

## INDICE

- 1. ANTECEDENTES**
- 2. OBJETIVOS DEL PLAN HIDROLOGICO-FORESTAL**
- 3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**
  - 3.1. DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO**
    - 3.1.1. Aspectos generales
    - 3.1.2. La cubierta vegetal
  - 3.2. NATURALEZA, USOS Y CAPACIDAD DE USO DEL SUELO**
    - 3.2.1. Tipos de suelos
    - 3.2.2. Usos y capacidad de usos del suelo
  - 3.3. ESTADO DE LA PLANIFICACION HIDROLOGICO-FORESTAL**
    - 3.3.1. Introducción
    - 3.3.2. Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal
    - 3.3.3. Plan Forestal Andaluz. (Junta de Andalucía, 1989)
- 4. LA EROSION EN LA CUENCA**
  - 4.1. CARACTERIZACION DE LOS ESTADOS EROSIVOS EN LA CUENCA**
  - 4.2. RIESGOS DE EROSION**
  - 4.3. EROSION ACTUAL. ZONAS PRIORITARIAS DE ACTUACION**
  - 4.4. MEDIDAS CORRECTORAS**
    - 4.4.1. Introducción
    - 4.4.2. Actuaciones propuestas por el I.C.O.N.A.
    - 4.4.3. Actuaciones propuestas por la Comunidad Autónoma Andaluza
    - 4.4.4. Actuaciones propuestas por el I.A.R.A.
    - 4.4.5. Actuaciones propuestas por la C.H.G.
- 5. ARRASTRES SOLIDOS Y SEDIMENTACION EN EMBALSES**
- 6. PROBLEMATICA QUE PLANTEA LA RESTAURACION HIDROLOGICO-FORESTAL**
- 7. ADECUACION DE LAS ACTUACIONES CON LA NORMATIVA URBANISTICA**
- 8. CONCLUSIONES**

**PROPUESTA DEL PLAN HIDROLOGICO  
DEL GUADALETE-BARBATE**

**ANEXO XI  
PLANES HIDROLOGICO-FORESTALES Y DE CONSERVACION DE SUELOS**

## 1. ANTECEDENTES

El suelo es el soporte ambiental para el desenvolvimiento de los procesos naturales y del conjunto de las actividades humanas. La cuenca del Guadalete-Barbate, con una geografía desforestada por la acción del hombre desde la antigüedad, una orografía abrupta y una climatología extrema, padece uno de los problemas más graves de cuantos afectan a su medio físico como es la erosión y la pérdida de suelo. Las superficies afectadas por este proceso no sólo sufren la pérdida física del suelo y su capacidad productiva, sino que son origen de fenómenos torrenciales, con su secuela de aterramientos e inundaciones, que afectan a embalses, núcleos de población, infraestructuras e incluso a la pérdida de vidas humanas.

La naturaleza de la erosión como proceso dinámico y la acción humana sobre el medio como actividad en continua transformación, implican revisiones en el planteamiento, evaluación y actuaciones a seguir en la problemática planteada.

Desde la constitución, en 1855, de los primeros Organismos con competencias en la materia, y con el objetivo de aumentar la regularidad del régimen hidrológico y de evitar pérdidas de suelo, se han venido realizando, de un modo sostenido, actuaciones correctoras de carácter hidrológico-forestal en la cuenca del Guadalete - Barbate. El **Anteproyecto de Ley** del Plan Hidrológico Nacional prescribe que los planes de cuenca incluyan: *"... las definiciones de los Planes Hidrológico-Forestales y de conservación de suelos que hayan de ser realizados por las distintas Administraciones Públicas competentes, en particular las actuaciones que puedan derivarse del Plan Nacional de Restauración Hidrológica-Forestal y Control de la Erosión y las relativas a las zonas prioritarias por su vulnerabilidad"*.

En concreto las actuaciones en la cuenca del Guadalete-Barbate se articulan en el marco del Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal -a nivel nacional- y del Plan Forestal Andaluz, a nivel autonómico.

Asimismo el Anteproyecto prescribe la programación temporal, tanto de la ejecución de las actuaciones específicas que afectan a las infraestructuras de interés general, como la de un plan de control del transporte sólido en las corrientes fluviales que permita el conocimiento de la erosión en la cuenca.

## 2. OBJETIVOS DEL PLAN HIDROLOGICO FORESTAL

En la Memoria del Plan Hidrológico Nacional se especifican cuales son los objetivos que se persiguen con el Plan Hidrológico-Forestal:

- a) **Determinar los procesos erosivos más graves** que se presentan en las distintas cuencas hidrográficas bajo los diferentes tipos de cubierta vegetal.
- b) **Determinar la superficie de actuación prioritaria y los plazos de ejecución necesarios;** se considera prioritaria la actuación en aquellas zonas con **erosión superior a 50 t/ha/año**.
- c) **Programar los trabajos necesarios para aminorar los procesos erosivos** en función de los niveles de erosión y características de las zonas; **estimar las inversiones necesarias** para la realización de los mismos.
- d) **Prever y solventar los problemas** que pueda suscitar la ejecución de los proyectos de restauración; dichos problemas serán de carácter **social** (por el cambio de cultivo), de carácter **económico** (por la disponibilidad de terrenos), de carácter **biológico** (por la necesidad de preservar la diversidad genética) y de carácter **ecológico** (por la obligación de conservar los valores singulares).
- e) **Establecer convenios de cooperación entre el Estado y las distintas Comunidades Autónomas,** necesarios para la justa financiación de las inversiones a realizar.

La **lucha contra la erosión** se aborda desde **estrategias** muy diversificadas en los diferentes ámbitos de actuación:

- **En el marco de la protección hidrológico-forestal,** promueve acciones de control del movimiento del agua en la cuenca, mediante:
  - Actuaciones propiamente hidrológico-forestales, con obras de regulación hidráulica y restauración del espacio forestal y acondicionamiento de riberas.
  - Realización de obras específicas en los puntos de mayor riesgo (encauzamientos, adecuación de la capacidad de desagüe de los cruces con carreteras y otras infraestructuras, vigilancia y control, etc.)
  - Actuaciones de carácter normativo en relación con los usos del suelo y, en especial, a través del planeamiento urbanístico, adecuando en detalle el régimen de usos en las áreas estimadas con mayor riesgo.
- **En el marco de la eliminación de zonas agrícolas marginales.** Las especiales

características sociales de Andalucía, unidas a determinadas situaciones históricas, provocaron masivas roturaciones de suelos sin vocación agrícola y con fuertes pendientes que se caracterizan por su bajo rendimiento y por su alto riesgo de erosión. Es necesario recuperar su vocación forestal a través de una actuación coordinada de los distintos Organismos con competencias en la materia.

- **En el marco de los suelos agrícolas.** Los suelos de clara vocación agrícola son los que tradicionalmente y durante siglos se han cultivado en las vegas más ricas del Guadalete y del Barbate, y sus afluentes; ello ha sido posible gracias a un equilibrio que los agricultores han sabido mantener con el medio. En las últimas décadas, la necesidad de incrementar la producción para aumentar la competitividad ha forzado este equilibrio hasta el límite. Este hecho ha conducido a una situación en la que algunos de los mejores suelos están afectados por la erosión y, aunque ésta no es muy espectacular, sus consecuencias económicas son muy importantes y los efectos ambientales muy negativos: necesidad de aportes químicos al suelo cada vez mayores con el consiguiente aumento de la contaminación por arrastre; aterramiento de ríos y arroyos con cambios inducidos en su dinámica hídrica o la inversión en drenajes y correcciones cada vez más cuantiosas, etc.

### 3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

#### 3.1. DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO

Las características naturales de un área geográfica unida a la acción del hombre determinan, en una relación causa-efecto, su evolución a lo largo del tiempo. En el fenómeno de la erosión influyen tanto factores de tipo geográfico-morfológico, naturaleza del terreno, climatología, altimetría-, como de tipo antrópico -usos del suelo, actuaciones conyunturales, etc-. Para tener una visión global del problema se resumen a continuación las características de los factores geográficos que caracterizan a la cuenca.

##### 3.1.1. Aspectos generales

- La cuenca del Guadalete - Barbate se **localiza** al sur de la Península Ibérica, comprende una extensión de 6.445 Km<sup>2</sup>; de ellos, el 96,57 % (6.224 Km<sup>2</sup>) pertenece a la provincia de Cádiz, el 2,33 % (150 Km<sup>2</sup>) a la de Málaga y el 1,1 % (71 Km<sup>2</sup>) a la de Sevilla. Dentro de la denominación oficial de Cuenca Hidrográfica del Guadalete-Barbate se distinguen tres cuencas hidrográficas naturales:

- Río Guadalete con una extensión de 3.677 Km<sup>2</sup>.
- Río Barbate con una extensión de 1.329 Km<sup>2</sup>.
- Resto de la vertiente atlántica con una extensión de 1.439 Km<sup>2</sup>.

- Su espacio geográfico se **enmarca** entre el Valle del Guadalquivir, la cordillera Penibética emplazada al Este con desarrollo en dirección SO-NE y el Océano Atlántico al SO. Respecto al relieve, es típicamente serrano, con presencia continua de serranías medias y bajas, que sólo tienden a desaparecer casi por completo en el cuadrante noroccidental de la provincia, con las vegas, terrazas, campiñas y espacios marismesños del Guadalete y del Barbate.

En el Sur de la Cuenca, en la zona de Tarifa, la campiña se va alomando para convertirse en serranía en todo el cordón oriental; al norte de este sector se alcanza la mayor altitud de la provincia, en la Sierra del Pinar, en el Macizo de Grazalema. Desde esta sierra hacia el Sur se desarrolla un paisaje continuo de montañas medias, cuyas alturas tienden sistemáticamente a decrecer hacia el Sur.

Hacia el Norte, en un marco de campiñas las alturas decrecen también con rapidez.

- El territorio de la cuenca pertenece a dos grandes unidades **litológicas**: la Depresión del Guadalquivir, y el Conjunto Bético representado en las Subunidades Subbética y Campo de Gibraltar. Tanto la constitución litológica como la estructura tectónica difieren en las dos unidades e influyen en las formas del relieve en general y también en el propio trazado de la red de drenaje, en el régimen hídrico, en la calidad de las aguas, en la susceptibilidad a la erosión, etc.
- El **clima** de la Cuenca viene definido por su situación geográfica que justifica su pertenencia al ámbito climático mediterráneo, cuyos caracteres esenciales dominan toda la región. No obstante, su apertura hacia el Atlántico, facilitada por la disposición del relieve introduce matices oceánicos que determinan en ciertos parajes niveles pluviométricos semejantes a los de la España húmeda.

El relieve y la orientación de las Sierras de Grazalema, Lijar y Las Cumbres, influyen también en las condiciones climáticas condicionando que mientras en la zona litoral el clima es de tipo subhúmedo y caracteres mediterráneos, en las sierras béticas y en especial Grazalema encontremos un tipo de clima especialmente húmedo, con precipitaciones que en ocasiones superan los 1.800 mm/año, llegando en ocasiones a los 2.000 mm./año.

La distribución de las precipitaciones es muy irregular tanto en el espacio (frente a los ya mencionados 1.800 mm /año en Grazalema, en la zona de la Bahía de Cádiz la media no supera los 600 mm./año) como en el tiempo, con una clara inconstancia interanual y una marcada distribución estacional.

En relación con la agresividad del agua de lluvia como agente erosivo, en esta zona podemos considerarla como alta, ya que para un período de retorno de 100 años encontramos valores de precipitaciones diarias que superan en ocasiones ampliamente los 200 mm. por día. Los datos del Cuadro 1 corresponden a 4 estaciones climatológicas de la provincia de Cádiz.

