

INDICE

1	JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LOS REGADÍOS	1
1.1	ANTECEDENTES HISTÓRICOS	1
1.2	NECESIDAD DE UN PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	3
2	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	8
2.1	METODOLOGÍA	10
2.1.1.1	Bloque I: Revisión del Impacto Ambiental del regadío nacional.	14
2.1.1.2	Bloque II: Propuesta de un Sistema de Indicadores Agroambientales para el regadío.....	14
2.1.1.3	Bloque III: Red de Vigilancia Ambiental de Gestión con las Comunidades Autónomas.....	14
2.1.1.4	Bloque IV: Red de Vigilancia Ambiental de Planificación con cobertura nacional.	14
3	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS REGADÍOS	15
3.1	REGADÍOS EN EXPLOTACIÓN	15
3.1.1	<i>Datos generales.....</i>	15
3.1.2	<i>Caracterización y tipificación de los regadíos en explotación.....</i>	18
3.1.2.1	Superficies regables y regadas.....	18
3.1.2.2	Superficie regada según procedencia del agua y sistema de riego	21
3.1.2.3	Superficie regada según tipos climáticos.....	25
3.1.2.4	Superficie regada según cultivos	26
3.1.2.5	Superficie regada según el índice de dotación de agua.....	26
3.1.2.6	Estado de las infraestructuras de riego	27
3.1.2.7	Tipo de tarifa del riego.....	28
3.2	REGADÍOS EN EJECUCIÓN	30
3.2.1	<i>Situación de los regadíos en ejecución.....</i>	30
3.2.2	<i>Situación administrativa de las zonas.....</i>	31
3.2.3	<i>Resumen de las superficies de regadíos en ejecución.....</i>	32
4	PROGRAMAS DE ACTUACIONES DEL PNR.....	33
4.1	PROGRAMAS DE ACTUACIÓN EN LAS ACTUALES ZONAS DE REGADÍO	33
4.2	REGADÍOS EN EJECUCIÓN	36
4.3	PROGRAMA DE REGADÍOS DE INTERÉS SOCIAL	39
4.4	PROGRAMA DE REGADÍOS PRIVADOS.....	43
4.5	RESUMEN DE ACTUACIONES EN NUEVOS REGADÍOS.....	43
4.6	PROGRAMAS DE APOYO.....	44
5	POLÍTICA AMBIENTAL Y REGADÍO	45
5.1	POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DE LA UNIÓN EUROPEA	45
5.1.1	<i>Directivas Aves y Habitats.....</i>	46
5.1.2	<i>Directiva de nitratos.....</i>	48
5.1.3	<i>Directiva Marco de Aguas.....</i>	49
5.2	LA POLÍTICA MEDIO AMBIENTAL DE LA UE Y LA PAC	49
5.3	POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL NACIONAL.....	52
6	CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL REGADÍO	55
6.1	CUANTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	55
6.1.1	<i>Introducción.....</i>	55
6.1.2	<i>Las aguas subterráneas y su explotación.....</i>	57
6.1.2.1	Sobreexplotación de las unidades hidrogeológicas	57
6.1.2.2	Contaminación por actividades agropecuarias	60
6.1.2.3	Las aguas subterráneas y los regadíos.....	61
6.1.3	<i>Uso eficiente del agua de riego.....</i>	63
6.1.3.1	Reducción del consumo de agua.....	64
6.1.3.2	Administración racional del agua de riego. Eficiencia de riego	64
6.1.3.3	Utilización de fuentes alternativas de suministro.....	67
6.2	LA CALIDAD DE LAS AGUAS.....	69
6.2.1	<i>Introducción.....</i>	69
6.2.2	<i>Situación general de la calidad de las aguas.....</i>	69
6.2.2.1	Objetivos medioambientales en la Directiva Marco del Agua	71
6.2.3	<i>Redes de control de la calidad de las aguas.....</i>	74
6.2.3.1	Situación de las redes de control.....	76
6.2.3.2	Grupos de parámetros controlados por la red COCA.....	77

6.2.4	<i>Contaminación difusa</i>	78
6.2.5	<i>Contaminación de los ríos</i>	79
6.2.5.1	Calidad según el criterio del ICG.....	79
6.2.5.2	Calidad según criterios del índice biótico.....	80
6.2.6	<i>Eutrofización de las masas de agua</i>	83
6.2.7	<i>Contaminación de las aguas subterráneas</i>	84
6.2.7.1	Salinización e intrusión marina	85
6.2.7.2	Contaminación por nitratos.....	86
6.2.8	<i>Criterios de calidad del agua para riego</i>	87
6.3	SUELO	89
6.3.1	<i>Salinización del suelo debida al riego</i>	89
6.3.2	<i>Sodificación del suelo</i>	90
6.3.3	<i>Acidificación del suelo</i>	90
6.3.4	<i>Problemas de drenaje debidos al riego</i>	90
6.3.5	<i>Erosión del suelo en el regadío</i>	91
6.4	HÁBITATS Y BIODIVERSIDAD	92
6.4.1	<i>El medio ambiente en el mundo</i>	92
6.4.2	<i>La Unión Europea y el medio ambiente en la agricultura</i>	92
6.4.3	<i>La relación de la agricultura y la biodiversidad</i>	97
6.4.4	<i>Elementos y acciones del proyecto que pueden originar impactos</i>	99
6.4.5	<i>Factores ambientales afectados por el riego</i>	99
6.4.6	<i>Efecto general sobre los ecosistemas agrarios</i>	102
6.4.7	<i>Las grandes presas y los canales</i>	103
6.4.8	<i>La presión sobre hábitats esteparios</i>	103
6.4.9	<i>Los agroquímicos y bioconcentración</i>	104
6.4.10	<i>La disminución de los recursos genéticos</i>	104
6.4.11	<i>La deforestación y la desaparición de setos</i>	105
6.4.12	<i>La alteración de los humedales</i>	106
6.4.13	<i>La desaparición de hábitats. Los invernaderos</i>	106
6.4.14	<i>El regadío y el efecto invernadero</i>	107
6.5	PAISAJE AGRARIO	107
6.5.1	<i>Concepto de paisaje rural</i>	107
6.5.2	<i>Modificaciones y alteraciones al paisaje rural</i>	109
6.5.3	<i>El paisaje rural en las consideraciones agroambientales de la PAC</i>	112
6.6	PRODUCTOS FITOSANITARIOS	114
6.6.1	<i>Empleo de los plaguicidas en la agricultura</i>	114
6.6.2	<i>Los plaguicidas y el medio ambiente</i>	115
6.6.2.1	Efectos sobre los componentes ambientales	116
6.6.3	<i>Procesos de transporte de plaguicidas al agua</i>	118
6.6.3.1	Procesos de transporte, retención y transformación	118
6.6.3.2	Factores dependientes de los plaguicidas	119
6.6.3.3	Factores que dependen del clima.....	121
6.6.3.4	Factores que dependen de las prácticas agrarias	121
6.6.3.5	Cultivos de riesgo.....	122
6.6.4	<i>Plaguicidas encontrados en el agua</i>	123
6.6.4.1	Aguas subterráneas	123
6.6.4.2	Aguas superficiales	123
6.7	FERTILIZANTES	124
6.7.1	<i>Contaminación de las aguas superficiales por nutrientes</i>	128
6.7.1.1	Vías de comunicación de las aguas superficiales por nutrientes	128
6.7.1.2	Situación en España.....	129
6.7.2	<i>Contaminaciones de las aguas subterráneas por nitratos</i>	129
6.7.2.1	Influencia del abonado.....	129
6.7.2.2	Influencia del riego y la lluvia.....	131
6.7.2.3	la influencia del tipo de cultivo	131
6.7.2.4	Influencia del tipo de suelo	131
6.7.2.5	Influencia del clima y de las condiciones hidrogeológicas	132
6.7.2.6	Otros factores	132
6.8	RESIDUOS Y ACTIVIDAD AGRARIA EN REGADÍO	132
6.8.1	<i>Residuos agropecuarios en la legislación</i>	132
6.8.2	<i>Caracterización y uso de los principales residuos agrícolas</i>	133
6.8.2.1	Residuos orgánicos.....	134
6.8.2.2	Residuos inorgánicos.....	134

6.8.3	<i>Problemática ambiental de los residuos.....</i>	135
6.8.4	<i>El regadío como receptor de residuos orgánicos.</i>	136
6.8.5	<i>Problemática ambiental en el uso de lodos de depuradoras.....</i>	138
6.8.5.1	- <i>Afecciones a la salud pública.</i>	138
6.8.6	<i>Metales pesados.</i>	138
6.9	CAMBIO CLIMÁTICO.....	140
6.9.1	<i>Las causas del cambio climático.....</i>	140
6.9.1.1	Potenciales de calentamiento.....	142
6.9.2	<i>Emisiones de gases efecto invernadero en la agricultura.....</i>	144
6.9.2.1	Emisiones de nitrógeno a la atmósfera.....	145
6.9.2.2	Emisiones de metano.....	148
6.9.2.3	Emisiones de CO ₂	150
6.9.3	<i>Impacto del cambio climático en la agricultura.....</i>	152
6.9.3.1	Situación actual.....	152
6.9.3.2	Efectos directos del CO ₂ atmosférico en los cultivos.....	153
6.9.3.3	Posibles efectos del cambio climático sobre la producción.....	154
6.9.3.4	Competencia por el agua.....	155
6.9.3.5	Uso de energía renovable.....	155
6.10	GESTIÓN AMBIENTAL.....	156
6.10.1	<i>Medidas que componen el Programa Agroambiental Español.....</i>	157
6.10.2	<i>Pagos efectuados en período 1993-1998.....</i>	159
6.11	POBLACIÓN Y REGADÍO.....	162
6.11.1	<i>Evolución de la población española.....</i>	162
6.11.2	<i>Evolución de la población en zonas rurales.....</i>	164
6.11.3	<i>Población y regadío.....</i>	166
6.12	PROBLEMAS AMBIENTALES CAUSADOS POR LAS INFRAESTRUCTURAS DE REGADÍO.....	168
6.12.1	<i>Consideraciones previas.....</i>	168
6.12.2	<i>Infraestructuras hidráulicas en los regadíos.....</i>	169
6.12.3	<i>Problemas ambientales causados por las infraestructuras de regadío.....</i>	170
6.12.3.1	Fase de construcción.....	170
6.12.3.2	Fase de explotación.....	172
6.12.3.3	Fase de abandono.....	173
7	LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y REGADÍO.....	174
7.1	LEGISLACIÓN DE EIA Y REGADÍO.....	174
7.1.1	<i>Estructura de la base de datos.....</i>	174
7.1.2	<i>Contenido de la base de datos.....</i>	175
7.2	DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL DE REGADÍOS.....	185
7.2.1	<i>Introducción.....</i>	185
7.2.2	<i>Listado de DIA del regadío realizadas por el MIMAM.....</i>	185
7.2.3	<i>Zonas regables incluidas en los programas de actuación del PNR con DIA.....</i>	186
7.2.4	<i>Esquema de contenido de las DIA.....</i>	187
7.2.4.1	Zona Centro de Extremadura 1ª fase.....	187
7.2.4.2	Sectores I, II, III y IV de la zona regable de la margen izquierda del Tera.....	188
7.2.4.3	Canal de Navarra y la transformación de sus zonas regables.....	189
7.2.4.4	Fase IV, segunda parte de la zona regable de Bárdenas II, Cuenca del Arba.....	190
7.2.4.5	Zona regable del IV tramo del canal de Monegros.....	191
7.2.5	<i>Conclusiones sobre las DIA analizadas.....</i>	191
7.2.6	<i>Modelo de sistematización de información de DIA.....</i>	192
8	CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS.....	194
8.1	CONTENIDO DE LOS CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS.....	194
8.2	LOS CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN CADA CC.AA.....	195
8.3	RECOMENDACIONES A LOS CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS EN EL REGADÍO.....	197
8.3.1	<i>Conservación del suelo como recurso agrario básico.....</i>	199
8.3.1.1	Prevenir y corregir la erosión y degradación física del suelo.....	199
8.3.1.2	Conservar y mejorar la fertilidad del suelo.....	202
8.3.1.3	Conservación del agua del suelo.....	204
8.3.1.4	Limitar la contaminación del suelo.....	205
8.3.2	<i>Utilización eficiente del agua de riego.....</i>	205
8.3.2.1	Reducción del consumo del agua.....	205

8.3.2.2	Administración racional del agua de riego	206
8.3.3	<i>Racionalización del uso de fertilizantes en el regadío</i>	207
8.3.4	<i>Racionalización del uso de fitosanitarios en el regadío</i>	209
8.3.4.1	Reducir el consumo de fitosanitarios	209
8.3.4.2	Utilizar productos de bajo impacto ambiental	209
8.3.4.3	Utilizar técnicas de aplicación que aumenten la eficiencia y reduzcan el impacto.....	210
8.3.4.4	Utilizar sistemas alternativos al control químico	211
8.3.5	<i>Medidas preventivas y correctoras en las infraestructuras de regadío</i>	212
9	GESTIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL CON LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	215
9.1	LA ESPECIFICIDAD LOCAL DE LOS INDICADORES AGROAMBIENTALES.....	215
9.2	LA PARTICIPACIÓN DE LAS CC.AA. EN EL PVA.....	216
9.2.1	<i>Reunión I</i>	217
9.2.1.1	Antecedentes y Objeto de la Reunión	217
9.2.1.2	Contenido de la Reunión:.....	217
9.2.2	<i>Reunión II</i>	219
9.2.2.1	Objeto de la Reunión	219
9.2.2.2	Contenido de la Reunión.....	219
10	ACTUACIONES DEL PVA AL HORIZONTE 2008.....	225

1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LOS REGADÍOS

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A finales del siglo XIX, la intervención de los poderes públicos promovió el fomento de la riqueza agraria a través de grandes proyectos hidráulicos. La demanda interna de productos agrarios era capaz de absorber toda la producción de los nuevos regadíos; éstos por su magnitud económica sólo podrían ser abordados por el Estado.

La política de regadío quedó vinculada al Ministerio de Fomento como una política de desarrollo en base a las obras hidráulicas y la mejora agraria que originó los planes de “Pantanos y Canalizaciones” (Plan Gasset) del año 1902, el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933 y los Planes de Desarrollo.

La Ley de 1911 que impulsó la ejecución de las obras hidráulicas con destino a riego y reguló los procedimientos estableciendo los auxilios estatales a los regantes, tiene un papel importante como marco jurídico del régimen económico-financiero de las obras hidráulicas construidas a través del Ministerio de Obras Públicas.

En el año 1926 se crean las Confederaciones Hidrográficas que estructuran el territorio nacional desde el punto de vista hidrológico, introduciendo la participación de los usuarios en la gestión de los recursos hídricos, siendo el riego el uso principal.

En 1940 surge el Instituto Nacional de Colonización (INC) con vocación social y colonizadora del territorio, sustentando, entre otras actuaciones, los grandes planes de riego, elaborados en estrecha colaboración con la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

En 1971 se crea el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) que asume las competencias del INC y en 1973 se aprueba la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, hoy día vigente, que regula las actuaciones en regadío y establece el sistema de financiación de las obras necesarias, y la declaración de Zonas de Interés Nacional.

A partir del año 1985, como consecuencia de la instauración del Estado de las Autonomías, se producen las transferencias del Estado a las Comunidades Autónomas, apareciendo las zonas regables de interés general de las Comunidades Autónomas con actuaciones exclusivas de las mismas.

La Ley 29/1985, de Aguas, establece que “la planificación hidrológica se realizará mediante los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Hidrológico Nacional que se elaborarán en coordinación con las diferentes planificaciones que les afecten”. Los Planes Hidrológicos de Cuenca “comprenderán obligatoriamente las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío que aseguren el mejor aprovechamiento del conjunto de los recursos hidráulicos y terrenos disponibles”.

Dada la importancia del regadío en la planificación hidrológica, al ser el principal usuario del agua, el Congreso de Diputados, el día 22 de marzo de 1994, aprueba un Acuerdo por el que se insta al Gobierno para que remita junto al Plan Hidrológico Nacional un Plan Agrario de Regadíos donde se contemple:

1. La superficie de nuevos regadíos.
2. La superficie de regadío actual a mejorar.

3. El consumo y el ahorro de agua.
4. Cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT.
5. Los correspondientes estudios de rentabilidad y las posibles alternativas a los mismos.
6. Las zonas a transformar en regadío por razones sociales.

Por Real Decreto 1055/95, se modifica la estructura orgánica básica del Ministerio de Agricultura, asumiendo la Dirección General de Planificación Rural y del Medio Natural las funciones de elaboración, seguimiento y adaptación de los planes de mejora y ahorro de recursos, y en especial del Plan Nacional de Regadíos, funciones encomendadas a la Dirección General de Planificación y Desarrollo Rural, actualmente Dirección de Desarrollo Rural.

En octubre de 1995 se presenta el Avance del Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005. Por Acuerdo del Consejo de Ministros el día 9 de febrero de 1996 se aprueba el Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005, disponiéndose su publicación por Orden de 14 de marzo de 1996.

Por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, se aprueban los Planes Hidrológicos de Cuenca, disponiéndose que en la aplicación de los Planes Hidrológicos de Cuenca de carácter intercomunitario se tendrá en cuenta que “las infraestructuras hidráulicas promovidas por la Administración General del Estado y previstas en los Planes Hidrológicos de cuenca serán sometidas, previamente a su realización, a un análisis sobre su viabilidad técnica, económica y ambiental. En cualquier caso, su construcción se supeditará a la normativa vigente sobre evaluación de impacto ambiental, a las previsiones presupuestarias y a los correspondientes planes sectoriales cuando su normativa específica así lo prevea. En especial, en materia de regadíos las actuaciones e inversiones de la Administración General del Estado se atenderán a los programas, plazos y previsiones establecidos en el Plan Nacional de Regadíos vigente en cada momento”.

El 10 de diciembre de 1998 el Borrador del Libro Blanco del Agua en España fue presentado al Consejo Nacional del Agua para ser sometido a su dictamen y para su conocimiento por la opinión pública, y, analizadas las alegaciones sobre el mismo, ser consideradas para la redacción definitiva del Plan Hidrológico Nacional.

En mayo de 1999 el Gobierno presentó al Parlamento el Proyecto de Ley de Modificación de la Ley 29/1985, de Aguas. La Ley de Modificación fue aprobada el 13 de diciembre de 1999 como Ley 49/1999 de Modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

El 5 de septiembre del año 2000 el Ministerio de Medio Ambiente presentó el Plan Hidrológico Nacional al Consejo Nacional del Agua, para la emisión por éste del correspondiente informe preceptivo.

El pleno del Consejo Nacional del Agua, celebrado en Madrid el 30 de enero de 2001, emitió un informe preceptivo favorable respecto al Plan Hidrológico Nacional, así como respecto a su Anteproyecto de Ley, para su elevación al Gobierno, el cual lo remitirá al Parlamento.

En Julio de 2001 el Gobierno presentó al Parlamento el Plan Nacional de Regadíos, que fue remitido al Consejo Nacional del Agua para la emisión del informe preceptivo.

1.2 NECESIDAD DE UN PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Históricamente el regadío ha estado unido al desarrollo de la agricultura en las grandes civilizaciones mediterráneas. En España el regadío fue introducido y ampliamente desarrollado hace siglos, para aprovechar las condiciones naturales de luz y calor de la cuenca mediterránea y existen numerosas referencias históricas al fomento de los regadíos.

El efecto beneficioso de las transformaciones en regadío es indudable, ya que por un lado aumenta la productividad de la tierra permitiendo a su vez una mayor diversificación de los cultivos y por otro demanda una mayor utilización de la mano de obra generando una mejora del nivel de vida de los agricultores, al aumentar las rentas de los mismos y eliminar la incertidumbre ante el efecto de la variabilidad de las precipitaciones anuales y estacionales. Al mismo tiempo estabilizan de forma anual las producciones y los empleos, independientemente de los ciclos de sequía.

Durante el presente siglo se ha pasado de existir poco más de un millón de hectáreas transformadas en riego a los tres millones setecientas sesenta mil existentes en la actualidad. Esta cifra que supone el 14,5 % de la superficie agraria útil produce el 55% de la producción final agrícola. A pesar de la gran variedad existente de una comarca a otra, se puede asegurar que como término medio una hectárea de regadío produce el equivalente a 6,5 hectáreas de secano.

En relación con la generación de empleo, las transformaciones en regadío presentan una mayor demanda de mano de obra respecto al cultivo en secano. En la agricultura continental supone un aumento aproximado de un 10% en los regadíos con sistema de riego por aspersión con cobertura total y automatizado, llegando a un 100% en los regadíos tradicionales con riego por gravedad, y un 400% en la mediterránea siendo superior al 4.000% en el caso de los cultivos forzados. En estas cifras no se tienen en cuenta los empleos indirectos que estas transformaciones originan por el aumento de las necesidades de inputs y el crecimiento de los sectores agroindustrial y de servicios, al existir una mayor oferta de materias primas, agrícolas y ganaderas.

La existencia de 1.810.000 ha transformadas con anterioridad a 1960, de las que 1.077.000 ha tienen más de 100 años de antigüedad, determina que hoy existan 735.000 ha en las que las redes de distribución constituidas, en gran parte, por cauces de tierra, tienen elevadas pérdidas de agua. A su vez, de las 1.295.000 ha regadas actualmente mediante acequias de hormigón, 392.000 ha presentan graves problemas de conservación y mantenimiento. Así mismo, estos regadíos fueron proyectados de acuerdo con la tecnología entonces existente, utilizando el sistema de riego tradicional de gravedad (1.981.000 ha), y gran parte de ellos (1.635.000 ha) con riego por turnos. La pérdida de eficiencia de las conducciones con el transcurso del tiempo y la modificación de las alternativas de cultivo ha motivado que 1.129.000 ha estén actualmente infradotadas y 694.000 ha ligeramente infradotadas. Todo ello ha justificado la puesta en marcha por el PNR de un programa de consolidación y mejora de los regadíos existentes, con el fin de una utilización más racional del agua y una mejora de la rentabilidad de las explotaciones y del nivel de vida de los agricultores.

La agricultura española ha hecho frente al difícil reto de la integración en la UE, pero deberá enfrentarse a un nuevo proceso de adaptación en el que se tendrán que superar las deficiencias estructurales que limitan las posibilidades de competir de muchas de sus explotaciones agrarias. A su vez, la exigencia de proporcionar una mayor rentabilidad de las explotaciones agrarias utilizando sistemas de riego más modernos y de ahorrar agua en áreas con problemas de abastecimiento y de preservar el medio ambiente hace necesario la puesta en marcha de una serie de actuaciones encaminadas a conseguir estos fines.

Mediante la ejecución de estos programas, se pretende alcanzar un desarrollo duradero del medio rural, integrando la conservación de los recursos naturales y el respeto al medio ambiente en general con la actividad agrícola en concordancia con la PAC, con los siguientes objetivos.

- Respecto a la población rural pretende conseguir la mejora del nivel de vida de los agricultores, el mantenimiento de los mismos en el medio rural mediante su formación y capacitación y la creación de empleos.
- Con relación a la actividad agrícola se propone la consolidación del sistema agroalimentario español, la diversificación de la producción agrícola, la mejora tecnológica y el aumento de la productividad agrícola.
- En relación con el recurso agua pretende racionalizar el consumo de agua para riego, eliminar o reducir la sobreexplotación de acuíferos y preservar las aguas subterráneas de la contaminación.
- Respecto al medio ambiente pretende mantener la productividad de los suelos, evitando su degradación, el mantenimiento y, en su caso, la recuperación de los acuíferos y humedales, controlar y reducir el proceso de desertificación de ciertas áreas del país, preservar la biodiversidad de la flora y la fauna, y el paisaje natural, cumplir con las normas de protección medioambiental contempladas en la legislación nacional y de la Unión Europea y contribuir al equilibrio territorial de los usos del suelo y las infraestructuras.
- Finalmente, respecto a la coordinación político-administrativa, intentará coordinar las políticas agrarias, hidráulicas y medioambientales, y las actuaciones de las distintas administraciones.

Las condiciones climáticas de España que afectan negativamente a la estabilidad de las producciones de cultivos en secano, unido a la antigüedad de los regadíos, requiere un impulso decidido del Estado para consolidar y mejorar los regadíos existentes, donde se pueden conseguir las mayores rentabilidades y, además, desarrollar aquellas zonas regables cuyas producciones puedan competir en mercados abiertos.

Corresponde, también, al Estado impulsar y desarrollar los valores básicos del mundo rural, mejorando las condiciones de vida de sus habitantes, protegiendo el medio ambiente, frenando el éxodo de la población rural hacia los grandes núcleos urbanos, etc., razones por las que el Plan ha considerado necesaria la creación de pequeñas zonas regables con financiación pública y una extensión en torno a 2.500 ha, que puedan servir de polos de desarrollo, con el fin de asentar población en el territorio, mejorar su nivel de vida y prevenir la desertización del territorio.

