro, con el fin de seleccionar aquéllas que aporten mayor cantidad de información.

Distribución de la turbidez en el litoral onubense



Fuente: Red de Información ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2007.