**Cuadro nº 1**

ESTACION	PRECIPITACION
Alcalá de los Gazules	226.0
Benalup de Sidonia	224.9
Grazalema	481.3
Setenil	309.9

Respecto a las temperaturas, en cotas por debajo de los 1.300 m de altitud los veranos son suaves debido a la influencia marina, y hay ausencia generalizada de heladas, teniendo estas zonas una potencialidad vegetativa muy alta; por encima de los 1.300 m. de altitud los veranos son muy suaves y los inviernos fríos a consecuencia de la altitud, con presencia estacional de nieve. La temperatura media varía entre los 16°C. y los 19°C. según las zonas.

### 3.1.2. La cubierta vegetal

#### VEGETACION NATURAL

La necesidad de mantener una **cubierta vegetal** arbolada en las cuencas con recursos hidráulicos escasos -como la del Guadalete - Barbate-, se fundamenta en que la escorrentía en terrenos forestales representa únicamente el 1 % de la precipitación anual, mientras que en terrenos agrícolas puede ser de un 30 % y en tierras sin cultivar de un 50 %. En estas condiciones el agua se convierte en la más importante causa de erosión, pues arranca y transporta miles de toneladas de suelo, que se va depositando en la red de embalses. No se

debe olvidar que para elaborar un suelo fértil de 15 cm de profundidad la naturaleza tarda unos 7 000 años.

La vegetación natural es aquella en la que no se ha producido ninguna alteración motivada por agentes externos al medio. Aunque en la cuenca del Guadalete - Barbate es difícil encontrar áreas en las que el hombre no haya producido cambios, es importante conocer las series naturales de vegetación para deducir, tanto las zonas en las que no es necesario actuar porque la evolución de la vegetación tiende a su recuperación, como aquéllas zonas en las que la vegetación ha sido modificada, para decidir los fines a los que deben ir dirigidas las actuaciones. Para analizar este aspecto se parte del estado y clímax en las series de las comunidades vegetales en la cuenca.

#### DISTRIBUCION DE LA CUBIERTA VEGETAL

Según el Plan Forestal Andaluz, el 51,3 % de la superficie clasificada como terrenos forestales en Andalucía se considera arbolada, aún sabiendo que la mayor parte de los encinares y gran parte de la mezcla de quercus son montes adehesados en los que la fracción de cubierta\* es menor del 25 %.

Para la provincia de Cádiz, cuyos datos son los más representativos para la Cuenca del Guadalete-Barbate, de las 738.500 Ha que ocupa, un 43,7 % (322.300 Ha) es territorio agrícola, un 51,4 % (379.800 Ha) está dedicado a aprovechamiento forestal y el resto, un 4,9 % (36.400 Ha) se considera improductivo.

Los datos sobre la distribución de los distintos estratos de vegetación en la provincia de Cádiz se resumen en el Cuadro nº 2.

---

\* **Fracción de cubierta cubierta es el porcentaje de la superficie de la unidad de estudio, cubierta por la proyección horizontal de la vegetación existente en dicha superficie.**

**CUADRO 2**  
**DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS ESTRATOS DE VEGETACION**

ESPACIO GEOFISICO	ESTRATO DE VEGETACION										TOTAL FORESTAL (ha)
	ARBOLADO		MATORRAL		HERBACEAS		ZONAS HUMEDAS		MARGINALES		
	SUPERF. (ha)	PORCEN. (%)	SUPERF. (ha)	POR- CEN. (%)	SU- PERF. (ha)	POR- CEN. (%)	SUPERF. (ha)	PORCEN. (%)	SU- PERF. (ha)	PORCEN. (%)	
CADIZ	186.400	49,07	72.500	19,09	92.100	24,25	16.300	4,3	12.500	3,3	379.800
AREA	1 314 504	55,22	503 667	21,16	244 158	10,26	10 415	0,44	307 732	12,92	2 380 476
ANDALUCIA	2 385 247	51,29	1 180 993	25,40	426 949	9,18	34 743	2,03	623 165	13,39	4 651 097

Fuente: Plan Forestal Andaluz 1989 (datos de 1988)  
Todos los porcentajes son respecto a la superficie forestal.

La superficie desarbolada en la cuenca ocupa un 50,93 %, estando una gran parte ocupada por matorral; y si bien los terrenos agrícolas marginales sólo suponen un 3,3 % de la superficie forestal, por sus características especiales, suponen un foco importante de erosión. La distribución por tipos de vegetación en la superficie forestal de Cádiz se refleja en el **cuadro 3**.

**CUADRO 3**  
**DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE FORESTAL POR TIPOS DE VEGETACION (ha)**

UNIDADES DE VEGETACION	CADIZ	ANDALUCIA
Mezcla de Quercus con otras frondosas	39.600	160.963
Encinar	18.300	845.682
Alcornocal	93.300	183.587
Mezcla de pinos y Quercus	2.000	131.520
Castañar	-----	9.035
Acebuchal	17.300	19.089
Eucaliptal	3.500	267.269
Chopos	200	4.017
Pinar	11.800	759.689
Otras coníferas	400	4.369
Matorral mediterráneo noble	57.200	216.180
Otros matorrales mediterráneas	15.300	964.813
Formaciones herbáceas	92.100	426.949
Zonas húmedas	16.300	23.743
Terrenos agrícolas marginales	12.500	623.165
TOTAL (ha)	379.800	4.651.097

Fuente: Plan Forestal Andaluz, 1988.

La ejecución de medidas correctoras de carácter hidrológico-forestal necesita contar con abundante suelo disponible para destinarlo a tal fin, circunstancia ésta que no se produce en la cuenca. El cuadro nº 4 resume la distribución provincial -de la superficie forestal- del régimen de propiedad del suelo.

**CUADRO 4**  
**DISTRIBUCION DEL SUELO SEGUN EL REGIMEN DE PROPIEDAD**

PROVINCIA	MONTES DEL ESTADO		ENTIDADES LOCALES		MONTES PARTICULARES		TOTAL FORESTAL (ha)
	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)	
<b>CADIZ</b>	74.700	13,0	48.600	12,8	297.500	78,3	379.800
<b>ANDALUCIA</b>	605 748	13,02	711 530	15,29	3 333 823	71,67	4 651 100

Fuente: IARA, AMA, ICONA, CHG, C<sup>a</sup> Agricultura y Pesca.

Como se puede observar el 71,67% de la superficie forestal andaluza está en manos de particulares, y este problema se agrava en la Cuenca del Guadalete - Barbate al alcanzarse valores del 78 % de la superficie, hecho que dificulta el inicio de los trabajos y que encarece su ejecución al tener que recurrir a expropiaciones.

## 3.2. NATURALEZA, USOS Y CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

### 3.2.1. Tipos de suelo

La erosión está relacionada directamente con la naturaleza del suelo y con la acción antrópica sobre el mismo, es decir, con el uso al que se destina y con la capacidad de uso.

En el **cuadro 5** se relacionan los tipos de suelos más representativos de la cuenca del Guadalete - Barbate distribuidos por comarcas, la erosión pronosticada y la tolerancia de pérdidas medias en toneladas por hectárea y año.

**CUADRO 5**  
**EROSION PRONOSTICADA PARA LOS SUELOS**  
**MAS REPRESENTATIVOS DE LA CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE**

Suelo representativo	Comarca	Erosión Actual (Tm/Ha/año)	Erosión Potencial (Tm/Ha/año)	Tolerancia (Tm/Ha/año)
Tierra-Negra	Campiña	15	-	17
Bujeo-Blanco	Campo de Gibraltar	8	-	21
Rojo	Costa	3	-	14
Tierra-Parda	Janda-Aljibe	4	50	6
Albariza	Rincón-Jerez	14	-	12
Tierra-Rossa	Sierra	12	138	7

Fuente: Informe General del Medio Ambiente de Andalucía. AMA 1987.

### 3.2.2. Usos y capacidad de usos del suelo

Se analizan a continuación los usos del suelo y la capacidad de uso de dicho suelo, ya que, la discordancia entre estos dos aspectos supone un desequilibrio ambiental que conduce a la degradación del recurso suelo y facilita su erosión.

La situación actual del uso del suelo en la región es una consecuencia del uso social del territorio en el devenir histórico y, por lo tanto, se presenta como una herencia no siempre adaptada a los requerimientos y necesidades sociales y ambientales del momento presente. La incidencia de la actividad antrópica sobre los procesos erosivos está relacionada con el uso al que se destina un suelo y la capacidad de uso de éste. La cuenca hidrográfica del Guadalete - Barbate pertenece a una región eminentemente agrícola, en la que el suelo es un recurso económico de primera magnitud, ya que una gran parte del territorio es objeto de labores, más o menos intensivas, dirigidas a explotar los recursos que sobre él se implantan.

Las características y aptitudes de los suelos de la región sirven para definir las zonas homogéneas según los usos del suelo: el **dominio agrícola**, localizado fundamentalmente en las vegas y campiñas, y el **dominio silvopastoril**, perteneciente a áreas de montaña o elevadas, y con fuertes pendientes.

La distribución de los usos del suelo en la provincia de Cádiz se refleja en el **Cuadro nº 6**.

El moderno proceso de crecimiento poblacional y económico supone un fuerte aumento del

consumo de recursos naturales y conduce a la ruptura del equilibrio ambiental al producirse una discordancia entre la capacidad de uso del suelo y el uso actual de este recurso. Esta origina en último lugar la degradación de recursos y procesos naturales.

De la comparación de la aptitud productiva forestal de los suelos, con los usos realmente instalados en ellos, se deduce una escasa incidencia entre estos y las mejores aptitudes forestales, de manera que en ocasiones en la cuenca lo forestal queda definido como aquel territorio no útil para la producción agrícola, haciendo resaltar la inexistencia de una planificación adecuada de la producción en función de la capacidad de uso. También hay que destacar que estas masas forestales situadas en terrenos de aptitud moderada o marginal, cumplen, un importante papel tanto como cubierta protectora del suelo, como recurso paisajístico. La alteración del clímax de estas zonas conllevaría un proceso de erosión acelerada, por lo que los suelos con peores aptitudes deben mantenerse con un uso forestal exclusivamente conservacionista, dejando para suelos con mejor aptitud forestal la explotación con fines económicos.

CUADRO 6. DISTRIBUCION PROVINCIAL DE LOS USOS DEL SUELO

FORMAS DE USO	CADIZ	TOTAL REGIONAL	
		SUPERFICIE (10 <sup>3</sup> ha)	PORCENTAJE (%)
<b>AGRICOLA REGADIO</b>			
Cultivos herbáceos	47	451	5,2
Cultivos leñosos	1,1	74	0,8
Cultivos encharcables	-	30	0,3
Cultivos forzados	-	37,3	0,4
TOTAL USO AGRICOLA EN REGADIO (10 <sup>3</sup> ha)	48,1	592,7	6,7
<b>AGRICOLA SECANO</b>			
Labor intensiva	192	1479	16,9
Labor extensiva	17	372,2	4,3
Cultivos leñosos	38	1314	15,2
TOTAL USO AGRICOLA EN SECANO (10 <sup>3</sup> ha)	247	3165,2	36,4
<b>FORESTAL</b>			
Arbolado frondosas	167	1356	15,5
Arbolado coníferas	13	304	3,5
Bosque galería	-	3	0,2
Repoblación frondosas	2	182	2,1
Repoblación coníferas	22	631	7,2
Matorral	53	420	4,8
Matorral-pastizal	22	86	1,0
Prados y pastizal	122	996	11,4
Comunidad psammófilas	-	11	0,1
Vegetación zonas inundadas	-	18	0,2
TOTAL USO FORESTAL	401	4007	45,9
GANADERO O NATURAL (10 <sup>3</sup> ha)			
<b>ZONAS URBANAS Y ASOCIADAS (10<sup>3</sup> ha)</b>	33	155	1,8

Estimación realizada mediante planimetría e integración de las unidades cartográficas representadas en el Mapa de Uso y Vegetación, escala 1:400.000.