El Plan Nacional de Regadíos propone, para el Horizonte 2008, los programas correspondientes a las distintas actuaciones del Estado que se resumen a continuación:

1. Consolidar regadíos infradotados y modernizar otros con estructuras inadecuadas en una superficie aproximada de un millón de hectáreas, con el fin de obtener: aumentos económicos de las producciones, mejoras del nivel de vida de los agricultores y del medio ambiente, y un notable ahorro de agua. El sector público contribuirá a la financiación de estas actuaciones, cuya inversión total es de 502.031 millones de pesetas, con una subvención de hasta el 50% de ésta, distribuida por partes iguales entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas correspondientes.
2. Impulsar el ritmo de terminación de las zonas regables en ejecución, hasta la puesta en riego de un total de 138.365 ha. La financiación correspondiente a las Administraciones Agrarias, establecida en la legislación por la que fue aprobada la transformación de la zona, será con cargo a la Administración General del Estado y a las Comunidades Autónomas respectivas por partes iguales.
3. Establecer pequeños regadíos, con una superficie total de 83.926 ha, destinados a mejorar las condiciones del mundo rural y contribuir a la ordenación equilibrada del territorio. Estas transformaciones se financiarán de acuerdo con la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, de manera análoga a las del apartado anterior.
4. Fomentar la creación de nuevos regadíos por la iniciativa privada que ofrezcan ventajas para el interés general mediante un régimen de subvenciones análogo al indicado para la mejora de los regadíos actuales en el apartado 1)
5. Desarrollar programas de formación de técnicos y regantes, de vigilancia ambiental, de mejora de la gestión y uso del agua, etc. que contribuyan a la aplicación eficaz del Plan.

La actividad agraria en regadío es esencial para alcanzar la seguridad alimentaria y fomentar el desarrollo rural. No obstante, a pesar de sus efectos beneficiosos, esta actividad puede tener efectos desfavorables. Un primer aspecto a considerar es la utilización de recursos naturales (tierra y agua) y económicos que la transformación en riego implica. En lo que se refiere al uso del agua, el consumo de la agricultura de regadío supone en España un 69% de los recursos hídricos.

La utilización de recursos hídricos adicionales para la transformación de nuevas tierras deberá hacerse en competencia con otros usos del agua, como son los abastecimientos urbanos e industriales y el suministro a zonas de interés ecológico.

Un segundo aspecto son los efectos adversos que las transformaciones pueden producir sobre los recursos naturales, como resultado de la degradación de suelos y aguas, si los proyectos no están bien concebidos. Estos efectos negativos pueden producirse en la misma zona transformada o impactar en zonas situadas aguas debajo de la misma. Además, sistemas de riego y drenaje, proyectados y realizados sin tener en cuenta criterios medioambientales, pueden producir también efectos negativos en el paisaje, la flora y la fauna.

Hasta la década de los años 80, en la planificación y proyección de zonas regables solamente se consideraban criterios técnicos y socio-económicos. Consecuentemente, en algunos casos se han producido conflictos entre el desarrollo agrícola y el medio ambiente, especialmente en los países desarrollados como España en los que la producción agrícola no es en la actualidad tan prioritaria como en los países en

desarrollo, donde la seguridad alimentaria es una prioridad ineludible. El impacto ha sido mayor en regadíos próximos a zonas de interés ecológico, como lagos y humedales de estuario, deltas, planicies costeras, etc. Por ello en proyectos de modernización y mejora de regadíos existentes, sería necesario incluir un componente de mejora ambiental.

En la planificación y proyección de nuevas zonas regables es esencial considerar aspectos ambientales, especialmente porque las zonas de más fácil transformación llevan ya años en explotación. Actualmente, las zonas potencialmente regables tienen suelos problemáticos y la calidad de los recursos hídricos disponibles para fines agrícolas paulatinamente va siendo más limitada. Así, frecuentemente hay que emplear aguas subterráneas y de drenaje con cierta salinidad y aguas residuales tratadas. Además, en las sociedades económicamente más avanzadas existe un creciente interés por la conservación de zonas de interés ecológico.

La U.E. se encuentra implicada de forma activa en los Convenios y negociaciones internacionales que tienen como meta frenar el deterioro medioambiental y proteger los recursos naturales de nuestro planeta. Convenios como los referentes a la lucha contra la desertificación, el cambio climático, la defensa de la biodiversidad, la protección de aves migratorias, de los humedales, etc., han sido firmados y, en la mayor parte de los casos, ratificados por la U.E. y sus Estados Miembros, incluida España. Por otro lado, la U.E. se ha comprometido en las negociaciones de Singapur, que continúan los acuerdos de la extinguida Ronda de Uruguay, ante la Organización Mundial del Comercio, a promover el mutuo apoyo entre el comercio y el medio ambiente - incluyendo los productos agroalimentarios - en la perspectiva global de un desarrollo sostenible.

En este contexto, ante la consciencia de las repercusiones que sobre el medio ambiente poseen las actividades agrarias, las sucesivas reformas de la PAC incorporan cada vez más aspectos medioambientales en sus líneas de acción, de manera que no sólo se trata de que en los Programas de ayudas y subvenciones al sector agrario y al desarrollo rural los proyectos de carácter medioambiental ocupen un espacio cada vez más relevante sino que, incluso, estas ayudas y subvenciones pueden llegar a estar condicionadas a que se cumplan determinadas exigencias de carácter medioambiental, plasmadas en una normativa comunitaria en constante evolución y de complejidad y abundancia crecientes, que, además, va a exigir a los Estados Miembros recopilar y enviar una importante cantidad de información sobre su grado de cumplimiento.

Las características de las relaciones entre agricultura y medio ambiente poseen un especificidad que las distinguen de las de otros sectores:

- Pueden existir impactos beneficiosos o dañinos desde el punto de vista ambiental: entre los primeros, por ejemplo, la conservación o creación de valores paisajísticos, la prevención de inundaciones y movimientos de tierras, la retención de CO₂ atmosférico, etc., y entre los segundos: el deterioro de recursos como suelo, aire y agua, la pérdida de biodiversidad, la desaparición de ciertos hábitats, etc.;
- Se trata de relaciones de carácter complejo, no lineal y que dependen de condiciones locales, tales como, por ejemplo, las características de los sistemas agro-ecológicos, la meteorología, las condiciones económicas y tecnológicas predominantes en la producción o el tipo de prácticas agrarias;
- Por último, la influencia de las medidas provenientes de la PAC en parámetros tales como los niveles de producción, localización y formas de prácticas agrarias y

de gestión, etc. tiene a menudo repercusiones medioambientales significativas y, a su vez, los cambios de calidad medioambiental influyen en muchos casos en los mercados y en los comportamientos sociales;

En un país de las características físicas y medioambientales como es el nuestro, estos factores específicos cobran una enorme relevancia que es necesario resaltar frente a las características de otros países europeos, y más aún tratándose del regadío.

El regadío es una de las modalidades de cultivo agrícola que en España históricamente más ha contribuido al desarrollo de las zonas rurales. Sin embargo, la implantación del regadío en un territorio, tanto por los trabajos que implica la creación de la infraestructura necesaria como por las prácticas agrarias subsiguientes, origina importantes efectos sobre el medio ambiente - en especial sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos o cuando incide sobre zonas con recursos naturales protegidos o susceptibles de protección - que es necesario evaluar y tratar de corregir, en su caso, en el contexto de especificidad y complejidad que acabamos de citar.

El Programa de Vigilancia Ambiental de los regadíos es un instrumento necesario debido a que el PNR debe contribuir al logro del desarrollo sostenible dentro de las políticas agrarias, cumpliendo con la normativa europea y regional vigente.

Por estas razones, resulta necesario el seguimiento del proceso de integración de los aspectos medioambientales en la política de regadíos mediante un Programa de Vigilancia Ambiental en el que se elabore un plan para conocer la evolución de los efectos sobre el medio ambiente de las actuaciones programadas y la adecuación de las medidas aplicadas para corregir estos efectos.

2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El Programa de Vigilancia Ambiental constituye un instrumento necesario dentro de una política dirigida a lograr una agricultura sostenible. La finalidad del PVA es el conocimiento de las implicaciones ambientales reales del regadío nacional. Los objetivos generales que se han establecido dentro de este marco son los siguientes:

- proporcionar información para las administraciones públicas, entidades y personas privadas y para el público en general sobre la situación ambiental del regadío español.
- servir de apoyo a los responsables de las decisiones políticas del regadío a partir de la experiencia obtenida sobre el terreno. Con este fin, se diseñarán los informes oportunos y se recomendarán aportaciones a los planes de buenas prácticas.

Estos objetivos pasan por la consecución de otros objetivos que son:

▪ SEGUIMIENTO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En principio, se partirá de los impactos ambientales detectados, estudiados en los diferentes Estudios de Impacto Ambiental y los contemplados en las Declaraciones de Impacto Ambiental de los regadíos nacionales.

Los impactos ambientales reales del regadío, que serán parte de los detectados previamente, los que puedan surgir durante la puesta en práctica del PNR y, especialmente, aquellos no contemplados en los EsIA, serán objeto de identificación y seguimiento por el Programa de Vigilancia Ambiental. La identificación de los impactos reales nacerá necesariamente de la aplicación del PVA a lo largo del tiempo, que lo convertirá en una ayuda para la profundización en el conocimiento de las relaciones entre los regadíos y el medio ambiente.

▪ INVESTIGACIÓN DE LAS RELACIONES CAUSA-EFECTO

El PVA permitirá progresar en el conocimiento de la degradación de los factores del medio y de lo significativo de las acciones del regadío. De su evolución en el tiempo y de su distribución en el territorio se obtendrán las posibles relaciones entre las causas y los efectos ambientales.

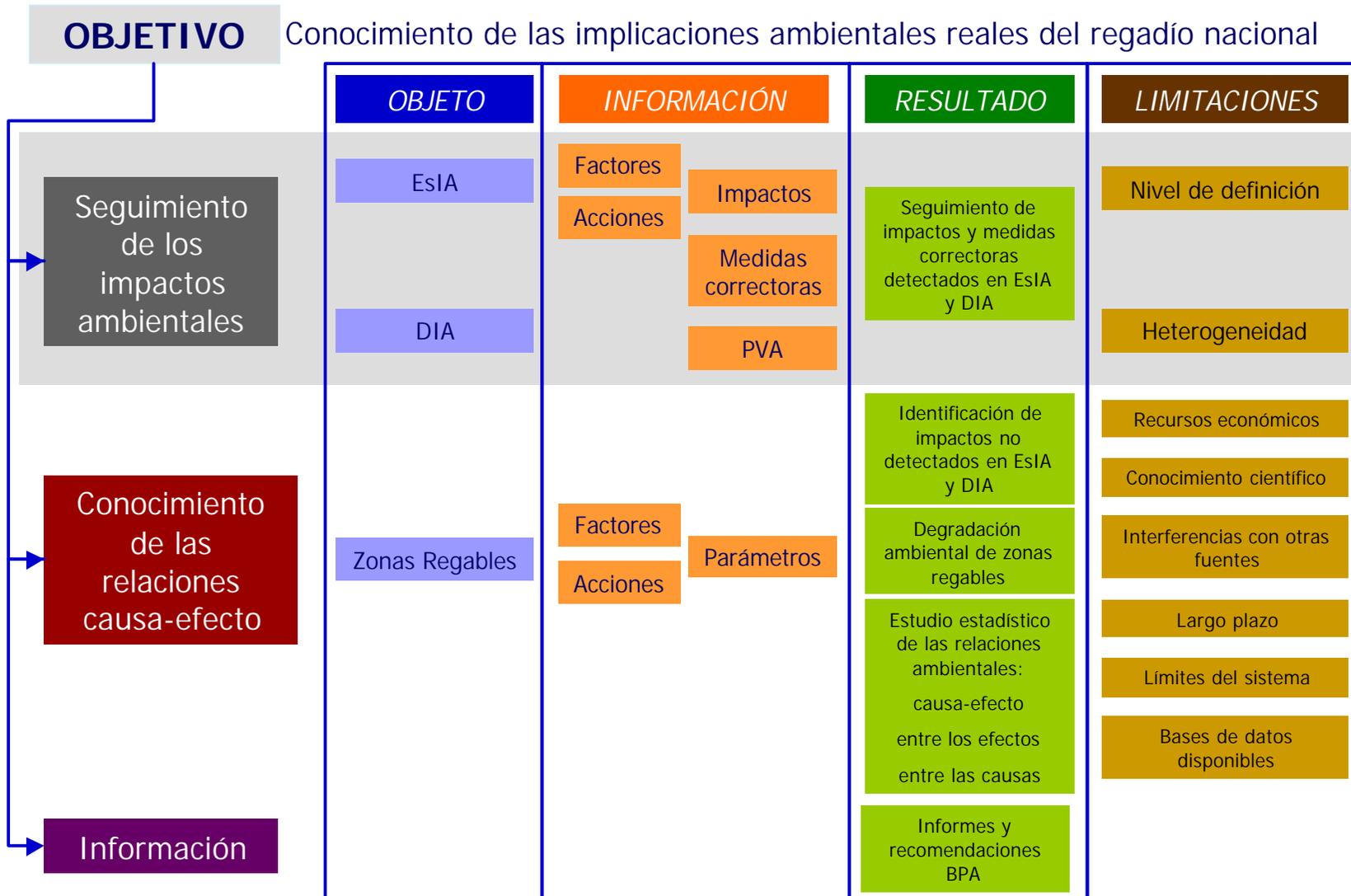
La gran dificultad que implica la identificación y cuantificación de estas relaciones causa-efecto, se encuentra tanto en la selección de los parámetros adecuados y su correcta medición como en las interferencias con otras fuentes responsables.

Esta investigación implica una retroalimentación continua del propio PVA que permita integrar la información que se vaya obteniendo cada año y adaptar, tanto la Base de Datos como la Red de Vigilancia Ambiental convenidos inicialmente, con objeto de conocer las implicaciones reales del regadío.

▪ INFORMACIÓN

El PVA proporcionará información a las administraciones públicas y a los agentes sociales sobre la situación ambiental del regadío español, sirviendo de apoyo a los responsables de las decisiones políticas.

Objetivos del PVA y sus implicaciones



2.1 METODOLOGÍA

El PVA implica necesariamente un mantenimiento en el tiempo que permita realizar un seguimiento de la realidad ambiental del regadío nacional.

Para establecer una red de vigilancia ambiental de las zonas regables es necesario, en primer lugar, un conocimiento de los EsIA y DIA existentes de las mismas, y un tratamiento de esta información que permita su sistematización. Por otra parte, es necesario investigar sobre los parámetros que pueden detectar las implicaciones ambientales del regadío; algunos se tendrán que medir directamente sobre el terreno y otros se podrán tomar de fuentes que los están tomando para otros estudios. Este último aspecto nos lleva a la enorme importancia que tiene la identificación e integración de todas las fuentes ambientales de zonas regables que estén disponibles en el territorio nacional. Tras este estudio, sólo queda determinar el substrato sobre el que volcar los datos que necesitemos, en definitiva, una identificación de los puntos de las zonas regables para su vigilancia ambiental. Por tanto, en primer lugar es necesario realizar este trabajo de desarrollo de metodología, con el objetivo de optimizar los recursos para años sucesivos, en los que tan sólo será necesario actualizar la información y modificar los parámetros oportunos según su validez ambiental, así como la modificación y selección de nuevas zonas para mejorar la representatividad de la RVA, tanto en extensión como en calidad de su información ambiental.

- a) Definición de los objetivos del PVA
- b) Documentación ambiental
 - Recopilación de EsIA y DIA de las zonas regables
 - Información del PNR
 - Búsqueda de fuentes de información disponibles de parámetros ambientales
 - Documentación ambiental científico-técnica
 - Elaboración de bases de datos gráficas y alfanuméricas
- c) Análisis de los EsIA y de las DIA de las zonas regables
 - Sistematización de la información de los EsIA de las zonas regables
 - Sistematización de la información de las DIA de las zonas regables
- d) Información ambiental necesaria
 - Identificación de los factores y acciones ambientales
 - Estudio de cada uno de los factores del medio
 - Estudio de cada una de las acciones del regadío
 - Propuesta de parámetros que midan la degradación ambiental
 - Ajuste del sistema de parámetros ambientales
- e) Información ambiental disponible
 - Recogida de estadística ambientales

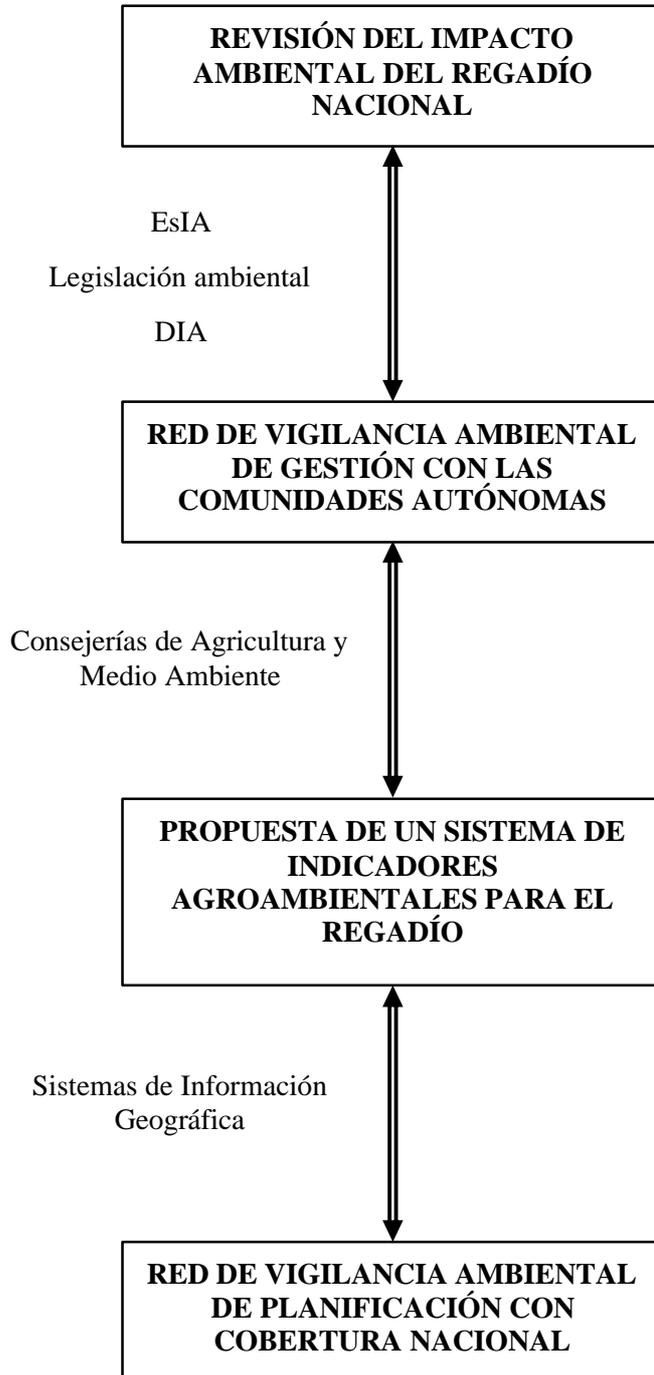
- Análisis de los valores obtenidos
- Valoración de la calidad de la información
- Selección de la información ambiental
- f) Espacio objeto de estudio
 - Limitación de la superficie regable de estudio
 - Análisis ambiental de la información
 - Caracterización ambiental de las zonas regables
 - Selección de zonas regables
- g) Diseño de una base de datos
 - Definición de campos y atributos
 - Tratamiento de la información seleccionada
 - Integración de la información en la base de datos
- h) Diseño de un sistema de manejo de datos
 - Adopción de un sistema de información geográfico
 - Introducción cartográfica de las zonas regables
 - Geo-referenciación de los parámetros ambientales
- i) Información de la Red de Vigilancia Ambiental
 - Diseño de los Informes
 - Aportación a las directrices sobre Códigos de Buenas Prácticas Agrarias

A partir de la caracterización de la problemática ambiental de los regadíos se pretende establecer un sistema de indicadores ambientales para el regadío y una estadística de valores donde se refleje, en consonancia con otros países de nuestro entorno, una preocupación común y una solución real de la implicación ambiental de nuestro regadío.

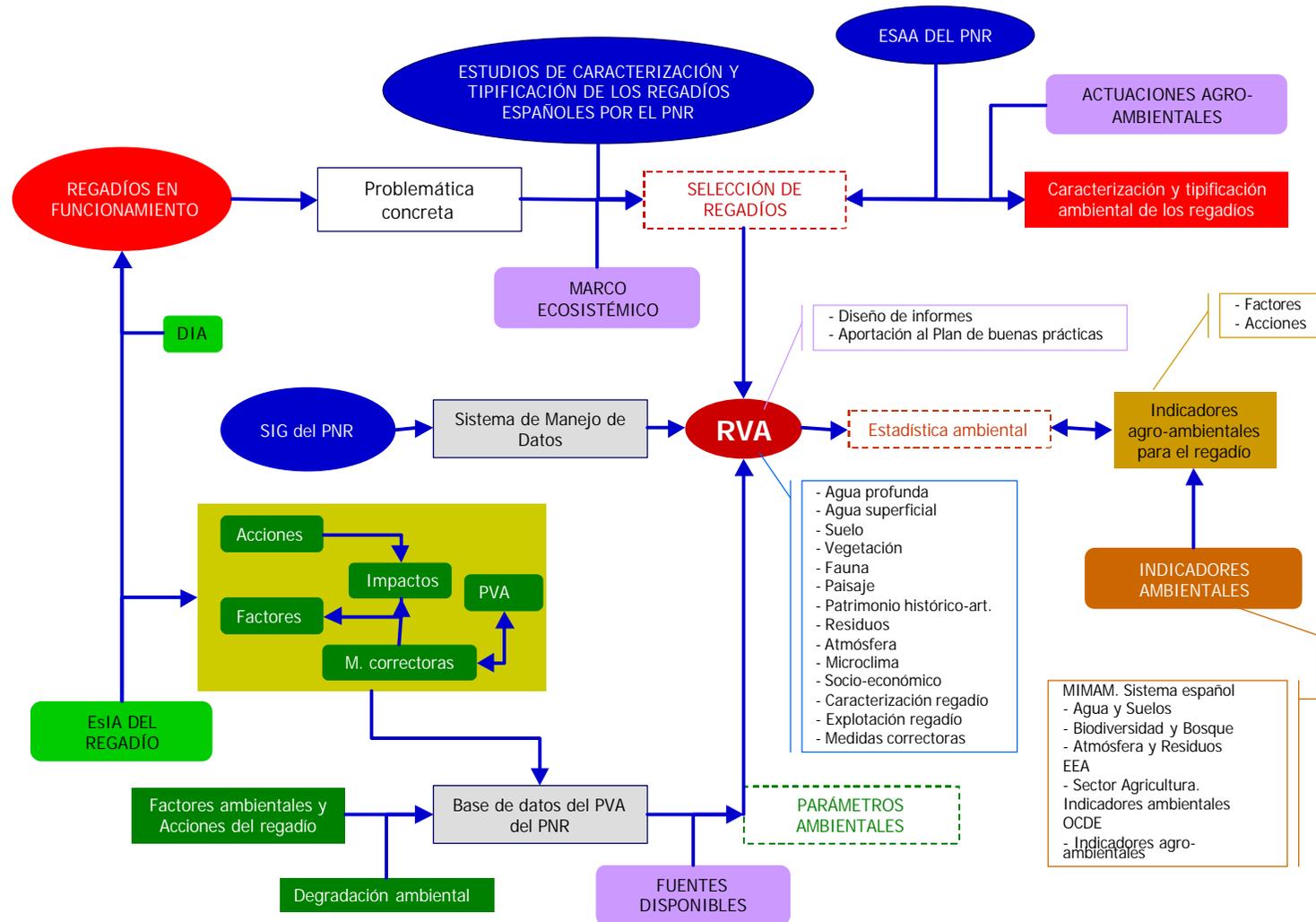
Establecido el marco legal y el administrativo, se deben desarrollar los mecanismos de instrumentalización. La metodología del PVA se centra en una caracterización de la problemática ambiental de los regadíos, en una propuesta de indicadores agroambientales consensuados con las administraciones autonómicas y en el establecimiento de una red de vigilancia ambiental.

El PVA consta de cuatro bloques que se encuentran relacionados entre sí. Un primer bloque de revisión del Impacto Ambiental del regadío nacional, apoyado en la Legislación y en Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental. Un segundo bloque con la propuesta de un Sistema de Indicadores Agroambientales para el regadío, que permita insertar unas estadísticas en el proceso de toma de decisiones. El contenido de la base de datos de los indicadores del PVA, agua, agroquímicos, residuos, suelo, cambio climático, hábitats y biodiversidad, paisaje, gestión y socioeconomía, contará con dos fuentes de información. Una Red de Vigilancia Ambiental de Gestión con las Comunidades Autónomas, a través de las Consejerías de Agricultura y Medio

Ambiente, y una Red de Vigilancia Ambiental de Planificación con cobertura nacional, mediante un Sistema de Información Geográfica.