Fuente: Evaluación ecológica de los recursos naturales en Andalucía, Agencia de Medio Ambiente, 1987.

Dentro del dominio agrícola, la acomodación entre la capacidad de uso y el uso real es mucho mayor. Se constata que la agricultura milenaria de la cuenca ha sabido adaptarse, salvo excepciones, a las posibilidades óptimas de explotación del suelo. En estas áreas los procesos erosivos aparecen como consecuencia de las técnicas de manejo, los niveles de explotación, la gestión de las tierras y las diversas alternativas que en ellas se instalan, cuando estas no se adecuan a la capacidad del suelo. Y, si bien las pérdidas de suelo no suelen ser espectaculares, suponen un gran deterioro económico a largo plazo ya que inciden directamente sobre la productividad de los cultivos.

Según el estudio "Evaluación ecológica de los recursos naturales en Andalucía. Agencia de Medio Ambiente. 1987", los suelos de excelente capacidad de uso (clase S1) representan un 8,3 % de la superficie (61.000 Ha), con buena capacidad de uso (S2) encontramos 174.000 Ha, un 23,6 %; las tierras con moderada capacidad de uso (S3) ocupan un 27,1 %, alcanzando las 199.000 Ha, y las tierras marginales o improductivas (N) se extienden a 298.000 Ha (40,5), por último las tierras clasificadas como con protección (Clase X) ocupan un 26 %, 192.000 Ha.

### 3.3. ESTADO DE LA PLANIFICACION HIDROLOGICO-FORESTAL

#### 3.3.1. Introducción

Tal y como especifica la Memoria del PHN, uno de los objetivos que se persiguen con la elaboración de los Planes Hidrológico-Forestales, es el de *"establecer convenios de cooperación entre el Estado y las distintas Comunidades Autónomas, necesarios para la justa financiación de las inversiones a realizar"*.

La existencia de cuencas hidrográficas compartidas entre varias Comunidades Autónomas y la presencia de infraestructuras cuya defensa es necesaria -embalses, carreteras, ferrocarriles, etc- adscritas a diferentes Organismos con competencias en la materia, hacen necesario que, al menos en una parte de los trabajos hidrológico-forestales de corrección y de protección, deban ser coordinados entre la Administración Central y los demás Organismos tanto en la concepción de las actuaciones como en su financiación.

En la actualidad existen dos documentos con los que, según la Normativa vigente, deben coordinarse los trabajos de restauración hidrológico-forestal que se realicen en el marco del Plan Hidrológico del Guadalete - Barbate. Estos documentos son:

- Plan Nacional de Restauración Hidrológico Forestal (ICONA, 1991), y
- Plan Forestal Andaluz (Junta de Andalucía, 1989)

En los siguientes apartados se hace una breve sinopsis de estos documentos.

### 3.3.2. Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal

Este documento, elaborado por el ICONA en 1991, pretende básicamente:

- Aportar una visión sinóptica del problema erosivo, su cuantificación y distribución a escala nacional.
- Definir unos criterios de prioridad para los trabajos de restauración hidrológico-forestal e identificar y clasificar las subcuencas de actuación conforme a tales criterios, y
- Determinar el orden de magnitud de los recursos económicos necesarios para la ejecución del Plan.

El documento parte del análisis e integración de la cartografía a escala 1/1 000 000 de las bases de líneas de costas y fronteras, de la red nacional y de la red de drenaje. Sobre ésta última red se ha establecido un mapa de subcuencas de actuación. Sobre ellas se ha incorporado el mapa de Estados Erosivos, obtenido a partir de los de igual erosividad\* de la lluvia, mapa de unidades de relieve, a partir del clinométrico, el de clases de cobertura vegetal, etc., que permiten su desarrollo y adaptando los diferentes parámetros a la escala de trabajo, muy amplia pero suficientemente válida para los objetivos reseñados.

Con estos datos desagregados por subcuencas de actuación, se han establecido grados de prioridad en función de:

- Índices de erosión
- Areas de riesgo incrementado por el factor aridez
- Proximidad a la red de drenaje permanente
- Vertiente a embalses con alta degradación específica
- Balance hidráulico crítico
- Zonas dominadas con alto riesgo de avenidas

---

**Erosividad** es la capacidad potencial de la lluvia para provocar la erosión. Es función de las características físicas de la lluvia (factor R de la USLE).

De la aplicación de estos criterios se obtiene una cartografía de áreas críticas o de intensidad del fenómeno, a las que se añade el atributo de factores de protección, o de consecuencias del fenómeno.

Partiendo del análisis de 118 Proyectos de Restauración Hidrológico-forestal, seleccionados de entre los que se redactaron a partir de 1970, se ha establecido una correlación y agrupación por áreas hidrológicamente homogéneas, a fin de obtener índices de intensidad de trabajos y de costes de inversión y aplicarlos según la correlación de cada zona homogénea, lo cual da por agregación, una estimación fiable de las inversiones necesarias para acometer la restauración en todo el territorio nacional en un nivel básico. La inversión en un plazo de 15 a 20 años que prevé el documento asciende a 400 000 millones de pesetas.

Finalmente, y a fin de conocer aproximadamente un nivel máximo de inversiones, establece unos módulos de actuación sobre cada tipo de uso del suelo y estrato de vegetación que precise acciones de restauración y, aplicando sobre esta cuantificación un porcentaje medio de inversión en obras de hidrotecnia, se obtiene una cuantificación del máximo que razonablemente podría invertirse en materia de restauración hidrológico-forestal a largo plazo. Esta inversión es del orden de 1 200 000 millones de pesetas a invertir en 40 años.

La inversión media anual depende de los plazos en los que, por razones técnicas y socio-económicas, sea posible realizar los trabajos correspondientes, a cuyos efectos se estima el plazo medio en que deben completarse los trabajos de reconstrucción de la cubierta vegetal y las obras de hidrotecnia para que alcancen su máxima efectividad.

Los resultados del estudio permiten establecer las siguientes conclusiones:

- El 43,8 % del territorio nacional está afectado por procesos erosivos que superan los límites tolerables universalmente admitidos. Dentro de esta superficie, el 18,1%, es decir, algo más de 9 000 000 de hectáreas, muestran una alta intensidad de la erosión y deben ser objetivo medioambiental preferente.
- De estas 9 000 000 de hectáreas con alta intensidad erosiva, 3 500 000 corresponden a Andalucía, de las que a las cuencas del Guadalquivir y del Guadalete - Barbate pertenecen 2 500 000 de hectáreas. Las Comunidades Autónomas más afectadas son la Comunidad Valenciana (43,6 % de su territorio), Andalucía (39,7 %) y Murcia (35,4 %).
- Para controlar la erosión en estas 9 000 000 de hectáreas es preciso reconstruir la

cubierta vegetal en 2 000 000 ha, realizar 6 000 000 de metros cúbicos de obras de hidrotecnia y conservar el suelo agrícola en 1 300 000 ha.

- El coste económico global de estas acciones es del orden de 400 000 millones de pesetas, a realizar entre 15 y 20 años.

Es de destacar que la inversión necesaria se mantiene por debajo del coste de oportunidad de estas inversiones, estimado en 40 000 millones de pesetas/año (1987).

Por otro lado, el Plan Nacional recuerda que no es posible con los medios actuales, técnicos y empresariales, realizar una labor media de 100 000 ha de reconstrucción de la cubierta vegetal o, de 300 000 metros cúbicos de obras de hidrotecnia. Ello obliga a ajustar el crecimiento de las inversiones a las disponibilidades reales para ejecutar las obras y trabajos.

En 1991 el MAPA, a través del ICONA, dedicó a la restauración hidrológico-forestal 8 350 millones de pesetas; se puede estimar que las Comunidades Autónomas a través de los "Convenios de Hidrología" invirtieron una cantidad equivalente. Sería suficiente mantener el incremento presupuestario normal de los programas de lucha contra la erosión, tanto en los Presupuestos Generales del Estado, como en los de las Comunidades Autónomas, para alcanzar los umbrales necesarios de inversión para hacer frente a los problemas generados por la erosión en España.

Es preciso advertir además, que estas actuaciones se encuentran entre las inversiones elegibles por la CEE para su cofinanciación. Se estima que al menos el 50 % de estas inversiones puede retornar, simplificando en cierta manera la financiación.

### **3.3.3. Plan Forestal Andaluz. (Junta de Andalucía, 1989)**

#### OBJETIVOS

De los 8 700 000 ha que constituyen el territorio andaluz, más del 50 % corresponden a terrenos forestales o montes. En ellos se sustentan unos recursos naturales cuyo aprovechamiento es de gran importancia para la economía de la Comunidad. Junto a estos beneficios existen otros que tienen un mayor interés para la sociedad, como son la protección y conservación del suelo, la regulación del régimen hídrico, el uso para el recreo y el esparcimiento, la conservación de los ecosistemas y la protección de la flora y la fauna.

La concienciación de la Administración Andaluza sobre la necesidad de potenciar y regular el

uso sostenido de estos recursos dio como resultado el Plan Forestal Andaluz, que fue aprobado por el Parlamento Autonómico de Andalucía el 15 de Noviembre de 1989. Posteriormente, el 15 de Junio de 1992, el Parlamento aprobó la Ley Forestal Andaluza (Ley 2/92 B.O.J.A. nº 57 de 23/6/92) que será el marco legal del PFA.

En la elaboración del Plan se contó con la participación de todos los sectores afectados, tanto públicos como privados.

Los objetivos fundamentales que se pretenden conseguir con su puesta en marcha son:

- La lucha contra la desertificación y para la conservación de los recursos hídricos, los suelos y la cubierta vegetal, en especial del monte mediterráneo.
- La protección de los ecosistemas de singulares valores naturales y de especies en peligro de extinción, y el mantenimiento de ecosistemas para garantizar la diversidad biológica.
- La restauración de los ecosistemas forestales degradados.
- La defensa contra los incendios, las plagas y las enfermedades forestales.
- La adecuada asignación de los usos del suelo para fines agrícolas o forestales, manteniendo su potencial biológico y la capacidad productiva del mismo.
- La utilización racional de los recursos naturales renovables y el incremento de sus producciones.
- La contribución a la mejora y al desarrollo de la industrialización y comercialización de los productos forestales.
- La compatibilización de los usos social, recreativo y cultural del monte con su conservación.
- La generación de condiciones socioeconómicas que eviten el subdesarrollo de las comunidades rurales, favoreciendo su progreso.
- La diversificación del paisaje rural mediante la conservación y recuperación de enclaves forestales en zonas agrícolas.

El Plan Forestal pretende ser la adecuada planificación del subsistema forestal y debe quedar integrado en la ordenación de todo el territorio de la Comunidad Autónoma y ser compatible con los Planes Especiales de Protección del Medio Físico.

Los objetivos y directrices contenidos en el Plan Forestal tienen carácter vinculante para los Organismos Públicos con responsabilidades en el subsector forestal y para las actuaciones

que los propietarios particulares realicen en sus montes, siendo responsabilidad de la Administración velar por su cumplimiento, conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Dados los largos períodos de evolución de la vegetación forestal, la política definida en el Plan Forestal tiene un período de vigencia de 60 años, si bien se ha creado una nueva figura de planificación, los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales Forestales (PORNF) que han de redactarse como desarrollo del documento base. Estos PORNF se revisarán cada diez años, tanto para corregir desviaciones, como para adaptar sus propuestas a las nuevas necesidades que puedan ir surgiendo y se elaborarán de manera conjunta entre los Organismos con mayor implicación en la materia. En estos Planes, a partir de un riguroso inventario de los recursos suelo y vegetación y de las necesidades socioeconómicas de la población asentada en las diversas unidades territoriales que se identifiquen, se priorizarán los objetivos y se concretarán las actuaciones y medios necesarios para alcanzarlos.

#### METODOLOGIA

Para redactar el Plan Forestal se partió de la situación actual de los recursos naturales y de las demandas de la sociedad. Los condicionantes de tipo histórico, político y técnicos, el marco legal existente y la política forestal de la CEE, fueron tenidos en cuenta.

Se investigaron los tipos de utilización del suelo e identificaron diversos ecosistemas, que se describen en función de las unidades de vegetación que sustentan. Para cada una de ellas se propone una serie de modelos de gestión, en función de la capacidad de uso del suelo y de aspectos sociales y económicos de su entorno.

El manejo de ecosistemas propuesto supone diversas actuaciones sobre la vegetación tales como repoblaciones, tratamientos selvícolas y manejo de pastizales y sobre la fauna silvestre, tanto cinegética o piscícola, como protegida. Estas actuaciones se complementan con otras sobre restauración agrohidrológica, uso social, recreativo y cultural del monte, defensa del medio natural (incendios, plagas, contaminación, etc.) y obras de infraestructura (viveros, red viaria forestal y construcciones ganaderas).

Para la realización de estas actuaciones, está prevista la adquisición de más de un millón de hectáreas de terrenos forestales. Principalmente se comprarán terrenos degradados cuyos ecosistemas deben ser restaurados, realizando inversiones que por su escasa rentabilidad sean difícilmente asumibles por la iniciativa privada. Se propone también la revisión de los

actuales consorcios y convenios con particulares, con el fin de hacer más atractivas a los mismos las inversiones forestales, el aumento de los estímulos a la iniciativa privada mediante subvenciones y líneas de financiación adecuadas, el fomento de la industria forestal de la Comunidad, el desarrollo normativo de la legislación forestal para adaptarla a las condiciones actuales del medio natural, el desarrollo de la investigación y estudios, la mejora de la enseñanza y la formación profesional y la estrecha colaboración con la CEE.

#### INVERSION Y FINANCIACION

La inversión anual propuesta tanto pública como privada se aproxima a los 30 000 millones de pesetas y está distribuida en diversos capítulos entre los que destacan por su mayor cuantía los que se refieren al manejo de la vegetación y la fauna (66 % del presupuesto), a la prevención y lucha contra incendios forestales (9 %), a las obras de infraestructura (7 %), a la restauración agrohidrológica (5 %) y a la adquisición de terrenos (7 %).

La inversión actual en el subsector forestal supera los 15 000 millones de pesetas anuales, de los cuales algo más de 12 000 millones corresponden a la Administración Pública; 1 400 millones invierte el sector privado como contrapartida a las subvenciones que otorga la Consejería de Agricultura y Pesca y, el resto también lo invierte el sector privado sin subvenciones.

En la propuesta de financiación de la inversión estimada del PFA corresponde a la Administración, tanto como inversión directa, como con subvenciones, un 78,5% del total y el resto a particulares. El incremento de la inversión pública se estima en un 50% sobre el nivel actual, que se financiará con fondos de la UE y con el incremento de recursos propios destinados a este fin.

#### CONSECUENCIAS

El PFA estima que dentro de 60 años la superficie arbolada de la Comunidad pasará de los 2 300 000 ha a 3 600 000 de ha, llegando a constituir el 42 % de la superficie total. La superficie cubierta por quercus (encina, alcornoque, quejigo, etc.) se incrementará en 800 000 ha, las mezclas de quercus y pinos en 500 000 ha y los pinares en 150 000 ha. Otras especies forestales como el castaño, el acebuche y los chopos también incrementarán su superficie significativamente. Casi 100 000 ha de eucaliptos de las provincias de Huelva y Sevilla se reconvertirán en montes de quercus, de pinos o de la mezcla de ambos géneros. Los criterios para reconvertir estos cultivos arbóreos son el

estado sanitario, el crecimiento, la localización, la pendiente del terreno, la calidad del suelo y el régimen de propiedad.

El Plan Forestal estima también que, a un ritmo similar a su desaparición, se crearán nuevos cultivos arbóreos con estas especies en terrenos agrícolas que, a causa de la marginalidad de sus cultivos y con incentivos de la UE, vayan siendo abandonados en el transcurso de los próximos años.

El incremento de 1 300 000 ha de la superficie arbolada se producirá a costa de matorrales y de terrenos agrícolas marginales. Se estima que la superficie de los primeros disminuirá en un 50 %. Por razones ecológicas (protección, conservación de la diversidad biológica, etc.) y por razones económicas (refugio de la caza, alimento para el ganado y la fauna silvestre, etc.) se propone la conservación y mejora de los matorrales mediterráneos nobles, tales como la mancha y la garriga, repoblándose fundamentalmente los matorrales degradados.

Por otro lado, con la ejecución del Plan Forestal Andaluz se espera obtener un incremento de la producción de madera próximo a los 2 700 000 m<sup>3</sup> anuales. Se espera también un incremento notable de otras producciones forestales, especialmente la caza, la pesca continental deportiva, los frutos forestales, los hongos, los espárragos y los productos agrícolas, así como duplicar la capacidad pastante actual de los montes de Andalucía.

Otros beneficios de gran importancia para la sociedad son los siguientes:

- Recuperación de cerca de medio millón de hectáreas de terrenos en proceso de desertificación.
- Disminución del caudal punta de las avenidas que se originan como consecuencia de las grandes tormentas.
- Disminución de los arrastres que producen el aterramiento acelerado de los embalses.
- Conservación de ecosistemas singulares de la región y protección de especies en peligro de extinción.
- Aumento de la superficie e infraestructura destinada al uso social, recreativo y cultural del monte.
- Generación de casi 5 000 000 de jornales anuales como consecuencia de la inversión directa, cifra que aumenta considerablemente si se tiene en cuenta el empleo inducido como consecuencia de estas inversiones.

## 4. LA EROSION EN LA CUENCA

En los puntos anteriores se han tratado los aspectos básicos de los principales agentes, físicos y antrópicos, que intervienen en la erosión de la cuenca del Guadalete - Barbate. En este apartado se caracteriza y delimita geográficamente la erosión en la cuenca y se proponen las actuaciones a realizar para corregir y disminuir los efectos negativos de los problemas detectados.

### 4.1. CARACTERIZACION DE LOS ESTADOS EROSIVOS EN LA CUENCA

Como resultado de todo esto, de las 644.500 ha que configuran el ámbito territorial de la cuenca del Guadalete-Barbate, entre un 20 y un 30% han sufrido pérdidas de suelo mayores de 50 t/ha y año, límite tolerable y a partir del que se determinan las zonas de actuación prioritaria. Las principales zonas afectadas por la erosión son las que se indican a continuación.

- **Suelos agrícolas de campiña.** El arrasamiento de la cubierta arbórea, el predominio de los cultivos agrícolas permanentes de secano y aquellos que mantienen el suelo desnudo durante largas épocas del año, así como la presencia de pendientes excesivas para el cultivo, especialmente en las campiñas serranas, son responsables del deterioro del suelo.
- **Suelos de vocación forestal.** La erosión está generada por el aumento incontrolado de las superficies roturadas, que superan los límites de pendiente y calidad agrológica del suelo y carecen de una correcta aplicación de técnicas de conservación del suelo (cultivos a nivel, terrazas, tipo de laboreo, etc.). Este fenómeno hace que, en una parte importante de las zonas de montaña, aparezcan enclaves con agricultura marginal en los que la inadecuación entre los usos y la vocación de los suelos (predominantemente forestal) agudizan los problemas erosivos. Otras pérdidas de suelo también importantes se producen en las zonas con cubierta de matorral, cuando estas se encuentran sobre los suelos geomorfológicamente menos resistentes, o cuando su cubierta es muy defectiva y normalmente con pendientes superiores al 25%

En la **lámina XI.1** se ha dibujado la distribución geográfica de los niveles de erosión dentro de la cuenca, a partir de la documentación del Plan Forestal Andaluz.

## 4.2. RIESGOS DE EROSION

Se incluye a continuación la distribución geográfica de los suelos con más susceptibilidad de ser erosionados en la cuenca. Estas áreas no siempre presentan estados erosivos fuertes, pero sí son potenciales áreas críticas si no se llevan a la práctica, con carácter de emergencia, las medidas correctoras propuestas en el Plan Forestal Andaluz.

- Las tierras con **riesgo bajo de erosión** se han evaluado para la provincia de Cádiz en unas 70.000 Ha. (9,5 % de la superficie total). Son áreas en las que los afloramientos rocosos y la protección de una buena cubierta vegetal, contrarrestan las fuertes pendientes y la elevada erosividad pluvial.
- Las tierras con **riesgo moderado de erosión** ocupan el 65 % de la superficie, 481.000 Ha; dentro de esta clase, la cubierta vegetal es menos densa que en la clase anterior, hay una mayor erosividad de la lluvia y mayor relieve.
- Con **riesgo alto de erosión** existe también una amplia zona de la provincia, que ocupa unas 180.000 Ha (24,6 %). Corresponden estas zonas con las áreas de agricultura marginal y con aquellos suelos de clara vocación forestal que han sido roturados. En general, son aquellos suelos en los que hay una distorsión fuerte entre los usos del suelo y la capacidad de uso de los mismos.
- Con **riesgo muy alto**, existe una superficie de 19.000 Ha (2,6%) que coinciden con las zonas de campiña en las que las acciones de arrollada superficial alcanzan sus efectos más negativos, y en aquellos suelos en los que la erodibilidad es muy alta, y no disponen de una cubierta vegetal permanente.

## 4.3. EROSION ACTUAL. ZONAS PRIORITARIAS DE ACTUACION

Para la delimitación y caracterización de las áreas de la cuenca que, debido a las pérdidas de suelo que sufren en la actualidad, se consideran como zonas prioritarias de actuación aquellas cuya pérdida supera los 50 t/ha y año.

La importancia del problema de la colmatación de los embalses hace que se trate en un apartado independiente.

## 1.- Olivares y Campiñas Serranas

Dentro de estos espacios se distinguen varias zonas:

- Olivares Serranos propiamente dichos:

Comprende las grandes extensiones de olivares ubicadas en el sector nororiental de la Sierra Gaditana, y en las campiñas que orlan su piedemonte. En estas zonas hay también cultivos herbáceos (forrajeras en regadío) y actividades de carboneo y caza menor. En estas áreas los principales problemas se deben a la antigüedad de las plantaciones, unido a las fuertes pendientes que impiden la mecanización, todo ello origina que los rendimientos sean muy bajos y sean considerados como olivares marginales. Se han detectado graves problemas de erosión en olivares con pendientes mayores del 20 % sin herbáceos acompañantes.

Las actuaciones en estas áreas deben ir encaminadas a revitalizar las plantaciones de olivares situadas en emplazamientos adecuados (aumentando los tratamientos selvícolas y el fomento de pastizales), y al mantenimiento y la recuperación de la cubierta vegetal, con el objetivo de aumentar la protección del suelo y disminuir la intensidad de los procesos erosivos.