ORGANIGRAMA DE TRABAJO



2.1.1.1 Bloque I: Revisión del Impacto Ambiental del regadío nacional.

Consiste en la revisión de los EsIA de regadíos realizados por el MAPA y de la sistematización de su información, en la revisión de las DIA del regadío a nivel nacional, en la revisión de la legislación ambiental relativa al regadío, a nivel nacional y de la UE, así como de la sistematización de su información, en la elaboración de un documento sobre indicadores de proyectos de regadíos y en la elaboración final de una guía metodológica para la realización de EsIA en regadíos.

2.1.1.2 Bloque II: Propuesta de un Sistema de Indicadores Agroambientales para el regadío.

Incluye la recopilación de los sistemas de indicadores ambientales nacionales e internacionales, la revisión de los indicadores agroambientales pertinentes para la Comisión Europea, su adaptación al regadío y el desarrollo de nuevos indicadores agroambientales, la elaboración de un documento de trabajo con las Comunidades Autónomas con la propuesta de un sistema de indicadores agroambientales para el PNR, y la elaboración del documento definitivo de indicadores agroambientales del PVA del PNR.

2.1.1.3 Bloque III: Red de Vigilancia Ambiental de Gestión con las Comunidades Autónomas.

Consta de las visitas oportunas a Consejerías de Agricultura para la presentación del PVA, la redacción de documentos de trabajo y elaboración de presentaciones de reunión con las CC.AA., la elaboración de informes de consulta ambiental con las CC.AA., la valoración de la relevancia de los datos ambientales disponibles y la redacción del informe anual de la participación ambiental de las distintas CC.AA.

2.1.1.4 Bloque IV: Red de Vigilancia Ambiental de Planificación con cobertura nacional.

Consiste en la revisión de las coberturas existentes con información ambiental nacional, en la selección de las coberturas relevantes para el PNR, en la elaboración del SIG del PVA e incorporación de la información ambiental a la base de datos, en el tratamiento de su información, en la elaboración de aplicaciones informáticas para automatización de consultas y en la redacción del informe anual de la evolución ambiental del PNR en las CC.AA.

3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS REGADÍOS

3.1 REGADÍOS EN EXPLOTACIÓN

La actividad agraria en regadío es significativa en un país mediterráneo que, como España, presenta acusados déficits hídricos estacionales. Esta actividad permite incrementar las producciones y la productividad de las explotaciones agrarias, y establecer alternativas de cultivo que sin riego no serían posibles, contribuyendo al empleo y al desarrollo económico de las comarcas rurales, así como al mantenimiento de la población rural. Esta importancia difiere de unas Comunidades Autónomas a otras y conviene analizarla en sus tres aspectos fundamentales: como elemento económico, como instrumento social y como factor ambiental.

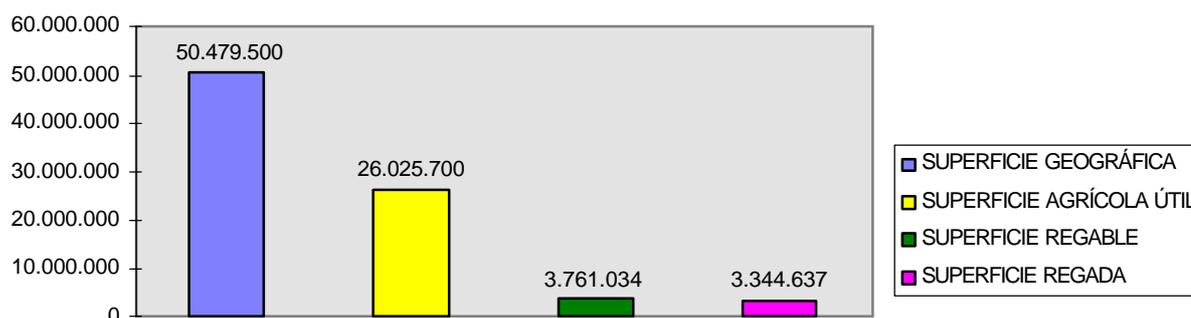
A continuación se recogen datos sobre superficies regables y efectivamente regadas, sobre la evolución histórica de las transformaciones en regadío promovidas por la iniciativa pública y privada. El contenido de este apartado sintetiza los resultados más significativos obtenidos en los estudios de caracterización y tipificación, realizados sobre el origen de las aguas, sistemas de riego, orientación productiva, estado de las infraestructuras, dimensión de las explotaciones, etc, que han permitido determinar las actuaciones de mejora de los regadíos en explotación.

3.1.1 Datos generales

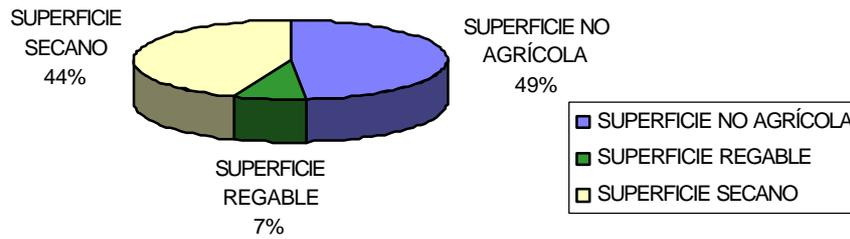
Actualmente se riegan en España 3.344.637 ha que representan el 7% de la superficie territorial nacional y el 13% de la superficie agrícola útil.

En los gráficos siguientes figuran los datos generales sobre superficies.

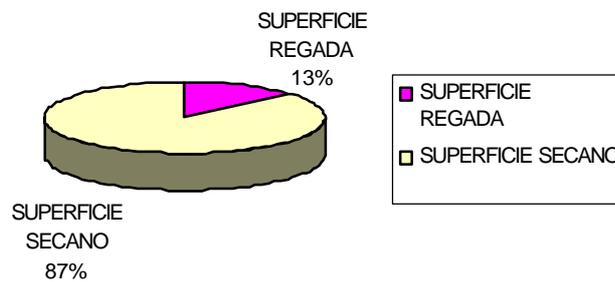
SUPERFICIE AGRARIA ÚTIL Y SUPERFICIES REGABLE Y REGADA (ha)



DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES

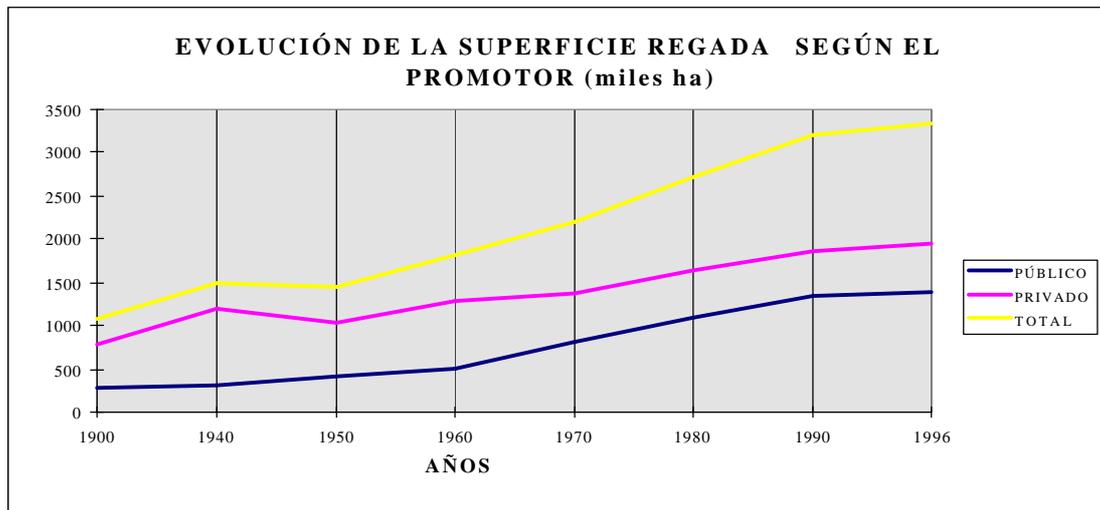


DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL



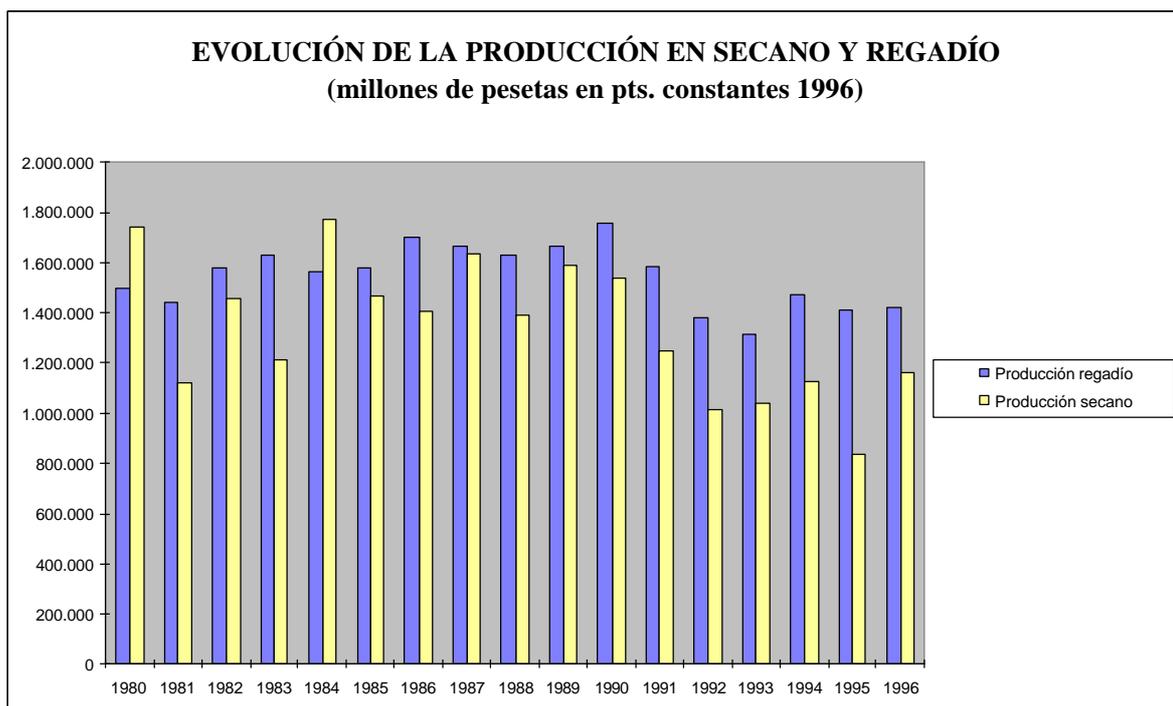
De la totalidad de la superficie regada, hay 1.077.000 ha (en torno al 33%) de regadíos tradicionales o históricos (promovidos con anterioridad al año 1900). Estas transformaciones en regadío fueron promovidas por iniciativa privada (782.000 ha) y por las administraciones públicas (295.000 ha).

En el gráfico adjunto se muestra la evolución de la superficie regada según el promotor público o privado.



En cuanto a la relevancia económica del regadío en términos de producción y productividad en comparación con el secano, hay que destacar que en el regadío se obtiene el 50% de la producción final agraria en tan solo un 13% de la superficie agrícola y que el valor bruto de la producción por hectárea se sitúa, según los años, entre 400.000 y 500.000 ptas., lo que equivale a algo más de 6 veces el del secano.

En el gráfico siguiente se pone de manifiesto la importancia económica de la actividad agraria en regadío.



VALOR DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL REGADÍO Y DEL SECANO
(millones Ptas.) Y DE LA PRODUCTIVIDAD (Ptas./ha) A PESETAS
CONSTANTES DEL 96

Año	Producción Final Agrícola A Ptas corrientes	A Ptas. constantes del 96				Indice regadío/secano
		Producción del regadío	Producción del secano	Productividad del regadío	Productividad del secano	
1980	833.000	1.291.096	1.388.082	457.462	76.535	5,98
1981	827.700	1.136.934	1.183.340	398.631	65.400	6,10
1982	1.011.300	1.216.318	1.265.964	417.419	70.067	5,96
1983	1.198.600	1.311.049	1.311.049	448.528	72.667	6,17
1984	1.457.600	1.432.469	1.432.469	476.886	79.745	5,98
1985	1.532.100	1.425.811	1.341.679	474.259	75.115	6,31
1986	1.603.300	1.392.648	1.269.141	456.202	71.225	6,41
1987	1.769.900	1.486.765	1.302.663	478.706	73.459	6,52
1988	1.921.400	1.558.007	1.332.544	496.687	75.374	6,59
1989	1.908.600	1.465.579	1.220.599	462.444	69.349	6,67
1990	2.090.000	1.531.947	1.227.821	478.883	70.505	6,79
1991	2.097.300	1.447.523	1.163.921	453.286	67.144	6,75
1992	1.876.600	1.212.643	995.374	378.030	57.957	6,52
1993	1.923.700	1.190.939	973.224	367.642	57.779	6,36
1994	2.113.600	1.248.905	1.021.832	399.611	64.972	6,15
1995	2.131.100	1.202.580	983.929	376.053	56.681	6,63
1996	2.581.700	1.419.935	1.161.765	424.622	66.607	6,38

Desde la perspectiva del empleo, los cultivos de regadío generan mayor demanda de mano de obra. A pesar de las dificultades de realizar una diferenciación del empleo entre secano y regadío por la existencia de explotaciones mixtas de secano-regadío o

agrícola-ganadera, en el análisis económico de las explotaciones en regadío se estimó que en 1996, el empleo vinculado al regadío fue de 610.000 UTA entre empleo fijo y temporal.

Las mayores necesidades de mano de obra del regadío respecto del secano son muy variables en función de los cultivos. Así, puede oscilar entre un 10% para un cereal regado por aspersión y cobertura total o un 100% en cultivos continentales regados por gravedad, hasta un 400% en frutas y hortalizas o un 4000% en cultivos forzados.

Del análisis económico de las explotaciones en regadío se deduce que los mayores incrementos en la utilización de UTA se producen en la costa mediterránea y atlántica sur, principalmente en las comarcas cuya dedicación principal son los cultivos bajo invernaderos y plástico, posteriormente los hortícolas al aire libre y los frutales. En la España continental el incremento de la mano de obra producido en las transformaciones en riego es de menor importancia en valores absolutos, pudiendo pasar de 0,005 UTA por hectárea a cifras de entre 0,010 y 0,030, pudiendo en determinadas comarcas superar la cifra de 0,20 UTA.

3.1.2 Caracterización y tipificación de los regadíos en explotación

Los estudios de caracterización y tipificación de los regadíos en explotación realizados sobre el origen de las aguas, sistemas de riego, orientación productiva, estado de las infraestructuras, dimensión de las explotaciones, etc, han permitido determinar las actuaciones de consolidación y mejora en estos regadíos dentro de la planificación nacional.

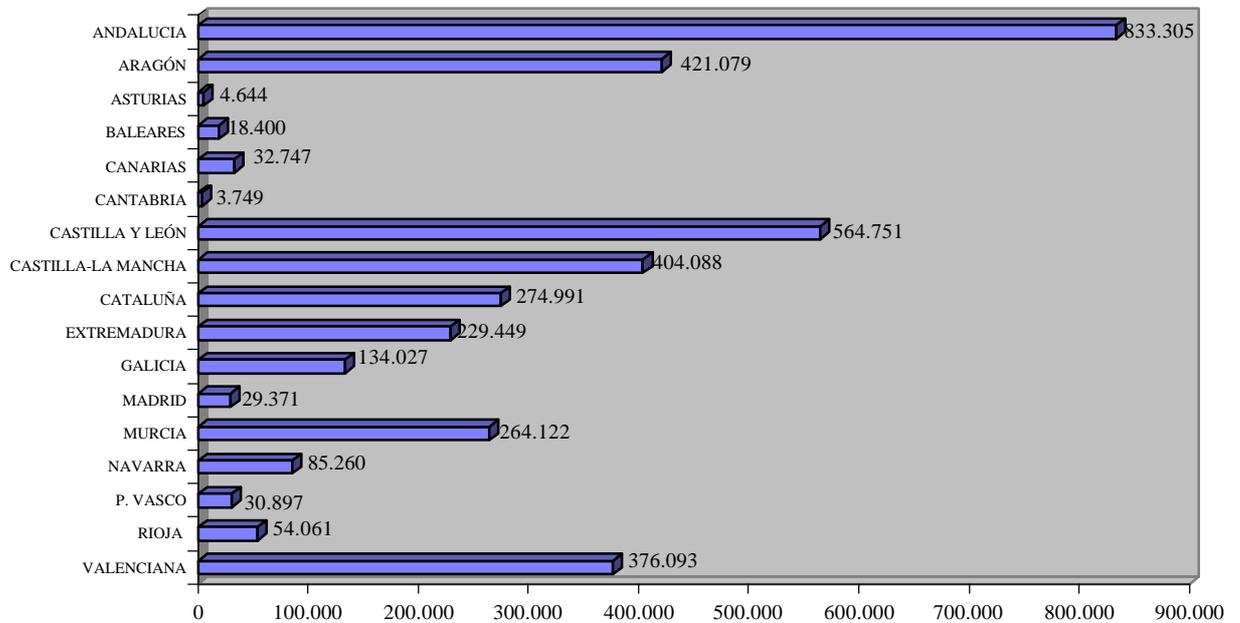
En todo el territorio nacional se han detectado 2.596.731 ha de superficie regable gestionada por 7.196 comunidades de regantes y otros tipos de colectivos de riego, y 1.164.303 ha de regadíos gestionados por agricultores de forma individual, lo que supone un total de 3.761.034 ha regables.

Entre los parámetros analizados en el estudio de caracterización merecen destacarse los correspondientes al origen del agua, el sistema de riego, el índice de dotación y el estado de las infraestructuras.

3.1.2.1 Superficies regables y regadas

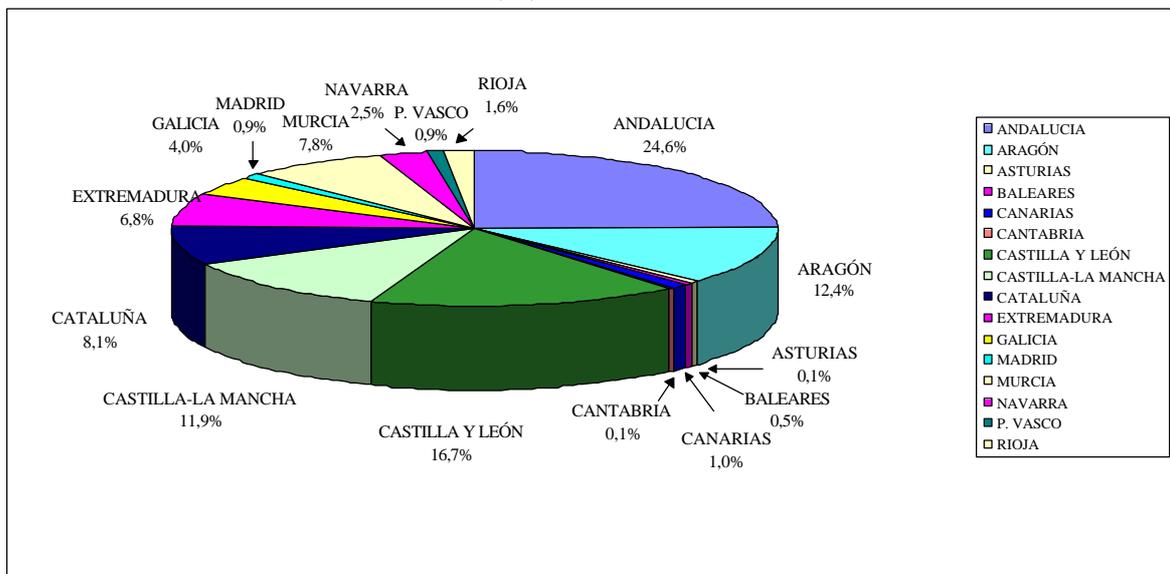
En los gráficos siguientes figura la superficie regable y regada por Comunidad Autónoma y su distribución según origen del agua y el sistema de riego.

SUPERFICIE REGABLE (ha) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA



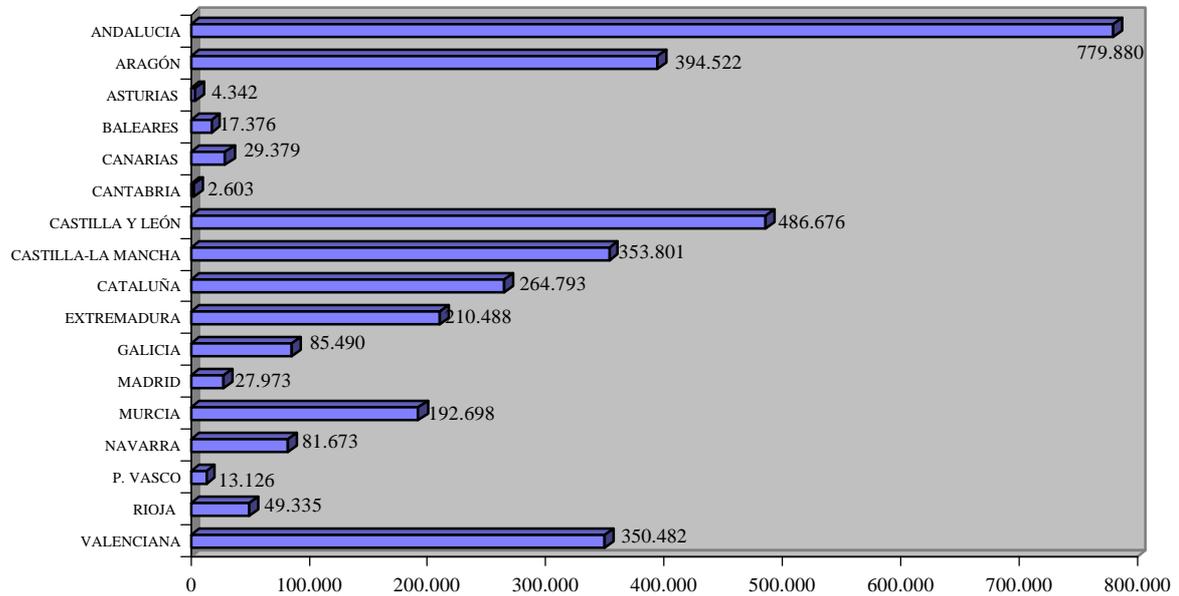
TOTAL NACIONAL: 3.761.034 ha

SUPERFICIE REGABLE (%) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA



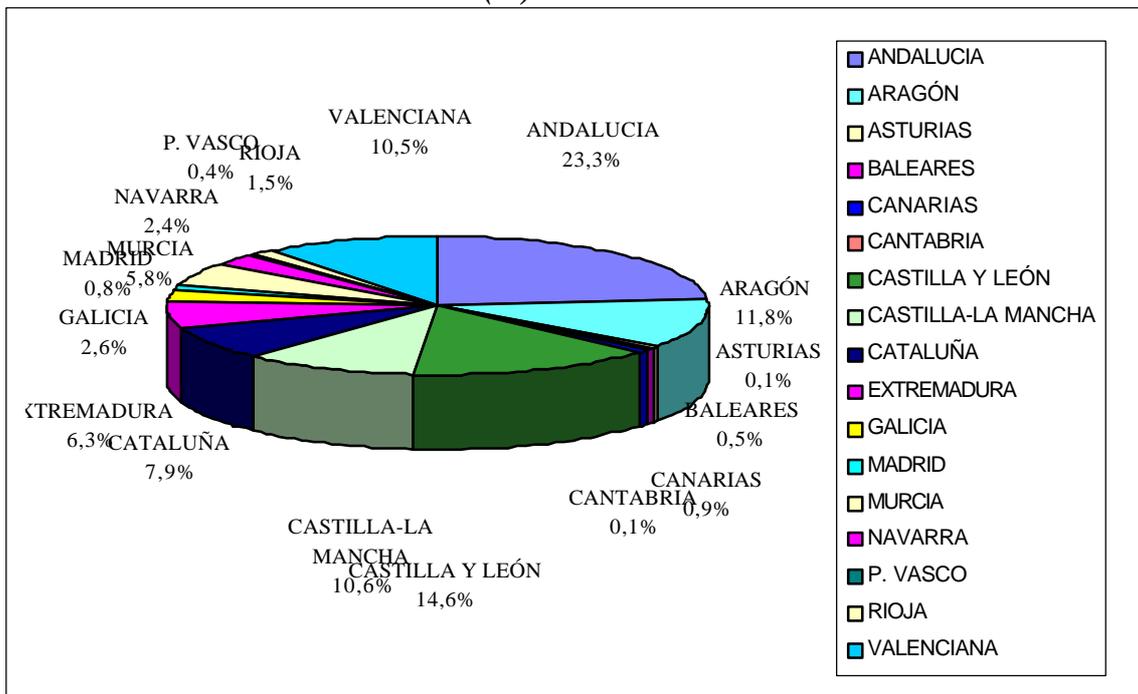
Nota.- En los regadíos en explotación, se entiende como superficie regable la superficie dominada por la infraestructura de riego que se haya regado en alguna campaña.

SUPERFICIE REGADA (ha) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA



TOTAL NACIONAL: 3.344.637 ha

SUPERFICIE REGADA (%) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA



Nota.- En los regadíos en explotación, se entiende como **superficie regada** la superficie cultivada que efectivamente se riega en una campaña normal.