- Areas de afloramientos calcáreos:

La presencia en estos suelos de grandes afloramientos calcáreos, agrónomicamente improductivos, con presencia de masas forestales y dehesas, con aprovechamiento de caza menor y de carboneo y pastoreo en ocasiones excesivo, lo que conduce a una ruptura del equilibrio ambiental.

Las actuaciones deberán ir encaminadas a limitar la carga ganadera y controlar rigurosamente las transformaciones del medio.

- Encinares:

En los complejos serranos con preferente ocupación de encinares, las dehesas de encinares con pastizales mejorados presentan una utilización ganadera; la agricultura es marginal dentro de esta unidad, y el principal aprovechamiento es el carboneo y la leña.

Los encinares han sido relegados dentro de las estribaciones serranas a las zonas con relieves inaccesibles para la agricultura, y están siendo afectados por excesivas entresacas, talas y desbroce del matorral para su conversión en dehesas. Unido a este proceso, los principales impactos que se aprecian vienen dados por la intensificación de los procesos erosivos (con cárcavas en laderas) y la regresión de las comunidades faunísticas asociado a la desaparición del matorral.

En estas zonas hay también impactos degradantes motivados por la presencia de canteras.

Las actuaciones deben ir encaminadas a la ordenación de la cabaña ganadera (previo estudio de carga y mejora de pastizales); así mismo, deberá controlarse la tala y desbroce del matorral, favoreciendo la regeneración del arbolado y de la cubierta vegetal a efectos de disminuir los riesgos erosivos.

## **2.- Serranía de Grazalema**

En el área perteneciente a la Serranía de Grazalema se distinguen así mismo varias zonas:

- **Bosque de Pinsapos**

El bosque de pinsapos está situado en la vertiente septentrional de la Sierra del Pinar. Su uso es exclusivamente forestal debido al control forestal que ha ejercido el ICONA desde 1975.

En esta zona debe apoyarse la protección integral especialmente con el control de plagas e incendios.

- **Bosque de Quejigos**

Los bosques de quejigos o roble andaluz se extienden por la Sierra del Pinar y Endrinal, han ido degradándose hacia la dehesa pastizal debido a la presión de la cabaña ganadera (excesiva carga ganadera)

En esta área deberá realizarse una planificación y adecuación de la cabaña ganadera a la conservación de la masa arbórea y a la mejora y mantenimiento de los valores paisajísticos. Deberán realizarse así mismo actuaciones para la mejora de pastizales.

- Encinares serranos

Ocupan preferentemente los complejos calcáreos; su aprovechamiento es agrícola, ganadero y forestal.

En estas áreas se presenta una tendencia al desmonte del encinar, se evidencia también un avance de las repoblaciones forestales ligado a la desaparición de las masas forestales autóctonas y una progresión de la cabaña caprina. Las roturaciones por debajo de los 800 metros hacen necesario la creación de un plan de compatibilización de usos y aprovechamientos del suelo.

Por otro lado, el crecimiento de la presión urbanística asociada a la 2ª residencia, ha originado impactos urbanísticos de cierta importancia.

- Areas de afloramientos calcáreos

Se identifican grandes afloramientos rocosos que aparecen desnudos de suelo y vegetación, o con cubiertas vegetales muy exiguas. Sus principales aprovechamientos son los forestales, ganaderos, recreativos y cinegéticos.

Las principales degradaciones que se aprecian en estos suelos se han originado por el excesivo pastoreo caprino.

Las actuaciones deben ir dirigidas a la limitación de la excesiva carga ganadera y a fomentar las actividades turísticas compatibles con el medio natural.

- Olivares serranos

Aparecen olivares asociados a encinares ahuecados, junto con labores extensivas de secano. En estas zonas debe potenciarse el olivar y recuperar la cabaña porcina.

- Alcornocales

Están ubicados en el sector oriental de la Serranía de Grazalema, sobre la faja silíceo. Los

alcornocales que soportan estos suelos están bien conservados, con masas muy próximas al estado de bosque potencial.

Las actuaciones irán encaminadas al mantenimiento de estos bosques, con una mayor racionalización de los aprovechamientos directos del alcornocal.

- Bosque de galería del río Majaceite

Soporta una elevada presión de actividades recreativas que se manifiesta con un progresivo deterioro biológico y paisajístico del entorno.

Las actuaciones deberán ir dirigidas a una mejor conservación de la masa arbórea, a potenciar las repoblaciones con especies autóctonas, y a una ordenación de los aprovechamientos recreativos.

### **3.- Serranía del Aljibe**

La Serranía del Aljibe tiene en general buenos suelos para aprovechamiento forestal, pero su capacidad de uso no permite el aprovechamiento para pastizales naturales.

Las áreas más críticas dentro de esta unidad son las siguientes:

- Alcornocales relativamente degradados

La expansión de la ganadería ha ocasionado el levantamiento del matorral acompañante del alcornocal, lo cual comporta en ocasiones riesgos erosivos y supone un claro deterioro a las posibilidades de mantenimiento de las masas de alcornoque.

Es necesario detener este proceso de degradación del alcornocal; para ello es prioritaria una ordenación de las áreas dedicadas a aprovechamiento ganadero y cinegético, así como la potenciación de los aprovechamientos del corcho y la mejora de los tratamientos selvícolas del alcornoque.

- Complejo calcáreo de las Sierras de las Cabras y la Sal

Estas áreas tienen un suelo con escaso desarrollo, y sus principales aprovechamientos son los forestales, secanos residuales, pastoreo ovino y caprino y se evidencia la presencia de

áreas improductivas. Los principales procesos degradantes vienen dados por la desertización de la zona debida al sobrepastoreo, con una fuerte erosión en suelos con pendientes fuertes, y la regresión de la cubierta arbórea, en particular del algarrobo.

Debe haber actuaciones dirigidas a detener la regresión de la cubierta vegetal, potenciar la reforestación de las áreas de matorral, y racionalizar las actividades pecuarias.

#### **4.- Campiñas y vegas del Suroeste**

En la zona conocida como campiñas y vegas del suroeste se han detectado problemas erosivos en diferentes áreas:

- Plataformas calcáreas

En estas áreas hay un aprovechamiento turístico creciente, con fuertes procesos de urbanización, gran número de visitantes de verano o fin de semana. De ello deriva una degradación creciente que incide sobre la vegetación y la fauna.

La actuación más importante será la de contener y racionalizar la dinámica urbanizadora.

- Area productiva de la Janda

En estas áreas agrícolas sobre suelos desecados de antiguas zonas húmedas, los principales problemas erosivos son consecuencia de un inadecuado y excesivo laboreo en zonas que en la mayoría de las ocasiones ni siquiera tienen vocación agrícola.

Se deberán promover actuaciones encaminadas a la conservación del suelo, y a la recuperación del equilibrio con el medio natural en las áreas que sea posible.

- Campiñas y vegas de Benalup de Sidonia y del Almodovar

Enmarcadas en las campiñas y vegas de suroeste, en ellas se conservan masas dispersas de alcornocal, relativamente degradadas. Son terrenos de topografía ondulada, con vegetación de tipo bosque mediterráneo muy degradada (sólo quedan restos de matorral denso, con ejemplares arbóreos en las cimas de las lomas, en barranqueras, o en zonas marginales agrícolas).

En estas áreas se debe promover la ordenación del aprovechamiento ganadero y agrícola con diversificación de actividades.

- Sierras prelitorales y playas

La cubierta vegetal de estas sierras ha perdido en gran parte sus caracteres naturales. La Sierra de Retan presenta unos caracteres vegetales muy degradados, con fuerte presencia de pastizales y rodales de alcornoques adhesados y olivares muy antiguos. Las sierras de la Plata y de Fates están repobladas en gran parte.

Las actuaciones deberán ir encaminadas a la reforestación de las áreas degradadas, y a la densificación de áreas de dehesa.

## **5.- Campiña de Paterna**

La vegetación está muy degradada por la intensa utilización agrícola de la zona. Sólo quedan pequeños reductos de dehesas y matorrales en facies regresiva.

El matorral y el pastizal son pobres y están muy degradados; su vegetación está compuesta fundamentalmente por especies termófilas subseriales.

En las áreas de campiña sobre afloramientos margoyesíferos los aprovechamientos agropecuarios han conducido a la práctica desaparición de la biocenosis del área. Los caracteres margoyesíferos imponen restricciones al desarrollo agrícola; estos suelos son susceptibles de fuertes arroyadas en topografías con pendientes superiores al 7-10 %. En algunas zonas el problema del encharcamiento debe ser solucionado para potenciar las actividades agrícolas.

La principal actuación en la zona será la ordenación de los aprovechamientos del suelo, tanto los agrícolas como los ganaderos, y la reforestación de aquellos suelos con vocación forestal.

## **6.- Campiña de Jerez y Arcos de la Frontera**

Esta es un área intensamente colonizada, con fuerte recesión de los ecosistemas; sólo quedan pequeñas zonas de matorral termófilo.

- Vegas del Guadalete

En esta área las actuaciones irán encaminadas a preservar los suelos agrícolas frente a ocupaciones no estrictamente necesarias para esta actividad.

- Campiñas

En la campiña predomina un agrosistema de secano mecanizado y fertilizado con restos de pequeños rodales de formaciones subarbutivas. Los problemas erosivos proceden de las acciones de arroyada superficial que presentan una gran notoriedad en el Norte, a la salida de Gibalbín, o en terrenos en los que el substrato es de tipo Keuper.

Entre los embalses de Bornos, Arcos y Guadalcazín se extiende una área de campiña con olivos y viñedos. En los últimos años ha habido un fuerte proceso de levantamiento de tales cultivos, lo que ha supuesto una aceleración de los procesos erosivos, con negativa incidencia sobre los suelos y la infraestructura hidráulica.

Las explotaciones de sílice a ambos márgenes de la C-344 han supuesto importantes degradaciones puntuales del suelo y de la cubierta vegetal.

En esta zona deben realizarse enérgicas actuaciones para la detención de los procesos erosivos, ya que es la zona más afectada de toda la cuenca.

## **7.- Bahía de Cádiz y marco de Jerez - Sanlúcar**

La ocupación de la banda litoral ha producido una disminución de la cobertura arbórea de la que sólo quedan pinares de repoblación. Se distinguen varias zonas:

- Sistema agrícola de viñedos y regadíos

En estas áreas se presentan problemas erosivos a largo plazo por técnicas inadecuadas de roturación en suelos de albarizas.

Las actuaciones irán encaminadas a la protección del suelo agrícola y al control del desarrollo urbanístico.

- Complejos endorreicos

En estas zonas deberán limitarse las roturaciones a efectos de facilitar la regeneración de la vegetación palustre.

En el **cuadro 7** se recoge esquemáticamente todo lo expuesto en este apartado: zonas críticas, problemática de cada una de ellas y las líneas de actuación que deberían seguirse en la lucha contra la erosión. Como conclusión más importante se puede decir que las causas de la erosión detectadas en las diferentes zonas son bastante coincidentes y pueden agruparse dichas causas en cuatro apartados:

- Arbolado defectivo, vegetación arbustiva y subarbustiva defectiva, pastizales y eriales.
- Inadecuado aprovechamiento ganadero
- Cultivos agrícolas, englobando en este apartado tanto los cultivos marginales, como aquellos en los que las técnicas culturales no son las apropiadas para un aprovechamiento sostenido del medio ambiente.
- Excesiva presión urbanística

En el Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal (ICONA 1991) se recoge una estimación de la superficie afectada por estas causas, en la que las actuaciones tiene carácter prioritario; para la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (incluyendo la de Guadalete - Barbate) las superficies son las siguientes:

- |   |              |
|---|--------------|
| ● Superficie total afectada con erosión mayor de 50 t/ha/año:                           | 2 517 223 ha |
| ● Superficie con arbolado defectivo:  | 10 624 ha    |
| ● Superficie con vegetación arbustiva y subarbustiva defectiva,<br>pastizales y pastos: | 606 254 ha   |
| ● Cultivos agrícolas:   | 1 895 871 ha |

Por su parte, en la **lámina XI-2** se puede observar la distribución geográfica de las zonas de actuación prioritaria clasificadas por su grado de prioridad: a) normal, b) media, c) máxima.

CUADRO 7

ZONA CRITICA	CUENCAS VERTIENTES	PROBLEMAS DETECTADOS	ACTUACION PREVISTA	INVERSION HORIZONTE (M de Ptas)	
1. Olivares y campiñas serranas	Guadalete y Guadalporcún	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Areas de agricultura marginal</li> <li>• Antigüedad de plantaciones</li> <li>• Falta de tratamientos selvícolas</li> <li>• Cultivos en suelos con fuertes pendientes</li> <li>• Sobrecarga ganadera</li> <li>• Excesivo aprovechamiento para carboneo</li> <li>• Degradación de la cubierta vegetal por transformación de encinares a dehesas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamientos selvícolas de las masas forestales existentes en las zonas de protección y perímetros de repoblación de la Cuenca del Guadalete</li> </ul>	171,5	2002
2. Serranía de Grazalema	Guadalete y Majaceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación del bosque de quejigos por sobrepastoreo</li> <li>• Excesiva presión urbanística</li> <li>• Arratres sólidos por roturaciones por debajo de los 800 m.</li> <li>• Degradación de encimares</li> <li>• Cubierta vegetal defectiva</li> <li>• Sobrepastoreo caprino</li> <li>• Falta de pastos</li> <li>• Excesiva presión de actividades recreativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones Hidrológico-forestales en zona de protección del embalse de Zahara (Cádiz)</li> </ul>	712,5	2002
4. Campiñas y vegas del sudoeste	Barbate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubierta vegetal degradada debido a la fuerte presión urbanística</li> <li>• Erosión laminar por roturación de pastizales</li> </ul>			
5. Campiña de Paterna	Salado de Paterna y Salado de Chiclana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubierta vegetal muy degradada y en fase regresiva</li> <li>• Destrucción de la biocenosis natural debido a los aprovechamientos agropecuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones biológicas de restauración de las masas forestales en terrenos de protección en los embalses de Celemin, Barbate, y Guadalcacín (Cádiz)</li> </ul>	203	2002
6. Campiña de Jerez y Arcos de la Frontera	Guadalete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrastres sólidos por levantamiento de cultivos permanentes</li> <li>• Erosión por procesos de arroyada superficial</li> <li>• Degradación del suelo y de la cubierta vegetal por explotaciones mineras</li> </ul>			
7. Bahía de Cádiz y Marco de Jerez - Sanlúcar	Guadalete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la cubierta arbórea por la presión urbanística</li> <li>• Erosión por roturaciones en suelos de albarizas</li> <li>• Degradación de la vegetación autóctona por roturación de suelos de áreas endorreicas</li> </ul>			
8. Cuenca del Guadalete-Barbate	Guadalete y Barbate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetación de ribera degradada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuaciones de preservación y/o restauración de los bosques de ribera</li> </ul>		

CUADRO 7 (Continuación)

ZONA CRITICA	CUENCAS VERTIENTES	PROBLEMAS DETECTADOS	ACTUACION PREVISTA	INVERSION	HORIZONTE
9. Provincia de Cádiz, en general			• Actuaciones de transformación, conservación, regeneración y densificación en encinares (18.300 Ha)	3.717,18	*
			• Transformación de 2000 Ha mezcla de pino y quercus a monte de quercus	436,12	*
			• Actuaciones en zonas de otras coníferas (400 Ha)	43,50	*
			• Conservación, y regeneración de matorral mediterráneo noble (41.100 Ha)	916,91	*
			• Transformación de matorral mediterráneo noble a monte de quercus (15.800 Ha)	3.029,45	*
			• Transf. de matorral mediterráneo noble a otras coníferas	57,52	*
			• Transformación de matorral mediterráneo a pinar para fruto (6.600 Ha)	1.146,09	*
			• Transformación de matorral mediterráneo a mezcla de pinos y quercus (2.000 Ha)	374,60	*
			• Actuaciones en otros matorrales mediterráneos (2.500 Ha)	258,6	*
			• Protección, conservación, mejora de pastizales y reforestación (92.100 Ha)	20.754,74	*
			• Protección y conservación de zonas húmedas (16.300 Ha)	342,30	*
			• Recuperación de vegetación incendiada (17.208 Ha)	3.097,44	*
			• Reforestación de terrenos agrícolas con cultivos forestales (5.000 Ha)	2.400,00	*
			• Protección, conservación y recuperación de mezcla de pinos y otras frondosas (39.600 Ha)	10.605,52	*
			• Conservación, regeneración, densificación y transformación en alcornoques (93.200 Ha)	24.746,92	*
			• Conservación, regeneración, densificación y transformación en acebuchal (17.300 Ha)	1.755,61	*
			• Conservación, transformación, regeneración eucaliptal (3.500 Ha)	1.648,15	*
			• Actuaciones en choperas (200 Ha)	178,38	*
			• Conservación y recuperación de 11.800 Ha de pinares (fruto y madera)	2.680,35	*
			• Transformación de 4.200 Ha de matorrales mediterráneos	1.269,90	*
			• Transformación de 4.000 ha de terrenos agrícolas marginales a formaciones herbáceas	866,90	*
			• Transformación de 4.900 Ha de terrenos agrícolas marginales a mezcla de quercus y otras frondosas	1.670,90	*
			• Transformación de 3.500 Ha de terrenos agrícolas marginales a pinar (frutos)	859,70	*
		• Transf. de 100 Ha de terrenos agrícolas a chopera	59,46	*	

\* El horizonte último del Plan Forestal Andaluz es el 2048

## 4.4. MEDIDAS CORRECTORAS

### 4.4.1. Introducción

Una vez delimitadas las zonas en las que el fenómeno de la erosión tiene efectos más perjudiciales, y analizadas sus causas, se procede a definir los trabajos necesarios para eliminar los problemas detectados, así como las inversiones estimadas que es necesario llevar a cabo.

La realización de estas actuaciones estará a cargo del Organismo competente en cada área prioritaria. Estos Organismos en el ámbito de la cuenca del Guadalete - Barbate son: la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la Junta de Andalucía a través de la Agencia del Medio Ambiente y del I.A.R.A. y, a nivel nacional, el ICONA.

En las zonas de actuación prioritaria en las que sean varios los Organismos competentes y que, por su elevada extensión o condiciones especiales (la actuación global en un área incrementa notablemente su rendimiento), estos Organismos deberán coordinar sus actuaciones con el fin de que la lucha contra la erosión y sus efectos, sea realmente efectiva.

Las acciones se ejecutarán a través de los correspondientes Proyectos de Ordenación Agrohidrológica de Cuencas o de Restauración Hidrológico-Forestal de Cuencas.

Mientras se dispone de los Proyectos de Restauración Hidrológico-forestal de las subcuencas de trabajo, el Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal (ICONA, 1991) recoge que se actuará, bien a través de otros proyectos existentes, bien seleccionando aquellas obras y trabajos más urgentes y cuya necesidad de realización sea prioritaria, siempre que tales acciones no resulten contrarias a la lógica de los futuros Proyectos de Restauración.

### 4.4.2. Actuaciones propuestas por el ICONA

El Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal (ICONA, 1991) prevé que en la Comunidad Autónoma de Andalucía (no hay datos exclusivos referidos a la Cuenca Hidrográfica del Guadalete - Barbate) las actuaciones en el primer nivel de ejecución son las siguientes:

- Restauración de la vegetación y protección de suelos: 749 065 ha.  
Inversión (1988): 103 838 millones de pesetas
- Hidrotécnicas de corrección de cauces: 2 159 000 m<sup>3</sup>  
Inversión (1988): 13 163 millones de pesetas
- Conservación de suelos agrícolas: 497 025 ha  
Inversión (1988): 14 910 millones de pesetas
  
- **Ambito total de actuación** 3 498 525 ha
- **Inversión total** (1988): 131 911 millones de pesetas

#### 4.4.3. Actuaciones propuestas por la Comunidad Autónoma Andaluza

A nivel de la Comunidad Autónoma de Andalucía, en el Plan Forestal Andaluz\* (PFA) se recogen las actuaciones globales de lucha contra la erosión en las diferentes provincias que es necesario realizar hasta el año 2048. Estas actuaciones aparecen reflejadas para la provincia de Cádiz en el **cuadro nº 7**. Estos trabajos se enmarcarán en los sucesivos PORNF que se irán redactando para desarrollar el PFA.

Para la provincia de Cádiz las inversiones previstas en el Plan Forestal Andaluz ascienden a 82.916,24 millones de pesetas en manejo de la vegetación, afectando a 401.908 Ha, y en obras de hidrología la inversión será de 655 millones de pesetas siendo el volumen de estas actuaciones de 65.548 m<sup>3</sup>

Las actuaciones dirigidas a la lucha contra la erosión y la conservación del suelo, realizadas durante el período 1990-92 en el marco del Plan Forestal para la provincia más representativa de la Cuenca Hidrográfica del Guadalete - Barbate son las que figuran en el **cuadro 8** adjunto.

**CUADRO 8  
ACTUACIONES DEL PLAN FORESTAL ANDALUZ**

ACTUACION	CADIZ	
	AFECCION (ha ó m <sup>3</sup> )	INVERSION (Mpts)
MANEJO DE LA VEGETACION		
. Repoblaciones forestales	1.335,6	165,56
. Tratamientos selvícolas	8.985	906,41
. Mejora de pastizales	-	5,85
OBRAS DE HIDROLOGIA	-	-
<b>TOTAL INVERSION (M.pts)</b>		<b>1.077,82</b>

\* Véase el apartado 3.3.3. de este Anexo X.

#### 4.4.4. Actuaciones propuestas por el I.A.R.A.

Con anterioridad al PFA el IARA realizó el Plan de Restauración Hidrológico-Forestal de Andalucía (1985), en el que se analizaban y cuantificaban las distintas actuaciones posibles en cada cuenca de embalse, seleccionando en cada caso la más apropiada. Los criterios que se utilizaron para definir esta selección fueron: valor máximo de pérdidas toleradas de suelo, nivel de retención de sedimentos y relación coste/eficacia de la actuación. Estas actuaciones aparecen reflejadas en los cuadros 9 y 10 para los embalses de la Cuenca del Guadalete - Barbate. Si bien estas actuaciones están recogidas en las actuaciones previstas dentro del PFA, parece adecuado exponerlas por estar referidas a las cuencas de embalse, y dirigidas a la defensa de estas obras contra el aterramiento; siendo éste uno de los principales objetivos de este Plan hidrológico-forestal.

**CUADRO 9. MEDIDAS CORRECTORAS EN LAS CUENCAS VERTIENTES A LOS EMBALSES SUPERFICIE EN TERRENO FORESTAL (ha)**

EMBALSE	MEJORA MASA ARBOLADA	REFORESTACION	MEJORA DE LA CUBIERTA VEGETAL	PLAZO DE ACTUACION
Almodovar	--	--	--	
Arcos	909,44	--	--	Medio
Barbate	--	--	--	
Bornos	19.199,4	18.842	--	Corto
Celemin	--	--	--	
Guadalquivir	14.348,9	7.592,54	3.196,86	Corto
Los Hurones	11.772,83	7.974,7	--	Corto
Zahara	1.596,77	4.071,76	--	Medio

Fuente: Plan de Restauración Hidrológico-Forestal de Andalucía. IARA 1985.