3.1.2.2 Superficie regada según procedencia del agua y sistema de riego

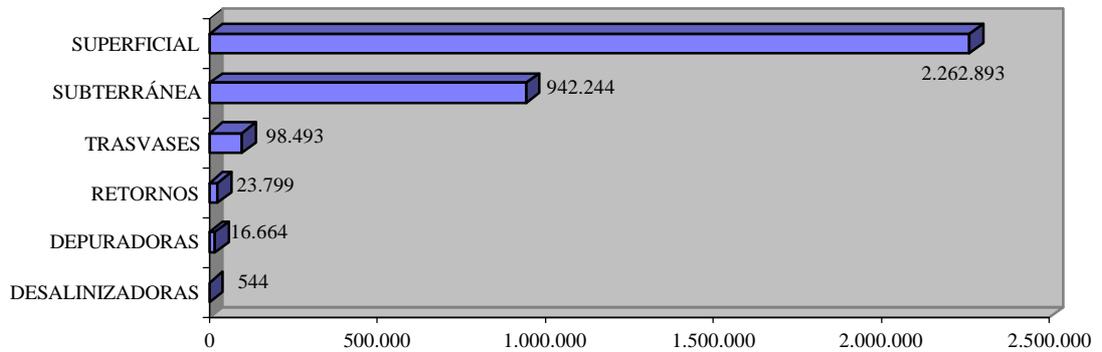
En relación con la procedencia del agua, el estudio de caracterización y tipificación de regadíos determina la existencia de una superficie regada de 2.262.893 ha con aguas superficiales, 942.244 ha con aguas subterráneas, 98.493 ha con aguas de trasvases, 23.799 ha con aguas de retornos, 16.664 ha con aguas depuradas y 544 ha con aguas desaladas.

SUPERFICIE REGADA (ha) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA SEGÚN EL ORIGEN PREDOMINANTE DEL AGUA

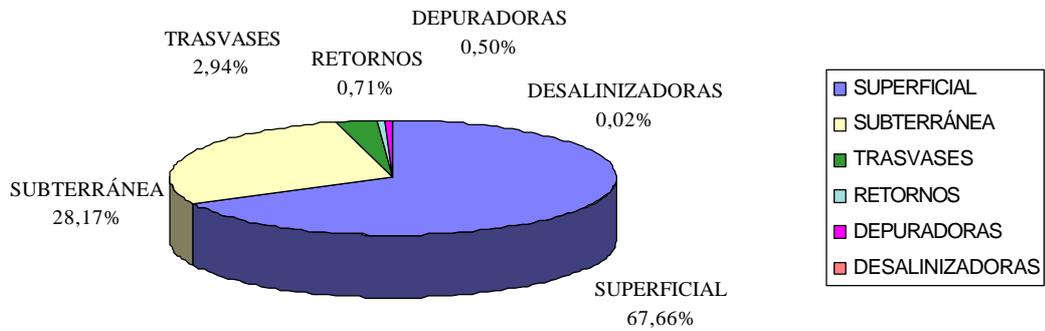
COMUNIDAD AUTÓNOMA	SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	TRASVASES	RETORNOS	DEPURADORAS	DESALADORAS	TOTAL
ANDALUCÍA	546.703	224.670	2.783	85	5.639	0	779.880
ARAGÓN	373.886	20.315	0	321	0	0	394.522
ASTURIAS	4.110	232	0	0	0	0	4.342
BALEARES	21	15.895	0	0	1.460	0	17.376
CANARIAS	2.054	26.277	0	0	775	273	29.379
CANTABRIA	2.600	3	0	0	0	0	2.603
CAST. Y LEÓN	361.055	113.164	0	12.428	29	0	486.676
CAST.-LA MANCHA	124.262	228.528	1.011	0	0	0	353.801
CATALUÑA	205.031	53.043	0	6.377	342	0	264.793
EXTREMADURA	207.337	3.151	0	0	0	0	210.488
GALICIA	85.061	92	337	0	0	0	85.490
MADRID	25.650	1.789	0	0	534	0	27.973
MURCIA	42.553	93.810	54.104	360	1.600	271	192.698
NAVARRA	79.941	1.682	0	50	0	0	81.673
P. VASCO	10.167	1.208	0	0	1.751	0	13.126
RIOJA	45.771	3.564	0	0	0	0	49.335
VALENCIANA	146.691	154.821	40.258	4.178	4.534	0	350.482
TOTAL	2.262.893	942.244	98.493	23.799	16.664	544	3.344.637

En cuanto al sistema de riego, el predominante es el de gravedad con 1.980.838 ha regadas, seguido por la aspersión con 800.945 ha y el goteo con 562.854 ha.

SUPERFICIE REGADA (ha) SEGÚN ORIGEN PREDOMINANTE DEL AGUA



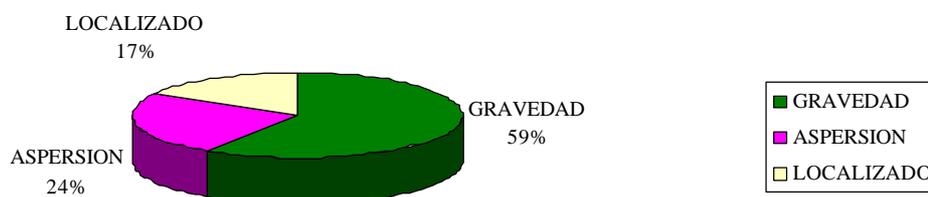
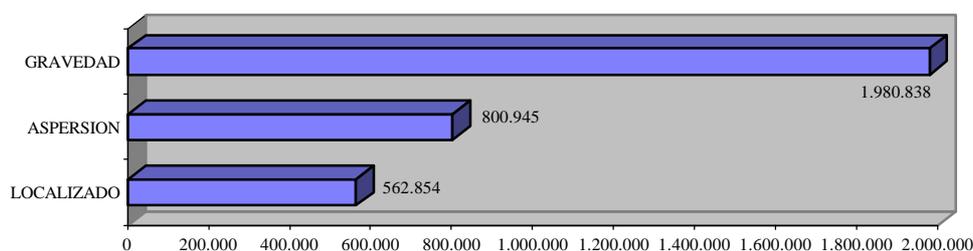
SUPERFICIE REGADA (%) SEGÚN ORIGEN PREDOMINANTE DEL AGUA



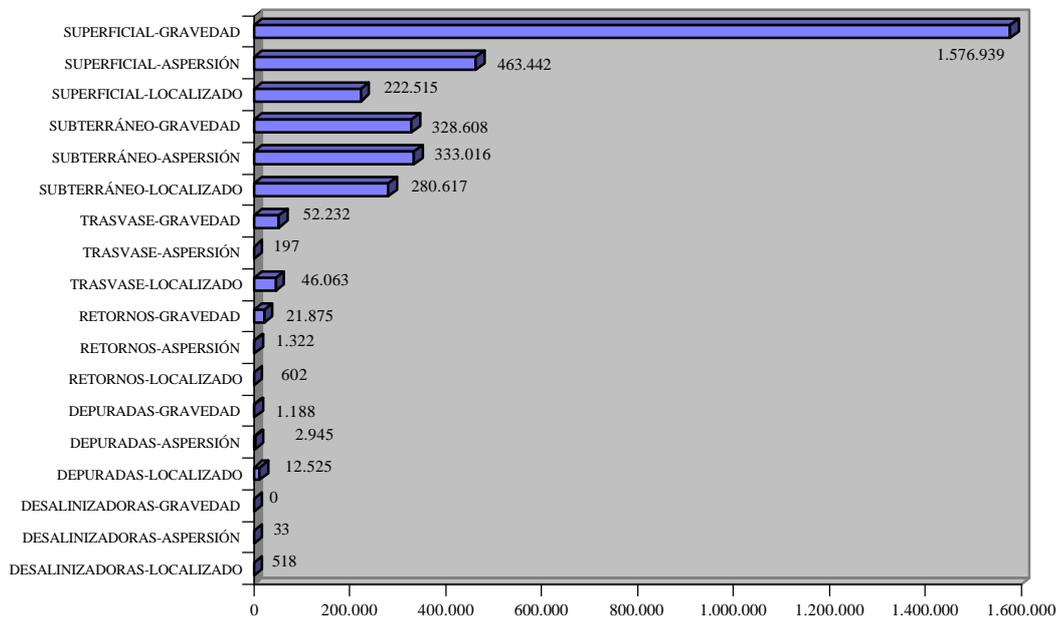
SUPERFICIE REGADA (ha) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA SEGÚN EL SISTEMA PREDOMINANTE DEL RIEGO

COMUNIDAD AUTÓNOMA	GRAVEDAD	ASPERSION	LOCALIZADO	TOTAL REGADA
ANDALUCÍA	330.231	164.343	285.306	779.880
ARAGÓN	317.409	68.480	8.633	394.522
ASTURIAS	2.114	2.228	0	4.342
BALEARES	4.381	9.823	3.172	17.376
CANARIAS	4.610	5.598	19.171	29.379
CANTABRIA	286	2.317	0	2.603
CAST. Y LEÓN	298.089	188.344	243	486.676
CAST.-LA MANCHA	113.240	195.585	44.976	353.801
CATALUÑA	182.104	32.339	50.350	264.793
EXTREMADURA	145.188	55.085	10.215	210.488
GALICIA	55.081	30.405	4	85.490
MADRID	24.080	3.708	185	27.973
MURCIA	116.103	5.686	70.909	192.698
NAVARRA	72.828	7.984	861	81.673
P. VASCO	1.320	11.766	40	13.126
RIOJA	32.583	14.188	2.564	49.335
VALENCIANA	281.191	3.066	66.225	350.482
TOTAL	1.980.838	800.945	562.854	3.344.637

SUPERFICIE REGADA (ha) SEGÚN SISTEMA DE RIEGO



SUPERFICIE REGADA (ha) SEGÚN ORIGEN PREDOMINANTE DE AGUA Y SISTEMA DE RIEGO



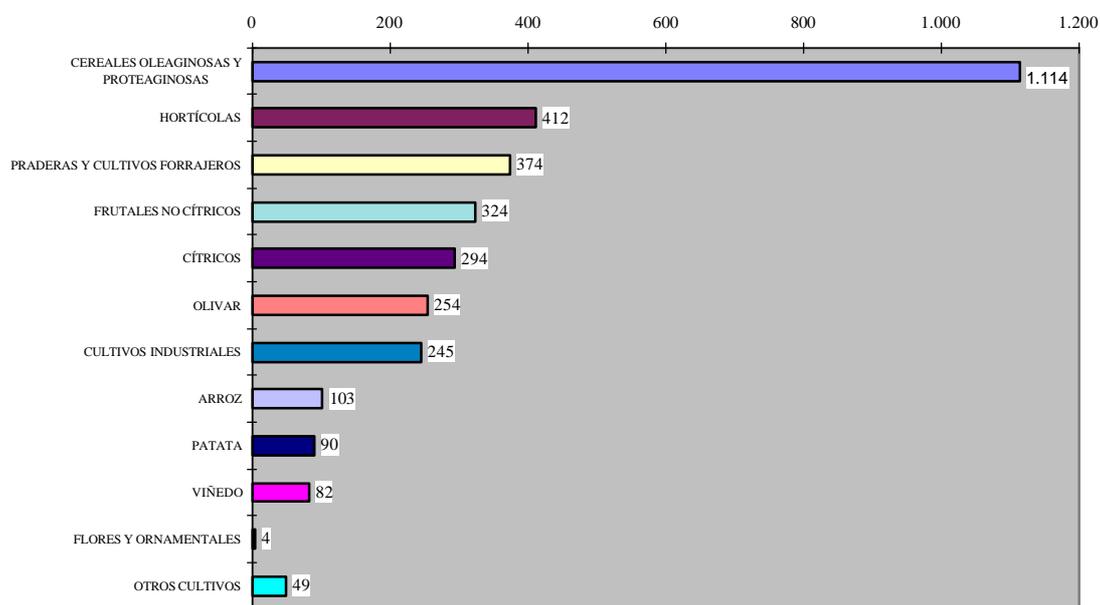
3.1.2.3 Superficie regada según tipos climáticos

SUPERFICIE REGADA (ha) SEGÚN TIPOS CLIMÁTICOS

COMUNIDAD AUTÓNOMA	MEDITERR SUBTROPIC	MEDITERR MARÍTIMO	MEDITERR MARÍTIMO FRESCO	MEDITE TROPIC	MEDITERR TEMPLAD	MEDITERR TEMPLAD FRESCO	MEDITERR CONTINEN	MEDITERR SEMIÁRIDO SUBTROPIC	MEDITERR SEMIÁRID CONTINEN	MARÍTIMO CÁLIDO	MARÍTIMO TEMPLAD CÁLIDO	MARÍTIMO TEMPLADO FRÍO	MARÍTIMO PATAGÓN HÚMEDO	OTROS	TOTAL
ANDALUCIA	560.215	104.555	0	0	92.363	4.418	2.870	15.459	0	0	0	0	0	0	779.880
ARAGÓN	0	0	0	0	388.795	4.797	0	0	0	0	112	0	818	0	394.522
ASTURIAS	0	0	0	0	1.789	0	0	0	0	323	2.014	216	0	0	4.342
BALEARES	5.331	12.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.376
CANARIAS	7.389	0	0	674	0	0	0	10.128	0	0	0	0	0	11.188	29.379
CANTABRIA	0	0	0	0	0	2.553	0	0	0	0	0	0	50	0	2.603
CASTILLA Y LEÓN	0	0	0	0	414.636	72.040	0	0	0	0	0	0	0	0	486.676
CASTILLA-LA MANCHA	170.112	0	0	0	159.272	892	17.190	0	6.335	0	0	0	0	0	353.801
CATALUÑA	0	80.523	0	0	172.972	7.625	0	0	0	0	1.895	0	1.778	0	264.793
EXTREMADUR	199.390	0	3.646	0	7.452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210.488
GALICIA	0	19.829	5.358	0	48.855	223	0	0	0	1.689	9.536	0	0	0	85.490
MADRID	0	0	0	0	27.973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.973
MURCIA	90.016	39.592	0	0	17.124	0	35.088	10.878	0	0	0	0	0	0	192.698
NAVARRA	0	0	0	0	81.673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81.673
P. VASCO	0	0	0	0	12.899	0	0	0	0	0	227	0	0	0	13.126
RIOJA	0	0	0	0	48.241	1.094	0	0	0	0	0	0	0	0	49.335
VALENCIANA	202.343	122.576	0	0	25.563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	350.482
TOTAL	1.234.796	379.120	9.004	674	1.499.607	93.642	55.148	36.465	6.335	2.012	13.784	216	2.646	11.188	3.344.637

3.1.2.4 Superficie regada según cultivos

SUPERFICIE REGADA SEGÚN CULTIVOS (miles ha)



Nota.- Para no duplicar superficies, la superficie regada por cultivo se refiere, exclusivamente, en el caso de más de una cosecha, al cultivo principal.

La superficie regada correspondiente a cereales y oleaginosas no incluye el barbecho ni las segundas cosechas de estos cultivos.

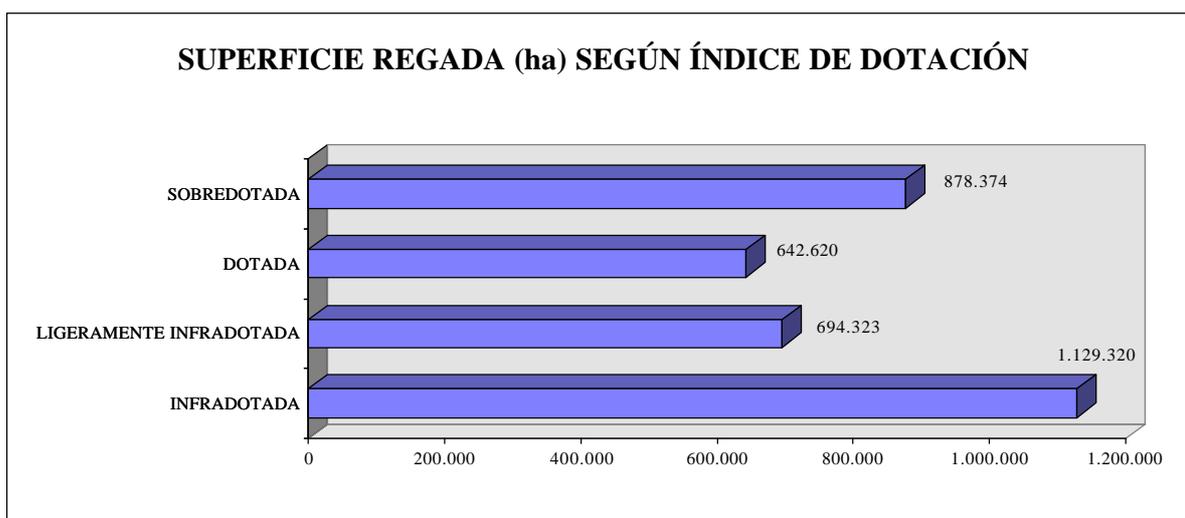
En relación con los prados regados eventualmente, solo se ha considerado la superficie realmente regada en la campaña.

3.1.2.5 Superficie regada según el índice de dotación de agua

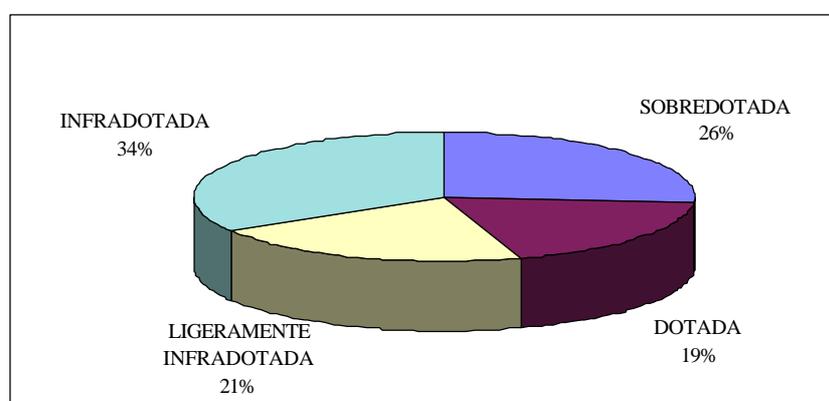
Para la clasificación de la superficie regada según el índice de dotación, se establecieron cuatro grandes grupos en relación con la demanda bruta teórica calculada en el PNR y las demandas suministradas expresadas en los PHC:

- Superficie sobredotada: cuando el suministro bruto de los PHC supera en un 10% a la demanda bruta en cabecera calculada en el PNR.
- Superficie dotada: cuando el suministro bruto está incluida en el intervalo entre el 90% y el 110% de las demandas brutas en cabecera.
- Superficie ligeramente infradotada: cuando esta relación se encuentra entre el 75% y el 90%.
- Superficies infradotadas: cuando el suministro bruto es inferior al 75%.

A continuación se incluyen gráficos con la superficie regada a nivel nacional, en hectáreas y porcentaje, según dotación de agua de riego.



SUPERFICIE REGADA (%) SEGÚN SUPERFICIE DE DOTACIÓN



3.1.2.6 Estado de las infraestructuras de riego

Entre los regadíos en explotación existen 1.810.000 ha transformadas con anterioridad a 1960, de las cuales 1.077.000 ha tienen más de 100 años de antigüedad.

Debido esta antigüedad de los regadíos, hay en torno a 735.000 ha con las redes de distribución constituidas, en gran parte, por cauces de tierra, y con elevadas pérdidas de agua.

A su vez, de las 1.295.000 ha regadas actualmente mediante acequias de hormigón, 392.000 ha presentan graves problemas de conservación y mantenimiento.

Asimismo, estos regadíos fueron proyectados de acuerdo con la tecnología existente en su momento, utilizando el sistema de riego tradicional de gravedad (1.981.000 ha), y gran parte de ellos (1.635.000 ha) con riego por turnos.

La pérdida de eficiencia de las conducciones con el transcurso del tiempo y la modificación de las alternativas de cultivo ha motivado que 1.129.000 ha se encuentren actualmente infradotadas.

Por otra parte, de las 942.244 ha regadas con agua de origen subterráneo, 418.890 ha se encuentran sobre unidades hidrogeológicas sobreexplotadas.

RESUMEN DE LA SITUACIÓN DE LOS REGADÍOS:

Transformada antes de 1900	1.077.000 ha
Transformada antes de 1960	1.810.000 ha
Con acequias en tierra	735.000 ha
Con acequias de hormigón	1.295.000 ha
Con acequias de hormigón en mal estado	392.000 ha
Con sistema de riego por gravedad	1.981.000 ha
Con organización del riego por turnos	1.635.000 ha
Infradotada	1.129.000 ha

Todo ello ha justificado la puesta en marcha por el PNR de un programa de consolidación y mejora de los regadíos existentes, con el fin lograr un uso más racional del agua, compatible con el medio ambiente, una mejora de la rentabilidad de las explotaciones y un aumento del nivel de vida de los agricultores.

SUPERFICIE (ha) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA CON ACEQUIAS EN TIERRA Y CONDUCCIONES DE HORMIGÓN EN MAL ESTADO

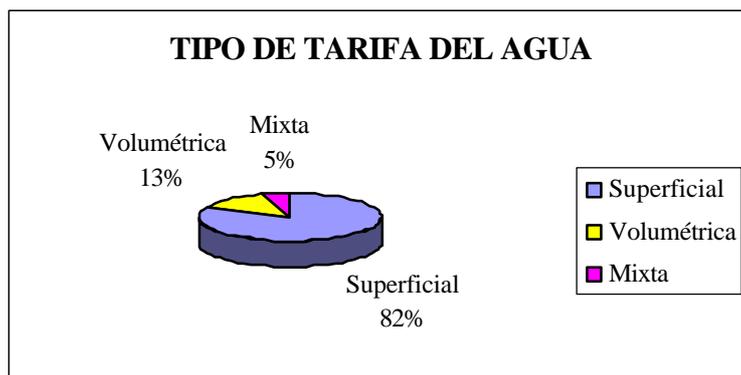
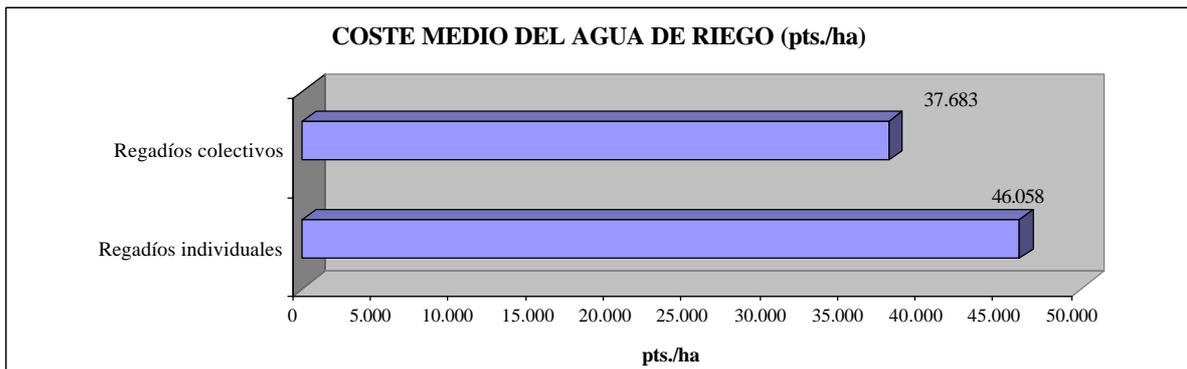
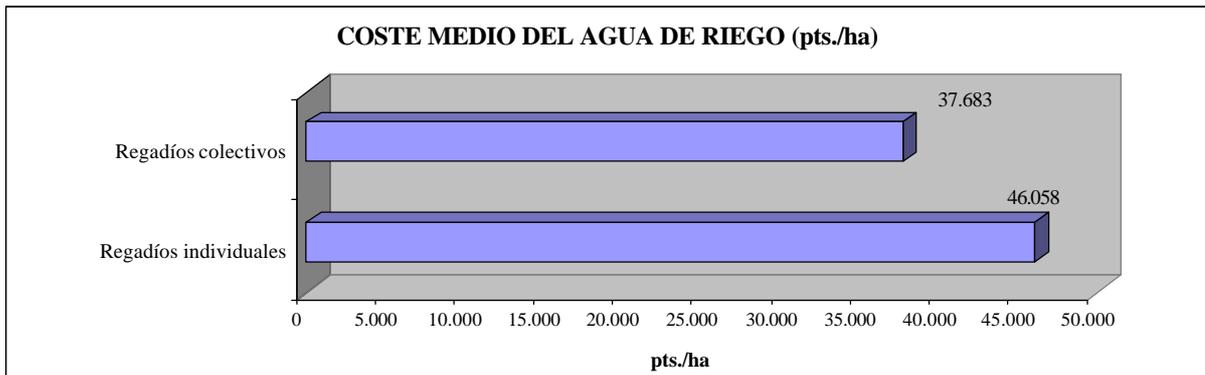
Comunidad Autónoma	Superficie con acequias en tierra	Superficie con conducciones de hormigón en mal estado
Andalucía	125.980	123.764
Aragón	171.984	50.506
Asturias	497	85
Baleares	0	411
Canarias	0	1.050
Cantabria	74	93
Castilla-La Mancha	17.805	14.225
Castilla y León	133.287	72.937
Cataluña	119.345	20.534
Extremadura	2.718	35.748
Galicia	1.515	739
Madrid	5.267	357
Murcia	17.312	3.099
Navarra	37.880	24.839
País Vasco	676	530
Rioja	25.601	5.221
Valenciana	74.533	38.056
Total	734.475	392.194

3.1.2.7 Tipo de tarifa del riego

La tarifa de riego aplicada en los regadíos españoles puede estar determinada por superficie regable, por volumen de agua consumida o mediante una fórmula binómica o mixta establecida en base a la superficie regable y al agua realmente consumida. La tarifa de riego por superficie se aplica en un 82% de la superficie regable, mientras que

la tarifa volumétrica se aplica en un 13% de la superficie, y la fórmula binómica en un 5%.