**CUADRO 10. MEDIDAS CORRECTORAS EN LAS CUENCAS VERTIENTES A LOS EMBALSES SUPERFICIE EN TERRENO AGRICOLA (ha)**

EMBALSE	TIPO DE CULTIVO					PLAZO DE ACTUACION
	A NIVEL	EN TERRAZAS	CAMBIO DE CULTIVO	CUBIERTA VEGETAL PERMANENTE	FORESTACION	
Almodovar	--	--	--	--	--	
Arcos	--	--	--	--	--	
Barbate	--	--	--	--	--	
Bornos	21.518	17.598	--	8.000	96.356	Corto
Celemin	--	--	--	--	--	
Guadalquivir	3.214	--	--	--	803,44	Medio
Los Hurones	--	1.571	--	1.571	2.671	Corto
Zahara	--	--	--	3.193,54	3.992	Medio

Fuente: Plan de Restauración Hidrológico-Forestal de Andalucía. IARA 1985.

#### 4.4.5. Actuaciones previstas por la C.H.G.

La Autoridad de Cuenca del Guadalete - Barbate, atendiendo a la urgencia de la respuesta ante el problema planteado en los páginas precedentes, ha programado una serie de actuaciones a desarrollar en el primer horizonte del PLAN.

La inversión prevista para el capítulo de Correcciones Hidrológico-Forestales y de Conservación del Suelo superará los 1.000 millones de pesetas.

Estas Actuaciones están programadas principalmente en las áreas de protección de los embalses, y van preferentemente encaminadas a la protección de la infraestructura hidráulica, tanto mediante obras hidrotécnicas, como mediante trabajos de repoblación, mejoras de las masas forestales existentes, etc.

En la selección de las actuaciones se ha dado prioridad a las que presentan un desarrollo más intenso del proceso erosivo y simultáneamente las consecuencias del mismo sobre el ciclo hidrológico sean más negativas.

En el cuadro siguiente se resumen estas actuaciones, distribuidas por los sistemas de explotación que configuran la cuenca del Guadalete - Barbate y, su valoración en millones de pesetas.

**CUADRO III.43**  
**MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS POR LA C. H. DEL GUADALQUIVIR**

ACTUACION	IMPORTE (M pts)
- Tratamientos selvícolas de las masas forestales existentes en las zonas de protección y perímetros de repoblación de la Cuenca del Guadalete	171,5
- Acciones Hidrológico-forestales en zona de protección del embalse de Zahara (Cádiz)	712,5
- Acciones biológicas de restauración de las masas forestales en terrenos de protección en los embalses de Celemín, Barbate, y Guadalcacín (Cádiz)	203

Por su parte, en la **lámina XI-3** adjunta se puede observar la distribución geográfica de estas actuaciones.

## 5. ARRASTRES SOLIDOS Y SEDIMENTACION EN EMBALSES

La acción erosiva del agua se manifiesta según las tres etapas clásicas: arranque, transporte y sedimentación. Las variables que intervienen en este fenómeno son: características morfológicas, edafológicas y extensión de la cuenca, características de las precipitaciones: intensidad y volumen total y, una variable que es consecuencia de la relación entre las anteriores, la tasa de escorrentía. Todas ellas han sido analizadas ampliamente en apartados anteriores.

La evaluación cuantitativa de los arrastres sólidos sólo puede hacerse de una manera eficaz mediante la medición directa o indirecta de los mismos. La medida debe realizarse en una red densa de puntos de control, distribuida por toda la cuenca, durante un período suficiente de tiempo, para que los resultados que se obtengan sean suficientemente explicativos del problema y puedan servir para obtener las conclusiones que permitan definir las medidas correctoras.

Los datos relativos a la cuenca del Guadalete - Barbate sobre arrastres sólidos provienen fundamentalmente de cuatro fuentes documentales:

- **Reconocimientos batimétricos de embalses** realizados por el Centro de Estudios Hidrográficos (**C.E.H.**). Los datos obtenidos mediante las investigaciones llevadas a cabo por este Organismo se reflejan en el **cuadro 12**. Estos resultados se han obtenido indirectamente, mediante la curva media de eficiencia decantadora en función de la relación "Volumen /Aportación" (Linsley, Kohler y Paulhus "Hidrología para Ingenieros", y citada por Brune en "Trap Efficiency of Reservoirs"). La homogeneización a 1 000 Km<sup>2</sup> de cuenca se ha realizado mediante el factor  $(s/1000)^{0.8}$ .

CUADRO 12  
SEDIMENTACION DE EMBALSES

NOMBRE	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	VOLUMEN ANUAL SEDIMENTACION (hm <sup>3</sup> /año)	V VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )	A APORTACION (hm <sup>3</sup> /año)	V/A (años)	FACTOR X V (hm)	VOLUMEN UNITARIO (mm)	SEDIMENTOS EN CUENCA HOMOGENEIZADA A 1 000 km <sup>2</sup> (mm)
Hurones	348	0,21	140	107	1,31	0,22	0,632	0,27
Bornos	1 344	0,68	203,77	238	0,86	0,70	0,521	0,66

- **Datos sistemáticos mensuales** tomados por la **Comisaría de Aguas del Guadalquivir** y editados por el C.E.H. en la publicación "Aforos de sólidos en suspensión de la red experimental". La serie de datos disponibles es aún de corta duración.
- Resultados del **Plan de Restauración Hidrológico-Forestal de Andalucía** realizado por el **I.A.R.A.** en **1985**. Los datos obtenidos de este estudio se reflejan en el cuadro siguiente.

CUADRO 13. SEDIMENTACION DE EMBALSES

PLAN DE RESTAURACION HIDROLOGICO FORESTAL DEL IARA, 1985

EMBALSE	VOLUMEN EMBALSE (hm <sup>3</sup> )	APORTACION ANUAL (hm <sup>3</sup> /año)	RATIO V <sub>e</sub> /A <sub>anual</sub>	COEFICIENTE RETENCION (%)	VOLUMEN DE SEDIMENTO INGRESADO (hm <sup>3</sup> /año)	VOLUMEN RETENIDO (hm <sup>3</sup> /año)
Almodovar	5	3,1	1,612	98	0,0075	0,0073
Arcos	14	266,4	0,052	78	0,0183	0,0143
Barbate	231	125	1,848	98	0,0622	0,0609
Bornos	215	260	0,826	97	0,9372	0,9091
Celemin	43	18,4	2,336	98	0,0167	0,0164
Guadalcacin	77	129,9	0,592	96	0,1898	0,1822
Hurones (Los)	135	134	1,007	97	0,3313	0,3214
Zahara	212	72	2,9445	98	0,2373	0,2326

- **Resultados del Estudio Hidrológico de Andalucía, IARA 1986**. nos proporciona datos sobre la erosión en las cuencas alimentadoras de embalses. Cuadro 14

**CUADRO 14.  
EROSION EN LAS CUENCAS ALIMENTADORAS DE EMBALSES**

Embalse	Superficie Cuenca alimentadora (km <sup>2</sup> )	Pérdida Suelo Total (tm)	Pérdida de suelo relativa (tm/ha/año)	Degradación total (tm/año)
Arcos	25,00	138.030,90	55,21	24.707,53
Bornos	1344,00	14.543.475,00	108,21	1.265.282,80
Zahara	128,80	2.355.233,70	182,86	320.311,78
Guadalcacin I	331,72	2.288.140,30	68,98	256.271,71
Hurones	288,00	3.856.085,90	133,89	447.305,96
Barbate	355,00	757.600,00	21,34	84.093,60
Celemin	95,00	156.267,30	16,45	22.502,49
Almodovar	16,49	49.499,86	30,02	10.147,47

Como se puede observar, los datos disponibles son escasos, tienen desigual distribución en el tiempo y en el espacio y se han obtenido con diferente metodología, por lo que ha sido necesaria su homogeneización antes de considerarlos en conjunto y sacar las conclusiones oportunas.

Los resultados indican que los principales arrastres ocurren en la cabecera del Río Majaceite y en la cuenca media - alta del Guadalete, en el tramo entre Zahara y Arcos de la Frontera. En estas áreas existen importantes focos de erosión, cuyos materiales van destinados a los embalses aguas abajo contribuyendo a su colmatación.

Para homogeneizar los datos se propone crear una red de puntos de control, se plantean las siguientes actuaciones:

- Instalación de estaciones de **control de sólidos en suspensión** aguas arriba de los siguientes embalses: Zahara, Los Hurones, Bornos, y Barbate.

La medida de los aportes deberá ser integrada en varios puntos de la sección con una frecuencia, al menos, semanal según indican los procedimientos normalizados. Tras un período de observaciones de cinco años como mínimo se podrá opinar sobre el tema con una base adecuada.

Por otra parte, se deberán continuar las investigaciones batimétricas de los embalses situa-

dos en zonas erosivas, para controlar el volumen de aportes sólidos al embalse y poder llevar a cabo trabajos de restauración hidrológico-forestal en los casos necesarios.

En la **lámina XI-4** se observa la localización de las estaciones existentes y la ubicación de las nuevas propuestas, tanto de control de sólidos en suspensión como de arrastres sólidos.

## 6. PROBLEMATICA QUE PLANTEA LA RESTAURACION HIDROLOGICO-FORESTAL

La problemática que se presenta a la hora de llevar a cabo los trabajos de restauración hidrológico-forestal puede agruparse en los siguientes epígrafes:

### • De carácter social

La ordenación agro-hidrológica de una cuenca supone en ocasiones el cambio o el cese de la actividad que se ha desarrollado hasta en momento en ese suelo. Como consecuencia de ello, surgen problemas específicos de empleo en un población que, en general, ya suele estar desfavorecida.

Por otro lado, las obras y trabajos de lucha contra la erosión conllevan una fuerte demanda temporal de mano de obra cuya cualificación no suele coincidir con la de la población afectada por la reconversión productiva. Por este motivo, y dentro de los plazos que técnicamente convenga realizar los trabajos, el ritmo de transformación del territorio deberá adecuarse al cambio social que necesariamente debe producirse.

Como consecuencia de las transformaciones sociales serán necesarias unas dotaciones económicas de carácter público para realizar una labor educativa, cultural, social, recreativa, etc, que contribuyan a la adecuación a la nueva base económica.

### • De carácter económico

El principal problema con el que se encuentra el Organismo competente encargado de realizar las actuaciones de lucha contra la erosión, es la disponibilidad de los terrenos en los que hay que realizarlas. El elevado presupuesto necesario para la adquisición de estos terrenos paraliza en ocasiones la realización de los proyectos.

Estos terrenos marginales son de escaso valor en función de su baja rentabilidad, pero son insustituibles para sus propietarios por que normalmente no disponen de otros. Por otro lado, la rentabilidad del bosque que puede implantarse es a tan largo plazo, que sólo alcanzará a las generaciones futuras. Por este motivo, es necesario desarrollar fórmulas que permitan implicar a los propietarios de los terrenos degradados en la tarea de reconstruir la cubierta vegetal. Los trabajos de reforestación deberán realizarse en su mayoría a fondo perdido y el mantenimiento de la cubierta vegetal deberá estar subvencionado. En los casos de menor rentabilidad y prioridad de actuación, será necesaria la adquisición de los terrenos.