El coste medio del riego en el regadío español considerando la tarifa del agua, los costes de conservación y mantenimiento de las obras, tanto individuales como colectivas, los gastos energéticos y los gastos de administración son de 37.683 ptas/ha en el caso de los regadíos colectivos y de 46.058 ptas para los regadíos individuales, estando estas cifras referidas al año 1996, fecha en que se realizó el estudio de caracterización y tipificación de los regadíos existentes.



3.2 REGADÍOS EN EJECUCIÓN

3.2.1 Situación de los regadíos en ejecución

Se consideran como regadíos en ejecución aquellas zonas regables, independientemente de que su promotor sea la Administración Central o la Autonómica, en las que ya se han ejecutado inversiones públicas de cierta importancia. De la superficie regable total de la zona, se considera como en ejecución la superficie total regable menos aquella que, declarada su puesta en riego o no, haya sido regada.

Se han considerado 36 zonas en ejecución, que agrupadas por CCAA son las siguientes:

ANDALUCÍA:	Baza-Huéscar Costa Noroeste de Cádiz Cuevas de Almanzora Chanza Genil-Cabra Guaro Sur Andévalo (centro)
ARAGÓN:	Bárdenas II (2ª parte) Canal de Calanda – Alcañiz (1ª parte) Canal del Cinca (3ª parte) y El Tormillo Canal de Civán Monegros I (4º tramo) Monegros II
CASTILLA-LA MANCHA:	Canal de Albacete La Sagra - Torrijos
CASTILLA Y LEÓN:	La Armuña Las Cogotas (Z.R. Río Adaja) Margen Izquierda del Tera Páramo Bajo Riaño (Porma) Riaño (Payuelos)
CATALUÑA:	Aldea-Camarles Alguerri-Balaguer (1ª fase) Ampliación de Vallfornés Margalef Muga - Margen derecha Pla del Sas Perelló-Rasquera San Martín de Tous Segarra-Garrigas Xerta-Senia
EXTREMADURA:	Ambroz Centro de Extremadura Zújar (Sectores V y VIII)
NAVARRA:	Canal de Navarra

Mendavia

RIOJA:

Najerilla

3.2.2 Situación administrativa de las zonas

La base legal por la cual se está actuando en las zonas regables en ejecución, en el ámbito de cada Comunidad Autónoma, es la siguiente:

- Andalucía: Están declaradas como Zonas de Interés Nacional con anterioridad al Real Decreto de transferencias (16-6-84), las zonas regables de Costa Noroeste de Cádiz, Cuevas de Almanzora, Genil - Cabra y Guaro. Declaradas como Zonas de Interés General de la Nación, con posterioridad al Real Decreto de transferencias, está la zona de Chanza. Como Zona de Interés General de la Comunidad Autónoma está la zona de Baza-Huéscar, mientras que la zona definida como Sur Andévalo (centro) se está ejecutando a iniciativa de los agricultores, con ayuda financiera de la Comunidad Autónoma, estando las obras de cabecera ejecutadas y financiadas por la Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- Aragón: Las seis zonas, Bardenas II, Canal de Calanda - Alcañiz, Canal del Cinca (3ª parte), Canal de Civán, Monegros I (4º tramo) y Monegros II están declaradas de Interés Nacional con anterioridad a las transferencias (10-5-85).
- Castilla - La Mancha: De las dos zonas incluidas como regadíos en ejecución, Canal de Albacete está declarada de Interés General de la Nación, y La Sagra – Torrijos es de Interés Nacional.
- Castilla y León: Las zonas de la Margen Izquierda del Tera y la zona de Riaño tienen declaración de Interés General de la Nación, con posterioridad al Real Decreto de transferencias. La zona regable de Las Cogotas (Z.R. Río Adaja) está declarada de Interés General de la Comunidad Autónoma. En La Armuña se está aplicando el Plan de Aprovechamiento Integral de la cuenca del río Tormes, aprobado por Consejo de Ministros en 1961, mientras que el Páramo Bajo carece de soporte legislativo.
- Cataluña: Tienen declaración de Interés Nacional las zonas de Alguerri-Balaguer, Muga-Margen derecha y Aldea-Camarles ; mientras que en las zonas de Margalef, Perelló-Rasquera, San Martín de Tous y Valfornés se está actuando de acuerdo con la legislación de zonas de ordenación de explotaciones. La zona regable de Segarra-Garrigas tiene declarado de Interés General de la Nación la ejecución del Canal Principal, careciendo la transformación de la zona de ningún tipo de declaración. La zona de Pla del Sas se tramita de acuerdo con la Ley de Regadíos de Cataluña y la zona de Xerta-Senia según lo dispuesto en la O.M. que autorizó, para esta zona, la concesión de agua a perpetuidad.
- Extremadura: La zona de Centro de Extremadura está declarada de Interés General de la Nación, mientras que las zonas regables de Ambroz y Zújar están declaradas de Interés Nacional.
- Navarra: La zona regable de Canal de Navarra tiene declarada de Interés General de la Nación la ejecución del Canal, mientras que la transformación de la zona está declarada por Ley Foral. La zona regable de Mendavia está declarada como de Interés Nacional.

- Rioja: La zona del Najerilla se está transformando por la Administración Hidráulica de conformidad con la Ley de Obras Públicas de 1939.

Como resumen de las disposiciones en las cuales se basan las actuaciones en las distintas zonas se tiene:

ZONAS SEGÚN LEGISLACIÓN	Nº ZONAS
Zonas declaradas de Interés General de la Nación	6
Zonas declaradas de Interés Nacional	16
Zonas declaradas de Interés de la Comunidad Autónoma	2
Zonas de Ordenación de Explotaciones	4
Legislación de Obras Públicas (Najerilla y Sur Andévalo-centro)	2
Plan de Aprovechamiento Integral del río Tormes (La Armuña)	1
Legislación Autonómica	3
Sin Legislación (Páramo Bajo y Segarra-Garrigas)	2
TOTAL	36

3.2.3 Resumen de las superficies de regadíos en ejecución

La distribución de superficies regable, regada y pendiente de transformación por Comunidad Autónoma para las 36 zonas en ejecución es la siguiente:

Comunidad Autónoma	Superficie regable (ha)	Superficie regada(ha)	Superficie pendiente transf.(ha)
Andalucía	115.576	54.847	60.729
Aragón	122.356	47.841	74.515
Castilla - La Mancha	55.660	1.015	54.645
Castilla y León	128.857	15.494	113.363
Cataluña	111.980	2.496	109.484
Extremadura	38.299	17.026	21.273
Navarra	60.761	1.861	58.900
Rioja	18.788	10.380	8.408
Total	652.277	150.960	501.317

En el anejo 2 se incluye para cada zona una ficha resumen con los datos y estado de situación siguiente:

- Situación de la zona
- Origen y calidad de las aguas
- Sistema de aplicación del riego y dotación
- Superficie dominada, regable, regada y pendiente de transformación
- Suelo y clase de tierra
- Clima
- Alternativa actual y futura
- Características sociales
- Estado actual de las obras
- Propuesta de actuación

4 PROGRAMAS DE ACTUACIONES DEL PNR

El PNR incluye los siguientes programas de actuaciones:

- Consolidación y mejora de regadíos existentes.
- Regadíos en ejecución
- Nuevos regadíos
- Programas de apoyo

4.1 PROGRAMAS DE ACTUACIÓN EN LAS ACTUALES ZONAS DE REGADÍO

En el proceso de análisis y diagnóstico de situación se han identificado y cuantificado los problemas que se presentan en las zonas actualmente regadas. El impulso a la solución de estos problemas se considera prioritario dentro de la planificación sectorial a fin de:

- Optimizar el riego del agua disponible, reduciendo su consumo en las zonas sobredotadas o con dotaciones suficientes y disminuyendo la demanda o, en su caso, aportando recursos adicionales en los regadíos infradotados.
- Fomentar la incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de riego que, además, de reducir los costes de producción y reforzar la competitividad, favorezcan condiciones de trabajo más adecuadas en las explotaciones en regadíos.
- Contribuir a la recuperación de acuíferos sobreexplotados o en riesgo de sobreexplotación.

Para conseguir estos objetivos, las actuaciones en las citadas zonas de regadíos se agrupan en un programa de mejora de aquellos que, en principio, no tienen problemas de suministro de agua y en un programa de consolidación de los infradotados, ya sea por insuficiencia en las dotaciones o por excesivas pérdidas de agua en sus infraestructuras.

En el cuadro adjunto se detallan por Comunidades Autónomas las superficies en las que, de acuerdo con los resultados de la tipificación y caracterización, es preciso mejorar o consolidar los regadíos. En una primera etapa que alcanza el año 2008, se pretende actuar sobre 1.134.891 ha, que representan el 50% de la superficie total.

PROGRAMA DE CONSOLIDACIÓN Y MEJORA DE REGADÍOS SUPERFICIES DE ACTUACIÓN (ha) POR PROGRAMAS Y POR COMUNIDAD AUTÓNOMA

Comunidad Autónoma	Superficies			
	Consolidación	Mejora	Total Programa	Total al H-2008 (50%)
Andalucía	442.775	134.691	577.466	288.733
Aragón	145.985	138.679	284.664	142.332
Asturias	0	413	413	207
Baleares	0	9.062	9.062	4.531
Canarias	11.045	11.500	22.545	11.273
Cantabria	1.204	1.348	2.552	1.276
Castilla-La Mancha	64.145	119.705	183.850	91.925
Castilla y León	163.088	221.916	385.004	192.502
Cataluña	42.870	112.890	155.760	77.880
Extremadura	41.921	85.928	127.849	63.925
Galicia	0	12.911	12.911	6.455
Madrid	13.566	13.534	27.100	13.550
Murcia	57.318	82.425	139.743	69.872
Navarra	36.242	28.767	65.009	32.504
País Vasco	8.741	0	8.741	4.370
Rioja	1.948	34.126	36.074	18.037
Valenciana	98.472	132.566	231.038	115.519
Total	1.129.320	1.140.461	2.269.781	1.134.891

Para la mejora y consolidación de los regadíos se desarrollarán los siguientes tipos de actuaciones:

- Reparación de las estructuras hidráulicas existentes.
- Modificación del sistema de transporte y distribución.
- Cambio del sistema de aplicación del riego.
- Actuaciones complementarias.
 - Mejora de la red de drenaje.
 - Mejora de la red de caminos.
 - Mejora de la capacidad de regulación y control del agua.
 - Reordenación de la propiedad agraria.
 - Control del consumo de agua (instalación de contadores).
 - Mejora de la gestión del agua
 - Incorporación de agua adicional.

En el cuadro siguiente se detallan por CC.AA. las superficies afectadas por los tipos de actuación que se llevarán a cabo:

PROGRAMA DE CONSOLIDACIÓN Y MEJORA DE REGADÍOS SUPERFICIES DE ACTUACIÓN DEL PNR (ha) POR TIPOS DE ACTUACIÓN Y COMUNIDAD AUTÓNOMA

Comunidad Autónoma	Reparación de estructuras hidráulicas	Modificación del sistema de transporte y distribución	Cambio del sistema de aplicación del riego	Actuaciones complementarias
Andalucía	129.606	213.599	105.840	482.150
Aragón	115.693	70.512	67.029	368.444
Asturias	464	0	0	1.406
Baleares	375	7.671	4.438	20.334
Canarias	4.350	10.050	8.670	9.415
Cantabria	0	0	0	3.501
Castilla-La Mancha	25.375	29.727	97.272	189.627
Castilla y León	155.568	127.123	115.972	832.591
Cataluña	69.610	41.810	67.670	260.360
Extremadura	13.173	57.310	11.201	107.147
Galicia	6.703	1.548	1.548	24.599
Madrid	13.842	0	3.989	21.223
Murcia	0	60.960	62.155	178.153
Navarra	20.617	29.295	15.602	85.996
País Vasco	0	6.855	0	38.407
Rioja	6.054	34.006	23.237	39.451
Valenciana	47.178	5.889	146.278	409.848
Total	608.608	696.355	730.901	

1. Nota.- La suma de los distintos tipos de actuación es superior a 1.134.891 ha, ya que en una misma superficie pueden concurrir más de dos actuaciones distintas.

Complementariamente a estas actuaciones de aplicación general se debe prestar atención particular a las 418.890 hectáreas de regadío ubicadas sobre acuíferos sobreexplotados. En estas zonas, el ahorro de agua que cabe esperar por la mejora o cambio de los sistemas de riego tiene un efecto limitado sobre los volúmenes totales extraídos ya que, debido a los altos costes de extracción, los agricultores suelen utilizar métodos de aplicación eficientes. Por lo tanto, la recuperación de los acuíferos requiere medidas adicionales, cuya aplicación debe impulsarse mediante la colaboración y coordinación entre las Administraciones Públicas competentes y los propios usuarios, tales como:

- Recarga con aguas superficiales
- Aporte de aguas desaladas, desalinizadas o depuradas
- Cambio de orientación productiva de las explotaciones hacia cultivos con exigencias hídricas más reducidas que las actuales
- Compromisos voluntarios de abandono de superficies regadas o de reducción de los volúmenes extraídos

Dentro de las medidas agroambientales de los programas de desarrollo rural para el período 2000-2006 se han previsto actuaciones para incentivar, mediante primas compensatorias, compromisos de reducción del consumo de agua al menos en un 50% de la concesión.

4.2 REGADÍOS EN EJECUCIÓN

En concordancia con las prioridades establecidas y de acuerdo con la situación actual de cada zona regable en ejecución, se proponen las siguientes superficies a transformar por zona y Comunidad Autónoma al horizonte 2008 y en horizontes posteriores.

REGADÍOS EN EJECUCIÓN SUPERFICIES (ha) A TRANSFORMAR EN HORIZONTE 2008 (1)

ZONA REGABLE	COMUNIDAD AUTÓNOMA	SUPERFICIE DOMINADA	SUPERFICIE REGABLE	SUPERF. REGADA EN 1997	SUPERFICIE A TRANSFORMAR R H-2008	SUPERFICIE PENDIENTE H>2008
Baza-Huércar	ANDALUCÍA	28.339	23.012	13.691	-	9.321
Costa Noroeste de Cádiz	ANDALUCÍA	9.100	9.096	5.858	3.238	-
Cuevas de Almanzora	ANDALUCÍA	7.642	4.945	-	3.945	1.000
Chanza	ANDALUCÍA	21.677	16.990	5.698	11.292	-
Genil-Cabra	ANDALUCÍA	44.580	40.600	16.099	2.296	22.205
Guaro	ANDALUCÍA	10.885	8.933	4.901	3.032	1.000
Sur Andévalo (centro)	ANDALUCÍA	44.000	12.000	8.600	-	3.400
Total ANDALUCÍA		166.223	115.576	54.847	23.803	36.926
Bárdenas II	ARAGÓN	48.456	27.355	11.392	6.045	9.918
Canal de Calanda - Alcañiz	ARAGÓN	5.000	4.726	2.300	2.426	-
Canal del Cinca (3ª parte) y El Tormillo	ARAGÓN	26.618	23.087	18.250	4.837	-
Canal de Civán	ARAGÓN	2.295	744	-	744	-
Monegros I (4º tramo)	ARAGÓN	4.617	1.699	1.358	341	-
Monegros II	ARAGÓN	164.843	64.745	14.541	12.000	38.204
Total ARAGÓN		251.829	122.356	47.841	26.393	48.122
Canal de Albacete	CAST.-LA MANCHA	42.078	31.425	-	6.744	24.681
La Sagra - Torrijos	CAST.-LA MANCHA	31.136	24.235	1.015	5.166	18.054
Total CASTILLA-LA MANCHA		73.214	55.660	1.015	11.910	42.735

**REGADÍOS EN EJECUCIÓN: SUPERFICIES (ha) A TRANSFORMAR EN
HORIZONTE 2008 (2)**

ZONA REGABLE	COMUNIDAD AUTÓNOMA	SUPERFICIE DOMINADA	SUPERFICIE REGABLE	SUPERF. REGADA EN 1997	SUPERFICIE A TRANSFOR MAR H-2008	SUPERFICIE PENDIENTE H>2008
La Armuña	CAST. Y LEÓN	48.100	26.500	-	6.577	19.923
Las Cogotas (Río Adaja)	CAST. Y LEÓN	9.000	7.500	3.000	3.000	1.500
Margen Izquierda del Tera	CAST. Y LEÓN	17.000	10.403	1.461	2.479	6.463
Páramo Bajo	CAST. Y LEÓN	43.200	30.249	9.500	-	20.749
Riaño (Porma)	CAST. Y LEÓN	12.011	9.032	1.533	7.499	-
Riaño (Payuelos)	CAST. Y LEÓN	66.575	45.173	-	24.000	21.173
Total CAST.Y LEÓN		195.886	128.857	15.494	43.555	69.808
Aldea - Camarles	CATALUÑA	7.500	6.000	-	100	5.900
Alguerri-Balaguer	CATALUÑA	8.503	8.000	1.246	2.169	4.585
Ampliación de Vallfornés	CATALUÑA	800	500	350	50	100
Margalef	CATALUÑA	4.500	1.500	900	600	-
Muga - Margen derecha	CATALUÑA	3.967	2.700	-	200	2.500
Perelló-Rasquera	CATALUÑA	1.200	880	-	200	680
Pla del Sas	CATALUÑA	4.500	3.500	-	100	3.400
San Martín de Tous	CATALUÑA	650	400	-	100	300
Segarra-Garrigas	CATALUÑA	90.000	72.000	-	1.000	71.000
Xerta-Senia	CATALUÑA	25.000	16.500	-	133	16.367
Total CATALUÑA		146.620	111.980	2.496	4.652	104.832
Ambroz	EXTREMADURA	11.800	3.200	1.000	2.200	-
Centro de Extremadura	EXTREMADURA	27.000	13.831	-	9.008	4.823
Zújar (Sectores V y VIII)	EXTREMADURA	29.075	21.268	16.026	5.242	-
Total EXTREMADURA		67.875	38.299	17.026	16.450	4.823
Canal de Navarra	NAVARRA	78.826	57.713	-	5.707	52.006
Mendavia	NAVARRA	3.653	3.048	1.861	1.187	-
Total NAVARRA		82.479	60.761	1.861	6.894	52.006
Najerilla	RIOJA	29.800	18.788	10.380	4.708	3.700
Total RIOJA		29.800	18.788	10.380	4.708	3.700
TOTAL		1.013.926	652.277	150.960	138365	362.952

En el perímetro geográfico de los regadíos en ejecución, se encuentran interacciones medioambientales de diferente consideración.

El cuadro adjunto muestra las posibles afecciones medioambientales en 238.977 ha, el 22,8% del territorio analizado, con una especial relevancia en zonas como La Armuña, Chanza, Costa Noroeste de Cádiz, Monegros II, Segarra Garrigas y Sur Andévalo.

En alguna de ellas como en los casos de Chanza, Costa Noroeste de Cádiz o Sur Andévalo, la transformación en riego con aguas superficiales reducirá la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

En todo caso, aunque el inicio de las obras en algunas zonas se ha realizado antes de la adhesión de España a la Unión Europea, los nuevos proyectos de los sectores a ejecutar deberán someterse a los procedimientos de evaluación de impacto ambiental, así como definiéndose las medidas correctoras pertinentes.

4.3 PROGRAMA DE REGADÍOS DE INTERÉS SOCIAL

Las directrices generadas de las políticas de regadíos otorgan prioridad, dentro de las nuevas transformaciones, a los regadíos de carácter social en cuanto son determinantes para el desarrollo socioeconómico de las comarcas rurales afectadas, cuya relación, establecida conjuntamente por el MAPA y las CCAA, es la siguiente:

PROGRAMA DE ACTUACIÓN DE REGADÍOS SOCIALES (1)

ZONA REGABLE	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CUENCA	PROVINCIA	SUPERFICIE A TRANSFORMAR (ha)
PLAN LITORAL (VARIAS ZONAS)	ANDALUCÍA	VARIAS	VARIAS	4.000
Total ANDALUCÍA				4.000
AREN	ARAGÓN	EBRO	HUESCA	200
CABECERA CINCA	ARAGÓN	EBRO	HUESCA	1.000
CALANDA OLIVAR	ARAGÓN	EBRO	TERUEL	711
CANAL DE LODOSA	ARAGÓN	EBRO		1.000
CANAL DE MAELLA	ARAGÓN	EBRO	ZARAGOZA	700
CASTELSERAS (AMPLIACIÓN)	ARAGÓN	EBRO	TERUEL	265
EMBALSE GUARA	ARAGÓN	EBRO	HUESCA	1.200
GRAUS	ARAGÓN	EBRO	HUESCA	841
HUERVA	ARAGÓN	EBRO	ZARAGOZA	573
LA CODOÑERA	ARAGÓN	EBRO	TERUEL	200
MAS DE LAS MATAS	ARAGÓN	EBRO	TERUEL	600
MOLINO DE LAS ROCAS	ARAGÓN	EBRO	TER, ZARAG	522
MORA DE RUBIELOS	ARAGÓN	JÚCAR	TERUEL	155
A DEFINIR DURANTE EL PERÍODO DE EJECUCIÓN DEL PNR H-2008	ARAGÓN	VARIAS	VARIAS	13.000
Total ARAGÓN				20.967
REGADÍOS DE AGUAS DEPURADAS	BALEARES	BALEARES	VARIAS	2.250
Total BALEARES				2.250
REGADÍOS DE AGUAS DEPURADAS	CANARIAS	CANARIAS	VARIAS	3.500
REGADÍOS DE MEDIANIAS	CANARIAS	CANARIAS	VARIAS	1.000
Total CANARIAS				4.500
VALDERREDIBLE	CANTABRIA	EBRO	CANTABRIA	1.000
LIEBANA	CANTABRIA	NORTE	CANTABRIA	500
ZONA DE REINOSA	CANTABRIA	EBRO	CANTABRIA	900
SOBA	CANTABRIA	NORTE	CANTABRIA	100
Total CANTABRIA				2.500

PROGRAMA DE ACTUACIÓN DE REGADÍOS SOCIALES (2)

ZONA REGABLE	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CUENCA	PROVINCIA	SUPERFICIE A TRANSFORM (ha)
LA GRAJUELA	CAST.-LA MANCHA	JÚCAR	CUENCA	2.450
ALTO CABRIEL	CAST.-LA MANCHA	JÚCAR	CUENCA	700
ALTO JÚCAR	CAST.-LA MANCHA	JÚCAR	CUENCA	700
MANCHUELA CENTRO	CAST.-LA MANCHA	JÚCAR	CUENCA	4.000
VEGA DEL PICAZO	CAST.-LA MANCHA	JÚCAR	CUENCA	400
RIBERENOS	CAST.-LA MANCHA	JÚCAR	CUENCA	500
RÍO CALVACHE	CAST.-LA MANCHA	TAJO	CUENCA	250
TRADICIONALES DEL TAJO (A.)	CAST.-LA MANCHA	TAJO	CUENCA	700
ALMOGUERA M.I. TAJO	CAST.-LA MANCHA	TAJO	CUENCA-GUADALAJARA	1.000
GUADIELA	CAST.-LA MANCHA	TAJO	CUENCA	500
RÍO CAÑAMARES	CAST.-LA MANCHA	TAJO	GUADALAJARA	200
ATANCE	CAST.-LA MANCHA	TAJO	GUADALAJARA	300
COGOLLUDO	CAST.-LA MANCHA	TAJO	GUADALAJARA	600
ALTO Y MEDIO TAJUÑA	CAST.-LA MANCHA	TAJO	GUADALAJARA	250
PUEBLA DE VALLES	CAST.-LA MANCHA	TAJO	GUADALAJARA	100
CASTREJÓN M.I.	CAST.-LA MANCHA	TAJO	TOLEDO	500
TORRE DE ABRAHAM	CAST.-LA MANCHA	GUADIANA	CIUDAD REAL	1.000
CANAL DE LOS AURILES	CAST.-LA MANCHA	GUADIANA	CIUDAD REAL	400
CANCARIX	CAST.-LA MANCHA	SEGURA	ALBACETE	300
FUENTE ÁLAMO	CAST.-LA MANCHA	SEGURA	ALBACETE	650
TOBARRA (AMPLIACIÓN)	CAST.-LA MANCHA	SEGURA	ALBACETE	700
ONTUR - ALBATANA	CAST.-LA MANCHA	SEGURA	ALBACETE	500
HELLÍN	CAST.-LA MANCHA	SEGURA	ALBACETE	300
Total CASTILLA-LA MANCHA				17.000

PROGRAMA DE ACTUACIÓN DE REGADÍOS SOCIALES (3)

ZONA REGABLE	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CUENCA	PROVINCIA	SUPERFICIE A TRANSFORM (ha)
PEQUEÑAS BALSAS (OLMILLOS Y OTROS)	CASTILLA Y LEÓN	DUERO	SORIA	1.500
VALDAVIA	CASTILLA Y LEÓN	DUERO	PALENCIA	2.400
TÁBARA	CASTILLA Y LEÓN	DUERO	ZAMORA	2.500
Total CASTILLA Y LEÓN				6.400
ESPLUGA CALBA	CATALUÑA	EBRO	LLEIDA	120
FREGINALS	CATALUÑA	EBRO	TARRAGONA	472
GARRIGUES SUD ETAPA III	CATALUÑA	EBRO	LLEIDA	844
GARRIGUES SUD ETAPA IV F1	CATALUÑA	EBRO	LLEIDA	850
GARRIGUES SUD ETAPA IV F2	CATALUÑA	EBRO	LLEIDA	455
ELS GUIAMETS	CATALUÑA	EBRO	TARRAGONA	2.024
L'OLVERA AL VILOSELL	CATALUÑA	EBRO	LLEIDA	100
L'OLVERA A L'ALBIL, POBLA DE CERVOLES I LES BORJES BLANQUES	CATALUÑA	EBRO	LLEIDA	385
LA SENIA (AGUAS RESIDUALES)	CATALUÑA	EBRO	TARRAGONA	200
MAS DE BARBERANS	CATALUÑA	EBRO	TARRAGONA	400
VALLS (AGUAS RESIDUALES)	CATALUÑA	EBRO	TARRAGONA	350
Total CATALUÑA				6.200
ALCOLLARIN-MIAJADAS	EXTREMADURA	GUADIANA	CÁCERES	2.500
AMPLIACIÓN ZÚJAR	EXTREMADURA	GUADIANA	BADAJOS	1.100
LA SERENA	EXTREMADURA	GUADIANA	BADAJOS	2.500
OTRAS ZONAS	EXTREMADURA	GUADIANA	CAC/BAD	850
Total EXTREMADURA				6.950
VARIAS ZONAS	GALICIA	VARIAS	VARIAS	2.500
Total GALICIA				2.500
BARGOTA II	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	100
FUNES "EL RASO Y LAS SUERTES"	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	800
URRAUL BAJO-LUMBIER	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	217
SESMA III	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	100
SANTACARA II	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	420
ANDOSILLA II	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	750
AIBAR "EL SASO"	NAVARRA	EBRO	NAVARRA	500
Total NAVARRA				2.887
RIOJA ALAVESA (VARIAS ZONAS)	PAÍS VASCO	EBRO	ÁLAVA	5.000
Total PAÍS VASCO				5.000
CIDACOS	RIOJA	EBRO	RIOJA	1.000
IREGUA	RIOJA	EBRO	RIOJA	2.000
OJA-TIRÓN	RIOJA	EBRO	RIOJA	1.200
YALDE	RIOJA	EBRO	RIOJA	1.072
Total RIOJA				5.272
TOTAL NACIONAL				86.426

**PROGRAMA DE ACTUACIÓN DE REGADÍOS SOCIALES
RESUMEN POR COMUNIDAD AUTÓNOMA**

Comunidad Autónoma	Nº de zonas	Superficie (ha)
Andalucía	Varias	4.000
Aragón	Varias	20.967
Baleares	1	2.250
Canarias	2	4.500
Cantabria	4	2.500
Castilla-La Mancha	23	17.000
Castilla y León	3	6.400
Cataluña	11	6.200
Extremadura	Varias	6.950
Galicia	Varias	2.500
Navarra	7	2.887
País Vasco	1	5.000
Rioja	4	5.272
Total		86.426

4.4 PROGRAMA DE REGADÍOS PRIVADOS

En la planificación de nuevos regadíos también se deben tener en cuenta las iniciativas privadas, de conformidad con la legislación vigente sobre concesiones, autorizaciones, ayudas públicas, etc.

En el Horizonte 2008 se estima que las transformaciones promovidas por particulares pueden alcanzar las 18.000 hectáreas.

4.5 RESUMEN DE ACTUACIONES EN NUEVOS REGADÍOS

En el Horizonte 2008 se propone la puesta en riego de 242.791 ha de nuevas superficies, concediendo prioridad a la terminación de 138.365 ha de planes en ejecución y a la transformación de 86.426 ha por razones de interés social, con la siguiente distribución territorial:

CUADRO RESUMEN DE NUEVOS REGADÍOS PNR H-2008 (ha)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	REGADÍOS EN EJECUCIÓN	REGADÍOS SOCIALES	REGADÍOS PRIVADOS SUBVENCIONADOS	TOTAL
Andalucía	23.803	4.000	-	27.803
Aragón	26.393	20.967	-	47.360
Asturias	-	-	-	-
Baleares	-	2.250	-	2.250
Canarias	-	4.500	-	4.500
Cantabria	-	2.500	-	2.500
Castilla-La Mancha	11.910	17.000	-	28.910
Castilla y León	43.555	6.400	-	49.955
Cataluña	4.652	6.200	-	10.852
Extremadura	16.450	6.950	-	23.400
Galicia	-	2.500	-	2.500
Madrid	-	-	-	-
Región de Murcia	-	-	-	-
Navarra	6.894	2.887	-	9.781
País Vasco	-	5.000	-	5.000
La Rioja	4.708	5.272	-	9.980
Comunidad Valenciana	-	-	-	-
Sin regionalizar	-	-	18.000	18.000
Total	138.365	86.426	18.000	242.791

4.6 PROGRAMAS DE APOYO

De forma complementaria a las actuaciones para la mejora y consolidación de regadíos y a las nuevas transformaciones, es necesario prever actuaciones de apoyo que permitan, por un lado, hacer un seguimiento y evaluación de los resultados que se vayan obteniendo y, por otro, mejorar las técnicas de riego, la calidad de los materiales y la formación de técnicos y regantes.

- Apoyo a las actuaciones de modernización y transformación

En cada zona de actuación se realizará un seguimiento de la evolución tanto del grado de eficiencia de los sistemas de riego y drenaje, como de los suelos en función de la calidad del agua de riego, así como, del estado de las infraestructuras.

Para ello se impulsarán en el CENTER y en colaboración con los fabricantes, los trabajos de normalización, ensayo y homologación de materiales y equipos y se establecerá la necesaria colaboración con las Comunidades Autónomas en materia de suelos y calidad de aguas.

Para evaluar los resultados derivados de las actuaciones programadas se estudiarán en cada zona distintas variables socioeconómicas y, entre ellas, los impactos en la estructura de las explotaciones, en las producciones y rentas agrarias, en el empleo y en la población rural.

Tanto en la fase de ejecución de los proyectos como en la de explotación de los regadíos se realizará un seguimiento de las condiciones formales derivadas de las declaraciones de impacto ambiental y de los efectos sobre el suelo, la vegetación, la flora y la fauna, paisajes, etc.

- Transferencia de tecnología

Un factor decisivo para alcanzar una gestión eficaz de los recursos hídricos consumidos, es el nivel de capacitación profesional de los técnicos y agricultores que, en los casos de cambios de sistemas de riego derivados de las actuaciones de modernización, han de adaptarse a la utilización de nuevos materiales, métodos de fertirrigación, automatismos, etc. y que en las nuevas transformaciones han de iniciarse en el manejo de equipos y técnicas de riego.

Por lo tanto es necesario facilitar la formación y perfeccionamiento profesional de técnicos y regantes, mediante cursos, seminarios, jornadas, etc. de carácter técnico-práctico y de nivel adecuado a los distintos grupos de destinatarios.

5 POLÍTICA AMBIENTAL Y REGADÍO

La creciente sensibilidad de la sociedad por el medio ambiente y el extenso campo normativo y legislativo existente en esta materia, tanto a nivel comunitario como nacional, hacen que los factores ambientales tengan una destacada influencia en toda planificación del desarrollo económico. En concreto, para la planificación de los regadíos la protección del medio natural va a establecer importantes limitaciones y condicionantes.

5.1 POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DE LA UNIÓN EUROPEA

El medio ambiente ha pasado en tres décadas de ser un concepto casi marginal e idealista a una necesidad práctica y concreta, sentida por toda la sociedad actual. A ello ha contribuido la generalización de un modelo de desarrollo acelerado e intensivo que ha provocado problemas ecológicos no deseados, sobre todo en la década de los 80.

Al tiempo que se comprobaba que ese modelo de desarrollo podía poner en riesgo la continuidad de la vida en el planeta, fue cada vez más contestado, y se abrió camino un nuevo modelo que cuestiona los postulados de crecimiento económico indiscriminado y defiende otro tipo de valores que miran más hacia el respeto al medio ambiente como un derecho de las generaciones futuras.

La Unión Europea consciente de esta realidad, ha reaccionado a favor de este nuevo modelo de desarrollo considerándolo como un desafío e incorporándolo en toda su normativa como un objetivo a alcanzar. Aunque hay antecedentes de la preocupación de la U.E. por los temas ambientales (desde la Conferencia de Estocolmo del año 1972, hasta el Acta Única del 86) es a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992) cuando se adquiere, por parte de todos los Estados firmantes de la Declaración de Río y de los convenios internacionales que allí nacieron, el firme compromiso de avanzar hacia el llamado Desarrollo Sostenible.

Estos compromisos se incorporaron inmediatamente a la normativa comunitaria a partir de la aprobación del V Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible (1993). En este Programa se deciden cinco sectores prioritarios sobre los que tienen que aplicarse especialmente los contenidos del V Programa. Dichos sectores son la agricultura, la energía, el transporte, turismo y la industria.

Pero los antecedentes de la U.E son importantes, y con anterioridad a este programa se habían desarrollado otros cuatro programas de acción de política ambiental que han dado lugar a que, en la actualidad, exista un auténtico entramado más o menos armónico de normas y principios para la conservación del medio ambiente, que pone de manifiesto la intensa evolución de la política ambiental comunitaria. Todo ello tiene como denominador común conseguir la plena integración de los principios de conservación de los recursos naturales y del medio ambiente en las políticas sectoriales.

Hay que ser conscientes que desde la entrada en vigor del Tratado de Amsterdam esta filosofía se consolida, al adquirir la cláusula de la integración un papel preponderante en el Tratado, y al ser considerado dicho principio el instrumento más idóneo para fomentar el desarrollo sostenible. Los Consejos europeos de Cardiff y de Viena (1998) impulsaron su pronta aplicación, de tal forma que las limitaciones ambientales surgidas como consecuencia de la aplicación de los compromisos

existentes, no representan opciones voluntarias sino obligaciones imprescindibles para poder afrontar uno de los mayores retos que se ha planteado la Unión Europea en relación con su política ambiental y con todas sus políticas sectoriales.

De esa gran profusión de normas existentes en materia de medio ambiente en el seno de la UE, a continuación se señalan algunas de las normas generales de conservación del medio ambiente que tienen más incidencia en el sector agrario, a los efectos de la citada integración:

- Directiva 79/409/CEE, relativa a la conservación de las aves silvestres.
- Directiva 85/337/CEE modificada por la Directiva 97/11/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (evaluaciones de impactos ambientales)
- Directiva 90/220 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de Organismos modificados genéticamente y sus posteriores modificaciones.
- Directiva 91/156/CEE, sobre residuos.
- Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los habitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Directiva 96/61/CEE relativa a la prevención y control integrado de la contaminación
- Directiva 2000/60, marco del agua.

De todas las normas citadas hay cuatro que tienen una especial incidencia tanto en el proceso de planificación de regadíos como en la posterior ejecución:

5.1.1 Directivas Aves y Habitats

Las Directivas 79/409/CEE del Consejo de 2 de abril de 1979 y 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992, conocidas, para simplificar, respectivamente como "Aves" y "Habitats" representan la normativa comunitaria más importante dirigida a la preservación de los hábitats y de la diversidad biológica, flora y fauna silvestres. Son instrumentos jurídicos por los que se comprometen la Comunidad y los Estados miembros a adoptar una serie de medidas específicas para la protección no solo de las especies, sino también de sus hábitats. Esta concepción añade un nuevo criterio de conservación a los que tradicionalmente se venían utilizando, basado en la consideración conjunta de los hábitats y de las especies, al tener en la práctica efectos complementarios.

En virtud de ambas Directivas es preceptivo que los Estados miembros determinen unas superficies de territorio (Zonas de Especial Protección para las aves o ZEPAs y Lugares de Interés Comunitario o LICs, respectivamente) donde los Estados miembros deben establecer especiales medidas de protección y gestión para el mantenimiento de los hábitats y las poblaciones enumeradas en los anexos de ambas directivas. Entre estas medidas hay que destacar las que tratan de evitar dentro de estos territorios, la contaminación y el deterioro de los hábitats, así como las perturbaciones

que afecten al ciclo biológico de las especies, en particular de las incluidas en los Catálogos de Especies Amenazadas.

No obstante, estas superficies o áreas de aplicación de las Directivas "Aves" y "Hábitats" pueden albergar junto a hábitats naturales otras zonas más antropizadas, generalmente cultivos u otras formas tradicionales de usos del suelo. En ellas existe también una biodiversidad, incluso, en ciertos casos más valiosa que la que hubiera poseído el mismo territorio sin esos usos, y que puede haber contribuido también a la creación de una ZEPA o un LIC determinado. Son paisajes agrarios cuya conservación empieza también a cobrar cada vez más importancia en las políticas agrícolas europeas y nacionales.

El conjunto de zonas LIC propuestas por los Estados miembros será la base para la futura Red Europea de Zonas de especial conservación, Red Natura 2000, en la que todos los tipos de hábitats o espacios comunitarios de interés y en buen estado de conservación estarán representados. En cumplimiento de la Directiva de hábitats España ha presentado ante la U.E. su propuesta de LIC que, según información del Ministerio de Medio Ambiente, alcanza una superficie de 11.675.531 hectáreas, lo que representa más del 20 por ciento de la superficie nacional y cuya distribución regional es la del cuadro siguiente.

LUGARES DE INTERÉS COMUNITARIO (LICs). AÑO 2001

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)
Andalucía	2.587.143
Aragón	1.045.788
Asturias	218.037
Baleares	170.276
Cantabria	118.574
Castilla-La Mancha	1.486.832
Castilla y León	2.186.841
Cataluña	621.192
Ceuta	1.467
Extremadura	828.942
Galicia	325.798
Islas Canarias	476.495
Madrid	319.906
Murcia	344.911
Navarra	247.684
País Vasco	110.989
Rioja	166.423
C.Valenciana	418.234
Total	11.675.531

En cumplimiento de la Directiva de Aves, el Estado Español ha venido estableciendo, desde su adhesión a la U.E., un gran número de áreas de su territorio como ZEPAs. Según información del Ministerio del Medio Ambiente, en las fechas actuales existen 280 ZEPAs, cuya superficie alcanza un total de 5.794.267 de hectáreas, todas ellas incluidas en los LIC. Esta superficie representa el 20% de la totalidad de las ZEPAs declaradas en la U.E., siendo España el Estado miembro con más superficie de ZEPAs declaradas, superior al conjunto de zonas designadas por países como Francia, Portugal, Italia y Grecia, que también cuentan con una gran riqueza ornitológica. La distribución regional se recoge en el cuadro y mapa siguientes:

ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN AMBIENTAL (ZEPAs). AÑO 2001

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)
Andalucía	1.017.489
Aragón	270.693
Asturias	57.776
Baleares	119.135
Canarias	208.523
Cantabria	79.114
Castilla-La Mancha	959.636
Castilla y León	1.852.555
Cataluña	65.751
Ceuta	630
Extremadura	600.608
Galicia	6.692
Madrid	185.328
Melilla	55
Murcia	40.661
Navarra	79.933
País Vasco	39.277
Rioja	165.870
C.Valenciana	44.542
Total	5.794.267

5.1.2 Directiva de nitratos

La Directiva 91/176/CEE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrario, conocida como Directiva de Nitratos, es la norma comunitaria relacionada con la contaminación de suelos y aguas, que más puede incidir en el PNR.

Establece la figura de “zonas vulnerables” para aquellas superficies cuya escorrentía o filtración afecte o pueda afectar a masas de aguas contaminadas por nitratos o con riesgo de estarlo.

La Directiva exige a cada Estado miembro la declaración de las zonas vulnerables y su comunicación a la Comisión, así como la revisión de las mismas al menos cada cuatro años. Igualmente fija la obligatoriedad de elaborar unos programas de acción para estas zonas que contengan medidas para prevenir y reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario. Entre dichas medidas cabe citar la limitación de las aplicaciones de fertilizantes al terreno (según tipo de suelo, condiciones climáticas, necesidades de riego, etc.) e incluso su prohibición en ciertos períodos, así como todas aquellas que incidan en la gestión del uso del agua. En todo caso estos programas incluirán las medidas incorporadas en los códigos de buenas prácticas agrarias, que así mismo prevé la Directiva para su aplicación voluntaria por los agricultores en condiciones normales. Es decir, dichos códigos pasan a ser obligatorios para las zonas vulnerables.

Actualmente en España hay ya **1.300.000** hectáreas de superficie de regadío ubicadas en las zonas vulnerables declaradas por las Comunidades Autónomas.

5.1.3 Directiva Marco de Aguas

Desde la década de los 70 la UE ha aprobado más de 25 Directivas que se refieren tanto a las aguas dulces como a las marinas y pueden diferenciarse fundamentalmente en dos tipos: las que tratan de impedir el vertido de sustancias peligrosas y las que fijan normas mínimas de calidad según el uso que vaya a tener el agua (para la bebida, para el baño, etc.).

Era, por tanto, conveniente actualizar y agrupar toda esta normativa en una Directiva global sobre la materia. Este es uno de los objetivos de la Directiva 2000/60, del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Esta Directiva trata de fijar unos principios comunes, además de garantizar la coordinación, la integración y la adaptación de las estructuras a esos principios generales de protección y uso sostenible del agua en la Comunidad, respetando la subsidiaridad de los Estados miembros.

La Directiva propicia la reflexión sobre la forma de abordar esta nueva política de aguas, en la que la dimensión ambiental es prioritaria y va a conducir a nuevas formas de gestión y a una nueva cultura del uso del agua. Al tratarse de un bien escaso hay que considerar este recurso como un bien económico que está sujeto a la aplicación del principio de quien contamina paga, y para el que también se tendrá en cuenta el principio de recuperación de los costes.

Esta Directiva que, en su conjunto es muy positiva, en cuanto pretende salvaguardar los intereses medioambientales, ha de ser tenida en cuenta en todas las actuaciones relativas a los regadíos, en las que como puntos más importantes hay que señalar los siguientes:

- La protección de las aguas superficiales, subterráneas y marinas, para conseguir un buen estado de las aguas, considerando aspectos cuantitativos, cualitativos y ecológicos.
- La utilización de las mejores técnicas medioambientales para el control de la contaminación difusa.
- La recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua (referentes a la regulación, explotación, mantenimiento y amortización de las obras hidráulicas, así como los costes ecológicos). No obstante, debe tenerse en cuenta que el artículo 9 de la Directiva en su punto 4 establece que los Estados miembros no incumplirán la Directiva si deciden no aplicar la recuperación íntegra de los costes, de acuerdo con las prácticas establecidas para una determinada actividad de uso de agua y siempre y cuando ello no comprometa el logro de sus objetivos.

Las nuevas orientaciones para la política de regadío que se plasman en el PNR Horizonte 2008, incorporan las exigencias ambientales al tiempo que dan una gran importancia en sus programas de actuaciones al ahorro de agua de riego y a la gestión de la misma, reduciendo al máximo los retornos y propugnando la limitación a las transformaciones en regadío en determinadas unidades hidrogeológicas.

5.2 LA POLÍTICA MEDIO AMBIENTAL DE LA UE Y LA PAC

Al ser el sector agrario uno de los considerados por la Unión Europea como prioritarios a los efectos de la integración de los aspectos ambientales, puede decirse que la política ambiental comunitaria ha tenido una pronta repercusión en la política

agrícola común (PAC), hasta el extremo que las dos últimas reformas de la PAC han estado muy condicionadas por los compromisos ambientales antes apuntados.

En efecto, la integración del medio ambiente en el sector agrario se empieza a plasmar en la Reforma de la PAC del 92, que incorporó medidas de contenido claramente medioambiental, en especial a partir de los Reglamentos (CEE) 2078/92 y (CEE) 2080/92 del Consejo que, respectivamente, fomentaban medidas agroambientales y medidas forestales en la agricultura. Pero es sobre todo en la última reforma, en la Agenda 2000, cuando se completan las medidas para dicha integración y para el cumplimiento de los principios y normas derivados de los convenios internacionales en materia de medio ambiente. No en vano el artículo 2 del Tratado de Amsterdam refuerza como objetivo principal de la Política comunitaria la integración del medio ambiente para obtener un desarrollo sostenible.

En síntesis, podría decirse que la última reforma de la PAC persigue que la agricultura desarrolle al máximo sus efectos positivos sobre el medio ambiente, al tiempo que elimine los negativos. Por otra parte, pretende ser la respuesta a los nuevos retos planteados durante los últimos años a la agricultura europea, dos de los cuales son la clave de su futuro : la ampliación de la UE y las negociaciones que se llevan a cabo en la Organización Mundial de Comercio.

A este respecto, es general el reconocimiento del positivo papel que la agricultura desempeña en la consecución del desarrollo sostenible. Pero la evolución de las tecnologías que se están aplicando a la agricultura para intensificar la producción y lograr mejores rendimientos al menor coste, ha provocado una presión creciente sobre los recursos naturales y sobre el medio ambiente en general, poniendo de relieve la necesidad de incorporar requisitos medioambientales para evitar o paliar los posibles efectos negativos de estas tecnologías.

La gran interdependencia existente entre la agricultura y el medio ambiente hace que de igual modo que pueden producirse efectos nocivos para el medio ambiente por una agricultura agresiva, también la agricultura puede contribuir de forma muy positiva a lograr los objetivos de conservación del medio natural.

Los Reglamentos surgidos de la reforma, parten de estos planteamientos y reflejan estas preocupaciones, incorporando numerosos criterios y disposiciones de carácter ambiental que permitan configurar un nuevo modelo de agricultura orientada a la consecución del desarrollo sostenible y la integración del medio ambiente en el sector.

Así, entre otros se pueden citar :

- El Reglamento (CE) 1260/99, por el que se establecen disposiciones generales sobre los Fondos Estructurales regula de forma específica las exigencias medioambientales para que puedan ser aplicados dichos Fondos a la financiación de los programas propuestos por los Estados miembros. Con carácter general puede afirmarse que considera la fase de evaluación y seguimiento de los programas como una parte imprescindible para garantizar la integración de la política ambiental en la PAC. Para dichas evaluaciones se utilizarán indicadores agroambientales.
- El Reglamento (CE) 1257/99 sobre ayuda al desarrollo rural también exige una valoración del impacto ambiental del Programa mediante los correspondientes indicadores. Pero además obliga a la aplicación de códigos de “buenas prácticas agrícolas”.

- El Reglamento (CE) 1259/99, sobre los regímenes de ayuda directa de la PAC, condiciona el pago de dichas ayudas directas a los agricultores a que se cumplan una serie de requisitos en materia de medio ambiente. Además traslada a los Estados miembros la responsabilidad de adoptar las medidas apropiadas para la conservación del medio ambiente y de determinar las sanciones que correspondan por su incumplimiento.
- Igualmente se podrían citar el Reglamento (CE) 1251/99 sobre el régimen de apoyo a los productores de determinados cultivos herbáceos; el Reglamento (CE) 1254/99 sobre la OCM en el sector de la carne de vacuno y los correspondientes a todos los sectores.

En todos ellos se exige el cumplimiento de “unas normas medioambientales mínimas” que o bien se establecen en cada Reglamento o de lo contrario, hay que entender que se refieren a la necesidad de fijar unos estándares ambientales que como mínimo comprendan “el respeto de las exigencias medioambientales obligatorias” (artículo 28 del Reglamento CE 1750/99).

La U.E. también ha elaborado una Estrategia de integración de los aspectos medioambientales y el desarrollo sostenible en la PAC, que reconoce la diversidad de las distintas regiones europeas, basando la competencia de su aplicación y toma de decisiones en las autoridades nacionales y locales para poder así adaptarlas a las situaciones particulares de cada zona.

En dicha Estrategia emerge un modelo agrario europeo que reserva a la agricultura un papel multifuncional en el que, además de su función productiva, se incluyen la protección del medio ambiente y el paisaje, la seguridad y la calidad alimentaria y el bienestar de los animales. Sin embargo, las medidas ambientales aplicadas en la PAC también deberán tener en cuenta la necesidad de mantener la competitividad de los agricultores europeos frente a los de los demás países.