#### • De carácter tecnológico

Tanto una buena coordinación entre las labores de reconstrucción de la cubierta vegetal y las obras de hidrotécnica, como una concentración y continuidad en los trabajos, son necesarias para que la restauración hidrológico-forestal sea realmente efectiva. Frente a esto, es necesario tener en cuenta que una concentración excesiva de los trabajos afectará más rápidamente a los usos tradicionales, y la adopción de medidas alternativas para compensar a los afectados será más difícil; por otro lado, la excesiva concentración de la demanda de mano de obra elimina uno de los beneficios sociales de estas actuaciones.

Los plazos medios de ejecución se estiman entre 10 y 15 años para cada subcuenca, lo que permitirá trabajar en varias a la vez, en función del tamaño de la zona de actuación y de los presupuestos disponibles.

Los Organismos competentes, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Junta de Andalucía (IARA y AMA) y el ICONA, deberán hacer una planificación a largo plazo coordinada a fin de optimizar los resultados de las actuaciones para la lucha contra la erosión sin olvidar la vertiente socioeconómica de estos proyectos.

En un plazo inferior a cinco años deberán redactarse los correspondientes Proyectos de Ordenación Agro-hidrológica y de Restauración Hidrológico-forestal de las cuencas de actuación prioritaria. Durante este tiempo hay algunos trabajos evidentes que pueden realizarse sin entrar en contradicción con los Proyectos definitivos.

Los Proyectos deberán contener un procedimiento de evaluación continua que permita valorar las acciones que se vayan realizando en la cuenca y seleccionar, en cada momento, las

alternativas más adecuadas con un grado de flexibilidad tal que facilite la integración de los demás factores socioeconómicos.

- **De carácter biológico**

La reconstrucción de la cubierta vegetal tiene como objetivo principal conseguir en el menor plazo de tiempo posible una masa estable que proteja al suelo. La consecución de este objetivo supone que se deberá definir el tipo de asociación y la forma de masa que se persigue y el modo con el que se pretende alcanzar.

En aquellas asociaciones vegetales que presenten una evolución positiva hacia una mayor protección del suelo sólo se realizarán labores de mantenimiento y conservación.

Uno de los principales problemas que se presentan es la escasez de agua en las zonas áridas y degradadas. Este factor limitante deberá contrarrestarse con la adecuada preparación del suelo, enfocada a mejorar la retención de agua, aumentar la infiltración y disminuir la evaporación, así como la eliminación de la competencia de la vegetación existente, en favor de la que se pretende implantar. Estas labores deben reducirse al mínimo y realizarse de manera localizada para que la alteración del medio sea la menor posible, ya que, tanto la plantación como la siembra deben preservar al máximo la diversidad genética.

- **De carácter ecológico**

El resultado final de las actuaciones en una zona debe consistir en un mosaico de situaciones diferentes, dando preponderancia a la biodiversidad; de forma que la Naturaleza posea así tal cantidad de recursos genéticos que pueda hacer frente de manera espontánea a cualquier desequilibrio posterior. No debe olvidarse que la Naturaleza es dinámica, por lo que los trabajos de lucha contra la erosión no deben ser exhaustivos.

La variedad de actuaciones que es posible contemplar en la restauración hidrológico-forestal hace posible el respeto a los hábitats y ecosistemas singulares y valiosos. En ningún caso está justificada su afección.

Los proyectos de restauración contendrán un estudio de los valores ecológicos de la zona sujeta a la transformación y su identificación cartográfica para garantizar su conservación.

Deberán tenerse en cuenta los efectos indirectos que puedan derivarse de los cambios inducidos por la corrección de los procesos de degradación erosiva y aplicar en su caso medidas correctoras.

La restauración hidrológico-forestal tendrá siempre un balance ecológico globalmente favorable, aunque puntualmente haya habido modificaciones ecológicas profundas.

En el ámbito de la cuenca del Guadalete - Barbate, si bien las actuaciones llevadas a cabo por la CHG dentro de su ámbito de competencias no suponen grandes transformaciones, la puesta en marcha del Plan Forestal de Andalucía supondrá importantes transformaciones en el uso del suelo de grandes zonas y en especial de las áreas de montaña. Andalucía habrá aumentado la superficie arbolada en 1,2 millones de hectáreas a la finalización del PLAN, y habrán desaparecido 623 000 ha cuyo uso es la agricultura marginal.

Las transformaciones propuestas tienen implicaciones territoriales adicionales que obligan, necesariamente, a prever políticas de coordinación. Esta incidencia se da en aquellos casos en los que se van a producir cambios sustanciales en el uso actual del suelo que implican una sustitución de la base económica de áreas muy extensas y que exigen, tanto una recualificación progresiva de la población activa, como una readaptación de las estructuras y los elementos del medio rural.

Aspectos de esta naturaleza y que, por tanto requieren coordinar territorialmente la intervención sectorial del Plan Forestal, pueden darse en los siguientes casos:

- Sustitución de la agricultura como actividad económica **por una base forestal y ganadera** diversificada. Esta incidencia afectará a las áreas agrícolas marginales que, en las previsiones del PFA, desaparecerán totalmente a largo plazo.
- Sustitución de las formaciones forestales exclusivamente madereras por un **espacio forestal más diversificado**, con presencia mayoritaria de bosque mediterráneo.
- Sustitución de las formaciones forestales desarboladas (arbustiva, matorral, erial) por **formaciones arbóreas**. Esta transformación implicará un cambio en la naturaleza ambiental y económica de las comarcas afectadas, en especial por lo que tiene de

potenciación de los recursos madereros o de la ganadería.

- **Recuperación de la cobertura vegetal** en zonas críticas. Esta actuación del Plan Forestal tiene, a corto y medio plazo, un impacto territorial más débil que las anteriores, aún cuando desde el punto de vista ambiental sea de la mayor importancia.

## 7. ADECUACION DE LAS ACTUACIONES CON LA NORMATIVA URBANISTICA

Como se recoge en el "Informe del Medio Ambiente 1988" de la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, dentro de los diferentes instrumentos de ordenación territorial, el planeamiento urbanístico configura un primer nivel, en el que se establecen una serie de determinaciones apoyadas en la Ley del Suelo, con una evidente relación con las cuestiones medioambientales, y en particular con el fenómeno de la erosión.

En primer lugar, cabe destacar la regulación que supone el establecimiento de diferentes regímenes de usos del suelo dentro de cada término municipal. Dentro de ello cobra especial significación la regulación de los usos en suelo no urbanizable (áreas agrícolas, forestales, etc.) y más directamente a espacios naturales, riberas, etc., sobre los que se establecen limitaciones específicas de determinados usos y actividades.

En este sentido es recíproca la vinculación entre la política medioambiental y el planeamiento urbanístico municipal. Por una parte, los planes municipales han de integrar las determinaciones que los afecten por parte de determinadas figuras e instrumentos de la política ambiental, y es por ello que son una pieza clave para enmarcar las actuaciones de la Administración Local sobre el medio ambiente. Por otro lado, la política medioambiental global de una región requiere de un desarrollo suficiente de la cobertura del planeamiento municipal; ya que a nivel local se dilucidan determinados procesos con evidente incidencia ambiental (concesión de licencias, control sobre nuevos usos del suelo, etc.) que requieren de un marco y unos criterios establecidos desde la política medioambiental a nivel regional.

Pese al desarrollo reciente del proceso de planeamiento en los municipios andaluces, que ha permitido que una gran parte de los más poblados cuenten ya con figura de ordenación, aún son muy significativas las carencias, tanto en lo que se refiere a municipios que no cuentan con planeamiento como a aquellos en los que la figura existente es deficitaria desde

la perspectiva medioambiental, ya que no contienen determinaciones referidas al espacio no urbano dentro del municipio. Estas carencias son más importantes en cuanto vienen a coincidir con áreas de montaña, en general las más necesitadas de protección medioambiental, en las que la escasa capacidad de gestión municipal ha hecho inabordable el planeamiento.

Por otro lado, la Dirección General de Urbanismo de la Junta de Andalucía elaboró los Planes Especiales de Protección del Medio Físico de todas las provincias andaluzas. En ellos se recogen, dentro del punto de Normas de Protección y en el Título III, Normas Generales de Regulación de Usos y Actividades, Sección Primera: Normas Sobre Protección de Recursos y del Dominio Público, las Normas de Protección de Los Recursos Hidrológicos (Cauces, Riberas y márgenes, Embalses ...), las Normas de Protección de la Vegetación y las Normas de Protección del Suelo.

Las Actuaciones de lucha contra la erosión y protección del suelo deberán adecuarse a la Ley del Suelo y a la Normativa Urbanística vigente en el municipio en el que se localicen.

Es importante señalar, que la mayoría de los trabajos de restauración (salvo los de conservación del suelo en terrenos agrícolas), van ubicados en áreas protegidas mediante alguna figura de protección como la de Parque Natural, ya que, la mayor parte de los montes de la cuenca del Guadalete - Barbate pertenecen a algún Parque Natural.

Del total de 284 municipios de Andalucía en los que todo o parte de sus términos municipales están incluidos dentro de la Red de Espacios Naturales Protegidos, 137 cuentan con un planeamiento vigente (Plan General o Normas Subsidiarias), en tanto que 147 pueden considerarse deficitarios (cuentan con Delimitación del Suelo Urbano, o carecen de planeamiento).

## **8. CONCLUSIONES**

El Anteproyecto de Ley del P.H.N. prescribe que los planes hidrológicos de cuenca incluyan las definiciones de los Planes Hidrológico-Forestales y de Conservación de Suelos que hayan de ser realizados por las distintas Administraciones Públicas Competentes. Las Directrices especifican que se integren en el Plan de cuenca las conclusiones del Plan Nacional de Restauración Forestal (ICONA, 1991) y del Plan Forestal Andaluz (Junta de

Andalucía, 1989) y que las actuaciones se ejecuten a través de los Proyectos de Ordenación Agrohidrológica.

Tras el diagnóstico de la situación actual del estado erosivo de la cuenca, realizado a partir de los factores que, tanto físicos como antrópicos, lo condicionan, y la caracterización de los estados erosivos de la cuenca, se han determinado las zonas prioritarias de erosión y las medidas correctoras necesarias para evitarla.

Los resultados del estudio monográfico realizado permiten establecer las siguientes conclusiones:

- Las causas de la erosión en la cuenca se debe a cuatro factores fundamentales: a) Arbolado defectivo, Vegetación arbustiva y subarbustiva defectiva, pastizales y eriales, b) Cultivos agrícolas marginales e inadecuados, c) aprovechamiento ganadero sin ordenamiento, d) excesiva presión urbanística.
- La superficie total en España afectada por la erosión que sufre una pérdida de suelo superior a 50 t/ha/año asciende a más de 2,5 millones de hectáreas.
- Las zonas críticas de erosión que requieren una actuación de prioridad máxima se localizan en la zona media alta de las cuencas vertientes del Guadalete.
- Las medidas correctoras propuestas se refieren a mejoras de la masa arbolada, actuaciones de reforestación y mejora de la cubierta vegetal y, en algunos casos, a cambios de cultivo. Estas medidas se coordinarán entre los distintos organismos competentes -C.H. del Guadalquivir, Agencia del Medio Ambiente, I.A.R.A- dentro de su ámbito de actuación y se articularán a través de los Proyectos de Ordenación Agrohidrológica.
- Por último, para intensificar el conocimiento que, sobre el transporte sólido se dispone en la cuenca, se ha propuesto una nueva red de puntos de control de sólidos en suspensión en la cola de cuatro (4) embalses.