En conclusión, la integración del medio ambiente en la agricultura implica, por una parte, el cumplimiento de los mandatos generales existentes en la U.E. en materia de medio ambiente y, por otra, el cumplimiento de las normas específicas surgidas de la reforma de la PAC, que están a su vez impregnadas de requisitos ambientales.

Todo ello condiciona de forma importante, la ejecución de la política agraria y de desarrollo rural. En ocasiones obligará a establecer limitaciones a ciertas prácticas agrícolas (empleo de fitocidas, fertilizantes, etc.) pero también puede conducir incluso a fijar prohibiciones para determinados cultivos o formas de explotación en algunas zonas. En este sentido, hay que prestar especial atención a las zonas vulnerables declaradas en virtud de la Directiva de Nitratos y a las zonas protegidas incluidas en la Red Natura 2000, creadas en virtud de la Directiva de Habitats.

Para compensar estas limitaciones y prohibiciones, la PAC cuenta con un sistema de incentivos que estimula el desarrollo de una política más activa y respetuosa con el medio ambiente. Dichos incentivos están recogidos principalmente en los Reglamentos derivados de la reforma de la PAC que antes se han citado.

Todo ello obliga a analizar los Programas Comunitarios Agrarios y las diferentes medidas que se vayan a aplicar desde la perspectiva ambiental y a hacer un seguimiento y una evaluación de los mismos. Entre los mecanismos a utilizar para tal fin se resalta el uso de indicadores agro-ambientales, así como de aquellos otros que inciden sobre los aspectos sociales y económicos necesarios para la consecución del desarrollo sostenible.

5.3 POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL NACIONAL

La política medioambiental española, se sitúa en el marco de la política ambiental de la U.E., dado el carácter supranacional y obligatorio que tiene la normativa comunitaria. Sin embargo, ese plano supranacional permite diferentes aplicaciones que son afrontadas por los distintos Estados miembros en sus respectivas políticas nacionales.

Dentro de la política medioambiental española, únicamente se va a hacer una breve referencia a dos grandes áreas, por ser las que están más relacionadas con la agricultura, en general, y con el regadío, en particular:

- La política de conservación de la naturaleza.
- La política del agua y los recursos hidráulicos.

La política de conservación de la naturaleza está inspirada en la Estrategia Española para la Conservación y Uso sostenible de la Diversidad Biológica que a su vez se inscribe en la Estrategia de la Comunidad Europea en materia de Biodiversidad.

Uno de los apoyos fundamentales de tal Estrategia es la preservación de los ecosistemas. En este campo las acciones prioritarias han estado encaminadas a completar y consolidar la Red de Parques Nacionales, concebida como un muestrario suficientemente representativo y bien conservado de la diversidad ecológica de nuestro país. Para lograr este objetivo se han ido incorporando las representaciones más significativas de los principales ecosistemas españoles aún ausentes de la Red, y se les ha dotado a todos de los correspondientes instrumentos de planificación y gestión.

Otro instrumento básico para la protección de los habitats lo forman los espacios protegidos autonómicos. Las Comunidades Autónomas en uso de sus competencias han declarado, a través de diferentes figuras de sus legislaciones, un elevado número de espacios protegidos con distintos niveles de protección según la figura legal de que se trate. En el cuadro siguiente se resume la superficie de espacios protegidos por CC.AA., donde figura la superficie total de espacios naturales protegidos que asciende a 3.605.500 hectáreas.

ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Provincia/ Comunidad	Superficie (ha)	Provincia/ Comunidad	Superficie (ha)	Provincia/ Comunidad	Superficie (ha)
Sevilla	172.085	Cantabria	56.403	Pontevedra	3.865
Málaga	38.503	CANTABRIA	56.403	Orense	25.977
Jaen	312.973	Guadalajara/Cuenca	105.780	Lugo	564
Huelva	325.445	Guadalajara	69.071	A Coruña	15.784
Granada/Almería	171.832	Cuenca	3.389	GALICIA	46.190
Granada	80.438	Ciudad Real	42.599	Baleares	38.508
Córdoba	133.705	Albacete	4.444	ISLAS BALEARES	38.508
Cádiz	240.971	CASTILLA-LA MANCHA	225.283	La Rioja	23.673
Almería	96.545	Zamora	24.300	LA RIOJA	23.673
ANDALUCÍA	1.572.499	Soria	10.466	Madrid	104.046
Zaragoza	2.172	Segovia	4.972	MADRID	104.046
Teruel	3.262	León	141.764	Murcia	56.764
Huesca	97.443	Burgos	3.089	MURCIA	56.764
ARAGÓN	102.877	Ávila	96.878	Navarra	71.225
Asturias	101.113	CAST. Y LEÓN	281.469	NAVARRA	71.225
ASTURIAS	101.113	Tarragona	11.577	Vizcaya	28.158
Tenerife	103.237	Lleida	17.569	Guipuzcoa	19.287
Lanzarote	75.398	Girona	35.047	Álava	32.679
La Palma	26.446	Barcelona	76.023	PAÍS VASCO	80.123
Hierro	16.330	CATALUÑA	140.217	Valencia	20.933
Gran Canaria	70.177	Cáceres	210.731	Castellón	35.211
Gomera	12.652	Badajoz	68.039	Alicante	15.566
Fuerteventura	50.390	EXTREMADURA	278.771	C. VALENCIANA	71.709
CANARIAS	354.630			Total	3.605.500

Pero la mayor extensión superficial la ocupan los Lugares de Interés Comunitario (LIC) que van a representar una aportación importante a la Red Natura 2000, no solo cuantitativa sino también cualitativa, por contener ecosistemas muy ricos en diversidad biológica. Entre ellos se incluyen las ZEPAS, que tienen un papel destacado en la protección de las aves por la gran variedad de habitats y especies de aves que albergan, así como a muchos de los Espacios Naturales Protegidos, anteriormente citados.

Otro aspecto básico de la política de conservación de la naturaleza la constituye la conservación de especies y muy especialmente de especies amenazadas, tanto de flora como de fauna. Con este fin las Comunidades Autónomas están desarrollando planes de recuperación, conservación y manejo de estas especies. También ha servido para lograr este objetivo la elaboración, revisión y actualización de los Catálogos, nacional y autonómicos.

Los principales instrumentos normativos para la ejecución de esta política son la Ley 4/1984, de Conservación de las Especies Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, y las leyes 40/1997 y 41/1997, que modifican parcialmente la anterior; así como el Real Decreto 1997/1995, de medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los habitats naturales y de la flora y fauna silvestres. Con él se hizo la transposición de la Directiva de habitats al ordenamiento jurídico interno. Fue

modificado por el R. Decreto 1193/1998, para adaptarlo a su vez a la última modificación de la citada directiva.

La política de aguas ha estado marcada por la planificación hidrológica, que cobró una especial importancia a partir de la Ley de Aguas de 1985 al considerarla imprescindible para poder hacer una política coherente en esta materia. El máximo exponente de esta planificación ha sido el Plan Hidrológico Nacional que constituirá el marco general de dicha política junto con la Directiva marco del agua, ya comentada.

Puede afirmarse que hay dos aspectos sobresalientes que acumulan los mayores esfuerzos : Conseguir el buen estado ecológico del dominio público hidráulico prestando la máxima atención a los factores ambientales (caudales ecológicos, controles de vertidos, etc.), y racionalizar el uso del agua ante el gran incremento de su demanda y el destacado papel que juega en el equilibrio del desarrollo regional y sectorial.

Los principales instrumentos normativos para llevar a cabo la política de aguas son :

- La ya citada Ley 29/1985, de Aguas, así como el R. Decreto 849/86 que aprobó el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, el R. Decreto 650/87 que definió los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y los Planes Hidrológicos, y el R. Decreto 927/1988 que aprobó el Reglamento de la Administración Pública Hidráulica.
- Asimismo hay que resaltar el R. Decreto 1138/90, por el que se aprueba el Reglamento Técnico Sanitario para abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables y el R. Decreto 261/96 sobre protección de las aguas subterráneas contra la contaminación por nitratos de origen agrario, que traspone la Directiva 91/676/CEE del Consejo. Ambos configuran la política medioambiental de las aguas y los recursos hídricos en especial en los aspectos relacionados con la agricultura.
- La Ley 46/99, de Aguas que modifica la anterior Ley del año 85, articula mecanismos jurídicos para mejorar la gestión del agua a nivel nacional y fomentar la participación en dicha gestión, pero sobre todo contempla una serie de medidas para la protección de la calidad de las aguas y para establecer políticas de ahorro de agua.

Respecto a las políticas de ahorro de agua, aparte de fomentar la utilización de nuevas tecnologías de desalación y reutilización, esta Ley establece lo siguiente, de gran influencia en los regadíos :

- La obligación de los titulares de derechos de uso privativo del agua a instalar y mantener sistemas de medida homologados.
- El establecimiento de la obligatoriedad de la constitución de comunidades de usuarios en los acuíferos declarados sobreexplotados o en riesgo de estarlo.
- La introducción de un factor corrector sobre los cánones de explotación y conservación de las obras hidráulicas, a satisfacer por los usuarios de agua para riego cuando estos consuman cantidades superiores o inferiores a las dotaciones de referencia. Este factor puede oscilar entre 2 y 0,5.

6 CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL REGADÍO

6.1 CUANTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

6.1.1 Introducción

La actividad agraria en regadío es esencial para alcanzar la seguridad alimentaria y fomentar el desarrollo rural. No obstante, a pesar de sus efectos beneficiosos, esta actividad puede tener efectos desfavorables. Un primer aspecto a considerar es la utilización de recursos naturales y económicos que la transformación en riego implica. En lo que se refiere al uso del agua, el consumo de la agricultura de regadío supone en España un 67% de los recursos hídricos.

La utilización de recursos hídricos adicionales para la transformación de nuevas tierras deberá hacerse en competencia con otros usos del agua, como son los abastecimientos urbanos e industriales y el suministro a zonas de interés ecológico.

El agua es un elemento fundamental en muchos aspectos de la vida y actualmente se tiende a disponer mucho más de ella en agricultura (cada vez se requiere más producción para alimentar al número creciente de seres humanos) a la vez que su disponibilidad es cada vez más escasa.

En muchas áreas, sin embargo, la agricultura se enfrenta a una competencia creciente con usos urbanos e industriales. También es cierto que se aprecia una voluntad de reconocimiento de las necesidades medioambientales y de un reparto coherente entre el recurso hídrico destinado para la producción de alimentos y el destinado para otros usos.

La agricultura puede afectar de diversas formas a la cantidad de agua disponible para otros usos alternativos. Así, la eliminación de una cubierta arbórea para establecer pastos o cultivos da lugar a una mayor escorrentía superficial que reduce el porcentaje de agua que llega a los acuíferos.

Las necesidades medioambientales se reconocen actualmente como una demanda mas dentro de la demanda total de los recursos hídricos. Una sobreexplotación del agua superficial repercutirá en una disminución de los caudales de los ríos y en una disminución del nivel de los lagos con el consiguiente impacto negativo sobre todos los ecosistemas acuáticos. Asimismo el uso inapropiado de las aguas subterráneas conllevará una serie de efectos negativos tales como el agotamiento de los acuíferos, intrusiones marinas, desaparición de humedales, etc..

Los recursos hídricos de la España peninsular con cerca de 500.000 km² de superficie vienen condicionados por su orografía, su clima y su situación geográfica. La precipitación media anual de 660 mm, equivalente a 330.000 hm³/año, le permite una escorrentía media de 220 mm, que proporciona un volumen de recursos naturales en un año medio de 110.000 hm³, de los cuales algo más de 90.000 hm³ son superficiales y unos 20.000 hm³ subterráneos, de los que 3.000 hm³ aproximadamente corresponden a acuíferos drenados directamente al mar.

De los recursos totales del país, sólo son aprovechables en su estado natural, con una demanda uniforme, el 9% de ellos. Este porcentaje se reduce a menos del 5% para

una demanda variable para riego, en la que las necesidades en los meses secos supera notablemente a la de los húmedos, lo que ha obligado a ejecutar numerosas presas (1.174) con una capacidad de embalse, incluyendo las pequeñas, de 56.000 hm³, aunque los recursos regulados disponibles quedan reducidos a 43.000 hm³. No todos los recursos naturales podrían ser regulados económicamente, estimándose el techo potencial de regulación en unos 70.000 hm³.

La distribución geográfica de los recursos hídricos es muy irregular. La zona norte con el 11% de la superficie peninsular española aporta el 40% de los recursos pero con un coste elevado para su aprovechamiento. El 89% de la superficie restante suministra el 60% de los recursos, tiene una escurrentía inferior a la media y presenta dentro de ella unos valores variados (Ebro, Duero, Tajo y Pirineo Oriental son superiores) y así mismo, una cobertura por habitante variable (Litoral de Levante y Canarias presentan los índices más bajos).

Desde la óptica de la gestión de los recursos, el conjunto nacional se divide en cuencas hidrográficas definidas en la Ley de Aguas como el territorio en que las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces secundarios que convegen en un cauce principal único.

Las cuencas hidrográficas pueden ser intercomunitarias cuando el territorio que comprende pertenece a varias Comunidades Autónomas e intracomunitarias cuando está comprendido en una sola Comunidad Autónoma.

Las cuencas intercomunitarias dependen orgánicamente del MIMAM, y las cuencas intracomunitarias (Galicia Costa, Cuencas Internas de Cataluña, Baleares y Canarias) han sido transferidas a las Administraciones Autonómicas respectivas.

Para el conjunto de recursos naturales las cuencas se dividen en zonas y subzonas hidrográficas. Para la gestión de los recursos disponibles, con el fin de satisfacer las demandas de agua, se dividen en sistemas y subsistemas de explotación. Un resumen de ambas zonificaciones se expresa en el siguiente cuadro.

**CUENCAS HIDROGRÁFICAS: SUPERFICIE (km²),
ZONAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN**

Cuenca	Superficie (km ²)	Zonas (recursos)		Sistemas de gestión	
		Nº Zonas	Nº Subzonas	Nº Sistemas	Nº Subsistemas
Galicia Costa	13.916	2	--	--	--
Norte	40.813	6	13	28	35
Duero	78.056	5	12	4	12
Tajo	55.769	14	77	5	10
Guadiana	59.873	9	--	5	--
Guadalquivir	63.085	10	20	15	--
Sur	18.391	5	16	5	16
Segura	18.631	14	34	1	--
Júcar	42.904	9	--	9	--
Ebro	86.098	--	--	28	32
Cataluña CI	16.493	3	13	4	9
Baleares	4.700	--	--	4	--
Canarias	25.994	--	--	16	25

6.1.2 Las aguas subterráneas y su explotación

En los diferentes estudios realizados por el ITGE y la DGOH, los Planes hidrológicos de cuenca y el Libro Blanco de las aguas, se han definido 467 unidades hidrogeológicas con una recarga anual evaluada en 29.908 hm³, ubicada en una superficie de 174.745 km² y una explotación media anual de 5.532 hm³/año, lo que representa aproximadamente el 18,5% de la recarga en régimen natural.

El hecho de que la explotación anual represente solamente el 18% de la recarga anual, y la existencia al mismo tiempo de una serie de unidades hidrogeológicas sobreexplotadas, en las que las extracciones para el regadío suponen el 85%, demuestra una problemática compleja, por lo que no puede aplicarse el mismo diagnóstico para todas estas unidades así como para las zonas regables con aguas subterráneas.

En relación con el régimen de explotación y la recarga, podemos clasificar las unidades hidrogeológicas como:

- Sobre-explotadas.
- Con riesgo de sobre-explotación.
- Con problemas de intrusión marina.
- Normalmente explotadas.

6.1.2.1 Sobreexplotación de las unidades hidrogeológicas

■ Unidades hidrogeológicas sobreexplotadas

La sobreexplotación de las unidades hidrogeológicas independientemente de sus afecciones a ecosistemas acuáticos, superficiales asociados, como humedales, y la discontinuidad de sus caudales, tiene implicaciones económicas y sociales.

De acuerdo con el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, artículo 171.2, se considera acuífero sobre-explotado, o en riesgo de sobre-explotación, cuando se encuentra en peligro la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo o cuando se produzca un deterioro grave de la calidad del agua como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores o muy próximas al volumen medio de los recursos anuales renovables, o que produzcan un deterioro grave de la calidad del agua.

Independientemente de este concepto jurídico de sobreexplotación, que lleva aparejada la declaración de sobreexplotación y que actualmente acoge a 15 unidades hidrogeológicas con declaración provisional o definitiva, más dos unidades declaradas por la Generalitat de Catalunya y 21 acuíferos más con limitaciones de extracciones, actualmente existen 61 unidades hidrogeológicas, 44 de ellas en la península y 17 en los archipiélagos Balear y Canario, en las que el volumen de las extracciones supera al de recarga natural.

Las reservas calculadas para las unidades hidrogeológicas peninsulares son de 27.423 hm³ con un déficit de explotación estimado de 666 hm³/año, que afectan a 418.890 ha de regadío.

DÉFICIT POR UNIDADES HIDRGEOLÓGICAS

Cuenca Hidrográfica	Comunidad Autónoma	Nº de unidades hidrogeológicas	Déficit (hm ³ /año)
Guadiana	Castilla-La Mancha	1	240,0
	Andalucía	1	10,0
Guadalquivir	Andalucía	8 (5+3 compartidas con el Segura)	74,5
	Valenciana	14 (8+6 compartidas con el Segura)	88,0
Sur	Murcia	16 (7 + 6 compartidas con el Júcar+ 3 compartidas con el Sur)	152,0
	Valenciana	3	25,7
	Castilla-La Mancha	4	12,7
Segura	Andalucía	3	7,0
	Cataluña	3	10,4
C.I. Cataluña	Cataluña	3	10,4
Baleares	Baleares	7	14,0
Canarias	Canarias	10	32,0
Total		61	665,9

▪ Unidades hidrogeológicas con riesgo de sobreexplotación

Se han considerado 23 unidades hidrogeológicas en las que el índice de bombeos/recargas se encuentra entre el 0,8 y el 1, lo que indica un riesgo de sobreexplotación.

**UDS. HIDROGEOLÓGICAS CON RIESGOS DE SOBRE-EXPLOTACIÓN
INDICE BOMBEO/RECARGA (entre 0,8 y 1,0)**

CUENCA	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ÍND BOMB/RECAR
GUADALQUIVIR	Guadix - Marquesado	0.88
	Bezmar - Jodar	1.00
	Jaén	0.96
	Lebrija	0.86
	Arcos - Bornos - Espera	1.00
	Rota - Sanlúcar - Chipiona	0.94
	Béjer - Barbate	0.85
	Bajo Almanzora	1.00
SUR	Río Verde	0.81
	Río Vélez	0.82
	Marbella - Estepona	0.88
	Plana de Castellón	0.89
JÚCAR	Mancha Oriental	0.88
	Ridaura	1.00
CUENCAS INTERNAS CATALUÑA	Tordera Baix	1.00
	Tordera Mig y Alt	0.92
	Llano de Palma	0.82
BALEARES	Lluchmayor - Campos	0.85
	San José	0.95
	Tascarte	0.92
CANARIAS	Dorsal - Santa Cruz	0.80
	Aznaje	0.88
	Santiago - Teide	0.87

2. FUENTE: MOPTMA-ITGE.

▪ Unidades hidrogeológicas con problemas puntuales de sobreexplotación

Las unidades en las que se ha determinado que el índice bombeos / recarga se encuentra con valores inferiores a 0,8 pero en las que, no obstante, se han detectado descensos importantes en los niveles o se ha producido una degradación de la calidad del agua, que obliga a tomar medidas correctoras, se han considerado como unidades con problemas puntuales de sobre-explotación.

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS CON PROBLEMAS PUNTUALES DE SOBREEXPLOTACIÓN

CUENCA	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	ÍNDICE BOMBEO/RECARGA
DUERO	Páramo de Cuellar	0.63
GUADIANA	Ayamonte - Huelva	0.46
GUADIANA - GUADALQUIVIR	Campo de Montiel	0.41
GUADALQUIVIR	Aljarafe	0.50
	Mancha Real - Rejalgar	0.25
SUR	El Saltador	0.77
	Carchuna - Castel de Ferro	0.75
JÚCAR	Vinaroz - Peñíscola	0.67
	Gandía - Denia	0.50
CUENCAS INTERNAS DE CATALU	Aubi	0.76
	Maresme	0.66
	Camp de Tarragona	0.67
CANARIAS	Lanzarote	0.06
	Fuerteventura	0.34
	Guiniguada	0.77
	Fataga	0.57
	Tauro	0.45
	Teno	0.20
	Cañadas	0.46
	Guía de Isora	0.74
	Arona - San Miguel	0.52
	Granadilla	0.23
	Tagaica	0.43
	Dorsal - Candelar	0.75
	Anagu	0.66

FUENTE: MOPTMA-ITGE

▪ Unidades hidrogeológicas con problemas de intrusión marina

Cuando una unidad hidrogeológica cuyo drenaje natural es directo al mar y soporta extracciones que de forma general o local puedan alterar las interfaces de agua dulce y agua salada, se produce un aumento de sales en la masa de agua. Este hecho puede afectar gravemente a los cultivos en regadío que se benefician del agua procedente de estas unidades hidrogeológicas, debido a que este aumento de sales provoca una pérdida de la calidad del recurso, lo que conlleva una limitación en sus aplicaciones.

Las explotaciones de los acuíferos costeros en los que las extracciones superan a la recarga, presentan graves problemas debido al avance de la interfaces de agua dulce y salada y, consecuentemente, a su salinización.

De las 82 unidades hidrogeológicas costeras en la península y en las Islas Baleares, el 58% de ellas presentan algún grado de intrusión marina que puede ser de tres tipos: local, zonal y generalizada.

6.1.2.2 Contaminación por actividades agropecuarias

Las actividades agropecuarias, en función de las características de los suelos, del régimen hídrico y de las prácticas culturales, pueden añadir a las aguas subterráneas elementos químicos orgánicos o inorgánicos no deseables, pudiendo incluso afectar al consumo humano.

Estas actividades pueden constituir un factor importante de alteración de la calidad natural del agua subterránea, en cuanto que añade sustancias contaminantes, siendo las más significativas las derivadas de:

- Los fertilizantes, principalmente los nitrogenados.
- Los plaguicidas que, debido a sus características, son retenidos o adsorbidos en el suelo y su descomposición puede dar lugar a una serie de residuos en ocasiones más tóxicos que los plaguicidas originales.
- Los residuos de las actividades agropecuarias, contaminantes de carácter orgánico y bacteriológico, que son almacenados en lugares inapropiados o son utilizados como abonos.

La Directiva 676/91/CEE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos utilizados en la agricultura, trata de limitar y corregir los efectos que las aportaciones nitrogenadas de la fertirrigación y de la actividad ganadera tienen sobre la calidad de las aguas subterráneas.

De acuerdo con la Directiva y con el Reglamento derivado de la transposición de la misma al ordenamiento jurídico nacional RD 261/1996 de 16 de febrero (BOE de 11 de marzo), las Comunidades Autónomas han declarado las zonas vulnerables a la contaminación por los nitratos o la inexistencia de ella, redactando los códigos de buenas prácticas agrícolas preceptivas.

La superficie en regadío incluida dentro de las zonas declaradas vulnerables asciende a 610.939 ha, con un predominio neto de las aguas de origen superficial y con sistema de aplicación de riego por gravedad, tal y como se puede observar en los cuadros adjuntos.

La mejora de las condiciones de calidad medioambiental de las aguas subterráneas pasa no sólo la reducción de las dosis de abonado y la aplicación de mejores prácticas agroambientales, sino además por la mejora de los sistemas de aplicación del agua de riego, y en los casos de riego con aguas subterráneas, por la correcta aplicación, por los regantes, del abonado aportado con el agua de riego.

En los cuadros siguientes figura la superficie de regadío en zonas vulnerables según el origen del agua, el sistema de riego y por Comunidad Autónoma.

SUPERFICIE DE REGADÍO EN ZONAS VULNERABLES (ha y %) SEGÚN EL ORIGEN DEL AGUA

Origen del agua	Superficie (ha)	%
<i>Superficial</i>	345.000	56,47
Subterránea	260.263	42,60
Trasvases	-	-
Retornos	4.196	0,69
Depuradoras	1.433	0,23
Desaladoras	47	0,01
Total	610.939	100,00

SUPERFICIE DE REGADÍO EN ZONAS VULNERABLES (ha y %) SEGÚN EL SISTEMA DE RIEGO

Sistema de riego	Superficie (ha)	%
<i>Gravedad</i>	322.605	52,8
<i>Aspersión</i>	165.183	27,0
Localizado	123.151	20,2
Total	610.939	100,0

SUPERFICIE DE REGADÍO EN ZONAS VULNERABLES (ha y %) POR COMUNIDAD AUTÓNOMA

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)	%
Andalucía	239.616	39,2
Aragón	9.483	1,6
Baleares	4.525	0,7
Canarias	5.712	0,9
Castilla y León	8.513	1,4
Castilla-La Mancha	111.205	18,2
Cataluña	81.528	13,3
Comunidad Valenciana	146.713	24,0
País Vasco	3.644	0,6
Total	610.939	100,0

6.1.2.3 *Las aguas subterráneas y los regadíos*

La superficie total de regadío con procedencia del agua de origen subterráneo asciende a 942.244 ha, lo que supone en torno al 28% de la superficie total de riego.

En el cuadro siguiente figura la superficie regada con aguas subterráneas por cuenca hidrográfica.

**SUPERFICIE REGADA CON AGUAS SUBTERRÁNEAS (ha y %)
POR CUENCA HIDROGRÁFICA**

Cuenca Hidrográfica	Superficie (ha)	%
Galicia Costa	-	-
Norte	343	0,1
Duero	108.815	11,5
Tajo	2.057	0,2
Guadiana	159.853	17,0
Guadalquivir	134.537	14,3
Sur	72.355	7,7
Segura	115.450	12,3
Júcar	223.685	23,7
Ebro	43.532	4,6
Cataluña C.I.	39.736	4,2
Baleares	15.518	1,6
Canarias	26.362	2,8
Total	942.243	100,0

En relación con el promotor de la transformación, el 11% de la superficie total de regadío con aguas subterráneas es de promoción pública, mientras que con respecto a las aguas superficiales, este porcentaje se eleva hasta el 63%. Este hecho se debe principalmente al carácter privativo que las aguas subterráneas tenían con anterioridad a la entrada en vigor de la Ley de Aguas de 1985.

Los sistemas de aplicación del riego predominantes son los de aspersión y localizado, frente a los de gravedad, representando los sistemas a presión el 65,5% de la superficie regada, cuando en los regadíos con aguas superficiales este porcentaje únicamente alcanza el 36,5%.

Respecto a la importancia económica de las aguas subterráneas en el regadío, podemos indicar que ese 28% de superficie aporta aproximadamente un 38% de la producción final agraria correspondiente al regadío, y consume un 20% del agua total empleado por el riego, mientras que el consumo de energía eléctrica alcanza la cifra del 80%. Todo esto es debido principalmente a que, en general, una gran proporción de los regadíos con aguas subterráneas se ubican en zonas de productividad más alta. La eficiencia del riego en los regadíos con aguas subterráneas es superior a la eficiencia en los que utilizan aguas de origen superficial, debido fundamentalmente a que:

- Utilizan sistemas de aplicación más modernos y eficientes.
- Evitan pérdidas en conducciones desde el origen del agua a la parcela.

El grave problema al que tienen que hacer frente las aguas subterráneas, es que de las 942.244 ha regadas, 418.890 ha (44%) se encuentran ubicadas sobre acuíferos en los que las extracciones son superiores a la recarga y, generalmente, obtienen los recursos de éstos. En el cuadro adjunto se contemplan, para las unidades hidrogeológicas sobreexplotadas y cuencas hidrográficas, las superficies de riego (ha), las necesidades brutas (hm^3) y los déficits (hm^3).

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS SOBRE-EXPLOTADAS SUPERFICIES DE RIEGO (ha), NECESIDADE BRUTAS (hm^3) Y DÉFICITS (hm^3) POR CUENCA HIDROGRÁFICA

Cuenca	Nº Acuíferos	Superficie de riego	Necesidades brutas	Déficit
Guadiana	1	127.372	566,8	240,0
Guadalquivir	1	9.716	71,4	10,0
Sur	8 (*)	30.487	220,2	74,5
Segura	26(*)	100.626	566,2	197,4
Júcar	14(*)	121.666	626,3	88,0
Cataluña CI	3	6.140	21,9	9,7
Baleares	7	9.600	41,7	14,0
Canarias	11	13.283	90,9	32,2
Total	61	418.890	2.205,4	665,8

FUENTE: ITGE.- PHC

(*) Compartidas 9 unidades hidrogeológicas (3 Sur-Segura y 6 Segura-Júcar)

No obstante, no todos los déficits hídricos deben ser imputables a la agricultura, ya que los abastecimientos urbanos, las urbanizaciones turísticas y la industria intervienen en este proceso. En cualquier caso, es prioritario que se aplique un programa de recuperación de estos acuíferos.

Este programa debe contemplar posibles soluciones:

- La recarga de acuíferos, que en muchos casos sólo es posible mediante trasvases.
- La liberación de superficies de riego con aguas subterráneas de acuíferos sobreexplotados mediante la utilización de aguas desaladas, desalinizadas o aguas procedentes de depuradoras urbanas.
- El ahorro de agua, obtenido mediante una mejora de la eficiencia en la aplicación del riego y en la selección de cultivos con menor consumo de agua.
- El abandono de la actividad agrícola de regadío. No deseable por el alto coste económico y social.

Las 418.890 ha situadas sobre los acuíferos sobreexplotados y abastecidas por éstos actualmente vienen disponiendo de los recursos necesarios, sin que este suministro pueda garantizarse en el futuro, dada la incapacidad del acuífero para mantenerlo.

Estos acuíferos sobreexplotados deberán redotarse con otros recursos complementarios u ordenarse para el aprovechamiento de los recursos disponibles a largo plazo o renovables.

Para alcanzar el equilibrio de todos los acuíferos sobreexplotados, sería necesario el abandono de 125.644 ha de riego con aguas subterráneas, con graves pérdidas para el sector y la desaparición de más de 20.000 explotaciones agrarias.

6.1.3 Uso eficiente del agua de riego

El agua es un recurso cada vez más escaso, no sólo en cantidad sino también en calidad, razón por la que la agricultura de regadío, que consume el 69% del agua en España, está obligada a manejarla con la mayor eficiencia posible. Los problemas tanto cuantitativos (escasez y disponibilidad del recurso agua) como cualitativos (contaminación indirecta de los sistemas fluviales y de los acuíferos) ligados al uso del agua en el regadío, aconsejan fijar, dentro de la finalidad general de conservación y uso eficiente del agua, unos objetivos específicos como son:

- reducción del consumo de agua
- administración racional del agua de riego
- utilización de fuentes alternativas de suministro

6.1.3.1 Reducción del consumo de agua

El agua ha pasado a ser considerada como un recurso caro y escaso, esencial para el desarrollo socioeconómico, especialmente en las regiones semiáridas. Los importantes consumos en algunas zonas, muchas veces excesivos, por parte de los cultivos de regadío hacen que, actualmente, sea necesario la urgente reducción del consumo de los mismos, buscando la máxima eficiencia en el uso del agua y evitando su despilfarro. Debe tenerse en cuenta que el exceso de consumo, aparte de los efectos ambientales indeseables indirectos que provoca, como la contaminación de las aguas, impide otros usos alternativos del recurso, como el mantenimiento de las zonas naturales.

Técnicamente, el objetivo de la reducción del consumo de agua de riego puede lograrse planteando tres premisas básicas de actuación:

- Maximizando el ajuste de las dosis y de la época de aplicación del riego a las necesidades del cultivo.
- Mediante la distribución uniforme del agua sobre las parcelas regadas.
- Minimizando las pérdidas por evaporación, escorrentía e infiltración.

Desde un punto de vista práctico, es mediante la adopción de sistemas de riego más eficaces y mediante el manejo adecuado del riego, independientemente del sistema de que se disponga, la forma de lograr el objetivo básico perseguido.

Una gran parte de los regadíos tradicionales proceden de antiguas zonas regadas mediante riego por gravedad, con unos sistemas y estructuras de riego que comportan una baja eficiencia en el uso del agua. Por otro lado, a causa de la desincentivación que supone en muchos casos la inexistencia de una tarifa del agua de riego en función del consumo, el proceso de modernización de los regadíos, que incluye la evolución desde sistemas de riego por superficie tradicionales hacia la implantación de sistemas más eficientes con menor consumo de agua, ha sido y es todavía en la actualidad muy lento. No obstante, es indudable que en ese freno del proceso de modernización tecnológica también han influido otros factores como la crisis de la agricultura convencional (incremento de los costes de producción, liberalización de precios, descapitalización de las explotaciones, etc...)

6.1.3.2 Administración racional del agua de riego. Eficiencia de riego

La aplicación para riego de un volumen de agua superior al necesario para satisfacer las necesidades de los cultivos, implica la existencia de filtraciones, escorrentía o percolación profunda que, aunque permitan una reutilización posterior al pasar ésta a cauces superficiales o a recarga de acuíferos, provocan un deterioro de la calidad de las aguas receptoras de los retornos excedentarios, con los consiguientes efectos negativos sobre el ambiente que de ello se derivan.

Ante una demanda creciente de los recursos de agua disponibles, aumenta la necesidad de mejorar el manejo y el diseño de los sistemas de riego.

La aplicación de volúmenes de riego determinados en base a datos climáticos, de suelo y propios del cultivo puede suponer la posibilidad del ahorro de recurso hídrico. Para el logro de este último aspecto debe realizarse la adecuada nivelación de parcelas, revestimiento de canales, cálculo y diseño de las instalaciones de riego, etc...

El objetivo del riego es satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, aplicando el agua de forma eficiente sin alterar la fertilidad del suelo, es decir que la mayor cantidad posible de agua aplicada quede almacenada en la zona radicular a disposición del cultivo.

El riego se ha modificado de manera notable debido a los avances tecnológicos de todo tipo que modifican de una manera casi continua sus planteamientos y los consumos de agua. Es necesario mejorar la eficiencia global del riego.

Se define la eficiencia global del riego (E_g) de una determinada zona como la relación entre el volumen de agua puesto a disposición de los cultivos, en su zona radicular, y el volumen total suministrado a la citada zona de riego.

Para el cálculo de las eficiencias se considera que el recorrido del agua en una zona de riego se inicia en la captación (en un embalse, un cauce o una estación de bombeo) y concluye en la zona radicular de los cultivos. Ese recorrido, durante el cual se producen diversas pérdidas que merman el aprovechamiento del agua, a efectos de eficiencia se considera dividido en tres tramos:

- Red de conducción
- Red de distribución
- Unidades de riego incluidas en las parcelas

En cada uno de los tramos citados, las pérdidas se tratan y cuantifican de forma independiente, lo que da lugar a tres eficiencias:

- Eficiencia de conducción E_c
- Eficiencia de distribución E_d
- Eficiencia de aplicación E_a

Las pérdidas totales que se producen a lo largo de todo el recorrido del agua, desde la captación a la zona radicular de los cultivos, se expresan a través de la eficiencia global (E_g) que se obtiene a partir de las tres eficiencias (E_c , E_d y E_a) antes citadas.

$$E_g = E_a * E_d * E_c$$

A continuación se definen más detalladamente estos diferentes tramos de recorrido del agua desde la zona de captación hasta la zona radicular de los cultivos y sus eficiencias correspondientes.

▪ Eficiencia en la conducción

La red de conducción transporta el agua desde el punto de captación hasta la red de distribución. En zonas de riego por gravedad la red de conducción incluye los canales principales y secundarios con caudales superiores a 500 l/s. En zonas de riego a presión la conducción corresponde normalmente el canal principal que conduce desde la

captación hasta las estaciones de bombeo. Si la única elevación está situada en cabecera del sistema se considera que no existe conducción sino sólo distribución y aplicación.

La eficiencia de conducción está definida como el cociente entre el volumen derivado a la red de distribución y el desembalse en cabecera del canal principal

- Eficiencia de distribución

La red de distribución transporta el agua desde los canales secundarios (o estaciones de bombeo) hasta las tomas de las unidades de riego. En las zonas de riego por gravedad se compone de conducciones terciarias y cuaternarias (acequias), que nacen en ellas. En las zonas de presión el sistema de distribución comprende una red ramificada de tuberías enterradas, generalmente de fibrocemento o, en tramos de menor diámetro, de PVC. La eficiencia de distribución está definida como el cociente entre el volumen suministrado a las unidades de riego y el volumen derivado a la red de distribución

- Eficiencia de aplicación

Las parcelas son las unidades de cultivo que componen una finca. Cada parcela se divide a su vez en varias unidades de riego, definidas como aquella superficie que recibe el agua simultáneamente. En las zonas de presión la superficie depende del método de aplicación empleado (aspersión tradicional, aspersión mecanizada y riego localizado) y de la distribución de los hidrantes. También puede darse el caso de que una unidad de riego coincide con una parcela.

La eficiencia de aplicación está definida como el cociente entre el volumen de agua puesto a disposición en la zona radicular de los cultivos y el volumen suministrado a las tomas de las unidades de riego.

- Eficiencia global

La eficiencia global de riego indica el grado de aprovechamiento hidráulico en el conjunto del sistema desde la captación hasta las plantas. Está definido como el cociente entre el volumen de agua puesto a disposición en la zona radicular de los cultivos y el desembalse en cabecera del canal principal.

La eficiencia varía considerablemente durante la campaña de riego. Por ello es necesario especificar en cada caso el período al que corresponde un valor indicado.

Según el estudio de demanda realizado para el PNR, la eficiencia global media en los regadíos españoles es de 0,58.

La intensidad de uso del agua, entendida como la relación entre la extracción media anual de agua respecto al recurso natural medio interanual, tiene una tendencia creciente a nivel nacional lo que indica que la presión sobre el recurso ha ido en aumento. Si se analizan las extracciones por sector, el 69% de las mismas corresponden a la agricultura.

La superficie regada según sistema de riego es del 59% con gravedad, del 24% con aspersión y del 17% con localizado. Este orden de importancia es inversamente proporcional a la eficiencia de dichos sistemas. Por otro lado, atendiendo a la dotación, el 19% de la superficie regada está dotada y el 21% ligeramente infradotada, con un 34% infradotada y un 26% sobredotada.

Mediante el programa de consolidación y mejora de regadíos se pretende alcanzar entre otros los siguientes objetivos: optimización del agua disponible, disminución de la demanda de agua en regadíos infradotados, ahorro de agua en regadíos dotados o sobredotados y aplicación de nuevas tecnologías. Como consecuencia la eficiencia global del riego en un futuro tenderá a aumentar.

6.1.3.3 Utilización de fuentes alternativas de suministro

En el estudio de caracterización y tipificación de regadíos se determina la existencia de una superficie regada de 2.262.893 ha con aguas superficiales, 942.244 ha con aguas subterráneas, 98.493 ha con aguas de trasvases, 23.799 ha con aguas de retornos, 16.664 ha con aguas depuradas y 544 ha con aguas desaladas.

Según estas cifras, más del 98% de la superficie total se riega con aguas superficiales, subterráneas y de trasvases. Por tanto, las aguas de retornos, depuradas y desaladas suman una cuantía irrelevante, en cambio, su valor estratégico y alternativo las hace un recurso imprescindible a considerar.

En este sentido, la experiencia de las sequías padecidas por nuestro país de forma periódica impone la búsqueda de soluciones alternativas que, con independencia de la mejor reasignación de los recursos disponibles, a través de mecanismos de planificación permitan:

- incrementar la producción de agua mediante la utilización de nuevas tecnologías, otorgando rango legal al régimen jurídico de los procedimientos de desalación o de reutilización.
- potenciar la eficiencia en el empleo del agua para lo que es necesario la requerida flexibilización del actual régimen concesional a través de la introducción del nuevo contrato de cesión de derechos al uso del agua, que permitirá optimizar socialmente los usos de un recurso tan escaso.
- introducir políticas de ahorro del recurso hídrico, bien estableciendo la obligación general de medir los consumos de agua mediante sistemas homologados de control o por medio de la fijación administrativa de consumos de referencia para regadíos.

Inicialmente, las aguas residuales sin depurar o brutas se han venido vertiendo a los cauces de agua, donde sufren un proceso de dilución y depuración natural, pudiendo ser captadas posteriormente para su uso. Sólo eran utilizadas directamente en agricultura en algunos casos excepcionales, bien para aprovechar el valor fertilizante de los lodos, o bien como método para evitar la contaminación de los ríos, lo que comportaba un gran riesgo para los agricultores y consumidores de los productos.

Existen varias posibilidades de reutilización de las aguas residuales depuradas, tratadas o regeneradas. Tal utilización debe ser acorde con el grado de depuración a que se haya llegado y cuanto mejor sea la calidad obtenida tras el proceso de depuración más amplio será el abanico de posibilidades de reutilización: riego, industrial, urbana y recarga de acuíferos.

La implantación de la reutilización precisa dos requisitos fundamentales:

- definir los niveles de calidad exigibles al agua a reutilizar en función del uso a que se destine

- establecer los procesos de tratamiento para que el agua a reutilizar alcance dichos niveles de calidad

Entre todos los sistemas de depuración que existen actualmente, el lagunaje es el que proporciona un efluente de mejor calidad microbiológica, sin necesidad de recibir un tratamiento terciario de cloración. Por ello, puede ser considerado adecuado para la reutilización en riego, siempre y cuando factores tan limitantes como la salinidad y metales pesados queden dentro de los límites permitidos.

Normalmente, la reutilización del agua residual para el riego implica el almacenamiento en depósitos, que pueden ser lagunas de maduración/regulación o balsas construidas al efecto. En estos depósitos se deben mantener las condiciones adecuadas para que no se llegue a una situación de anoxia y para ello es necesario que la fotosíntesis se siga realizando, lo que conseguirá mediante la presencia de algas. Sin embargo, la existencia de altas cantidades de amonio puede inhibir la fotosíntesis a altos valores de pH.

Las ventajas del empleo de agua residual depurada en el riego son las siguientes:

- supone un ahorro en la aplicación de elementos fertilizantes al aportar parte de los nutrientes requeridos por los cultivos.
- cuando la calidad del agua requerida para el empleo en el riego sea inferior a la exigida para el vertido de los efluentes depurados al medio receptor, se puede conseguir una cierta disminución en los costes de los tratamientos.
- mediante la aplicación del agua residual tratada en riego agrícola, de jardinería o forestal, se logra que su contenido en materia orgánica remanente se degrade biológicamente en el proceso de infiltración en el terreno. Lográndose una importante reducción de la cantidad de contaminantes que pueden llegar finalmente a los cursos de agua o a los acuíferos.
- se facilita la conservación del suelo, incrementando su contenido en materia orgánica y evitando la erosión.

Junto a estas ventajas existen algunos inconvenientes:

- el sistema de riego a utilizar deberá adecuarse a las condiciones de este tipo de agua. No es recomendable normalmente la utilización de riego por goteo o aspersión, ya que las partículas en suspensión que contiene el agua podrían obturar las conducciones, requiriendo montar un dispositivo adecuado de filtrado.
- existe cierto riesgo para los trabajadores agrícolas que se ocupan de la irrigación con aguas residuales no desinfectadas, lo que comporta la necesidad de prácticas higiénicas correctas.
- existe desconfianza y rechazo por parte de los consumidores a los productos regados con aguas depuradas.

6.2 LA CALIDAD DE LAS AGUAS

6.2.1 Introducción

La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico.

El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto *calidad del agua*, para el que existen distintas interpretaciones. Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella. O desde un punto de vista ambiental, como es definida por la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

La Directiva Marco de Aguas define la contaminación como la introducción directa o indirecta, como consecuencia de la actividad humana, de sustancias o calor en la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan ser perjudiciales para la salud humana o para la calidad de los ecosistemas acuáticos, o de los ecosistemas terrestres que dependen directamente de ecosistemas acuáticos, y que causen daños a los bienes materiales o deterioren o dificulten el disfrute y otros usos legítimos del medio ambiente. A esta Directiva nos referiremos en su apartado específico.

6.2.2 Situación general de la calidad de las aguas

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas.

Esta calidad puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación.

La prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos.

Actualmente, la calidad general de las aguas continentales españolas no es del todo satisfactoria a la luz de la legislación vigente y de las aspiraciones existentes en el seno de la sociedad. La irregularidad en el tiempo y en el espacio de nuestra climatología, hace que los vertidos, tanto urbanos como industriales, tengan una influencia más negativa sobre la calidad final del recurso que en cualquier otro país con mayor capacidad de regulación natural. Es evidente que, en estas condiciones, la capacidad de autodepuración de nuestros ríos queda muy rápidamente superada, haciéndose necesaria una mayor atención a la prevención, control y corrección de los vertidos, y en ocasiones, requiriendo el establecimiento de determinados caudales mínimos, no ya sólo por razones ambientales, sino también por razones sanitarias.

En lo que se refiere a los vertidos contaminantes la situación es muy diversa. Los vertidos urbanos se realizan cada vez en mejores condiciones gracias a la puesta en marcha y desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) que,

aunque no incluye expresamente la consecución de objetivos de calidad, está logrando que un mayor número de habitantes esté conectado a sistemas de depuración. La situación de los vertidos industriales resulta más preocupante por cuanto un porcentaje nada despreciable de los vertidos directos no cuenta aún con la debida autorización, y otros muchos tienen autorización provisional en fase de regularización. Es decir, falta mucho por hacer en cuanto a las medidas de corrección de este tipo de vertidos, que ejercen por su número y características una gran presión contaminante sobre cauces y masas de agua.

La contaminación difusa procedente de la agricultura supone en nuestro país otra gran preocupación, sobre todo ligada a la creciente aplicación de fertilizantes y plaguicidas, que pueden provocar graves problemas de eutrofización en los embalses y de contaminación de las aguas subterráneas. Aunque esta situación es conocida y está suficientemente caracterizada en lo que se refiere a la eutrofización en los principales embalses de las cuencas hidrográficas y los principales acuíferos, en ambos casos convendría incrementar el conocimiento para lograr una mejor comprensión y diagnóstico de los problemas planteados.

A tenor de la situación global expuesta, resulta complejo adecuar la calidad de las aguas a los usos a los que se destina. Este hecho pone de relieve la importancia que adquiere la caracterización de la calidad natural de las aguas y la definición de los objetivos de calidad en los tramos de ríos y acuíferos de cada cuenca hidrográfica.

Los órganos administrativos encargados en cada caso de fijar los objetivos de calidad de las aguas resultan diferentes en función de las características territoriales que tenga el tramo de río o del sector de acuífero en cuestión, y del propio uso al que el agua se destine. Dilucidar el entramado competencial y administrativo en el que se dirimen estos conflictos y establecer en cada supuesto de manera clara el cauce institucional que conducirá a la declaración de un objetivo de calidad para un tramo específico, constituye una de las principales necesidades normativas en la materia.

La gestión de la calidad del agua en nuestro país debe basarse en los principios que emanan de la Unión Europea y que en repetidas ocasiones han sido asumidos por las Administraciones públicas encargadas de su aplicación. El V Programa ambiental de la Unión Europea y los Convenios suscritos por España en materia medioambiental señalan la necesidad de afianzar el diseño de lo que se ha llamado desarrollo sostenible, y que podría asimilar los principios constitucionales que señalan la senda por la que debe discurrir en nuestro país la gestión de los recursos naturales: el interés general en su utilización, la solidaridad en su reparto y su uso racional.

Por ello el Título V de la Ley de Aguas de 1985 está dedicado a la protección del Dominio Público Hidráulico y la calidad de las aguas, definiendo en su Artículo 84 los objetivos fundamentales: conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas, impedir la acumulación de compuestos tóxicos o peligrosos en el subsuelo, capaces de contaminar las aguas subterráneas y evitar cualquier otra actuación que pueda ser causa de su degradación.

Asimismo la Ley de Aguas encomienda a la Administración hidráulica competente la policía de las aguas superficiales y subterráneas y de sus cauces y depósitos naturales, zonas de servidumbre y perímetros de protección.

Existen más de 20 Directivas comunitarias transpuestas al ordenamiento jurídico español que imponen unos requisitos a la calidad que las aguas deben poseer en función

de sus usos. Tampoco deberían olvidarse otros compromisos internacionales que España ha asumido en relación con una serie de Convenios y por los que se obliga a observar y respetar ciertos aspectos relacionados con la gestión y el control de la calidad de las aguas, especialmente cuando se ven afectados ríos transfronterizos: Convenios de Helsinki, de Oslo y París, de Barcelona, etc...

6.2.2.1 *Objetivos medioambientales en la Directiva Marco del Agua*

La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DOCE núm. L 327, de 22 de diciembre de 2000), en su artículo 4 establece los objetivos mediambientales, que son los siguientes:

l) Al poner en práctica los programas de medidas especificados en los planes hidrológicos de cuenca:

j) para las aguas superficiales.

i) los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias para prevenir el deterioro del estado de todas las masas de agua superficial, sin perjuicio de los apartados 6 y 7 y no obstante lo dispuesto en el apartado 8,

ii) los Estados miembros habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial, sin perjuicio de la aplicación del inciso iii) por lo que respecta a las masas de agua artificiales y muy modificadas, con objeto de alcanzar un buen estado de las aguas superficiales a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva, de conformidad con lo dispuesto en el anexo V, sin perjuicio de la aplicación de las prórrogas establecidas de conformidad con el apartado 3, de la aplicación de los apartados 4, 5 y 6 y no obstante lo dispuesto en el apartado 7,

iii) los Estados miembros protegerán y mejorarán todas las masas de agua artificiales y muy modificadas, con objeto de lograr un buen potencial ecológico y un buen estado químico de las aguas superficiales a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva, de conformidad con lo dispuesto en el anexo V, sin perjuicio de la aplicación de las prórrogas establecidas de conformidad con el apartado 4 y de la aplicación de los apartados 5, 6 y 7 y no obstante lo dispuesto en el apartado 8,

iv) los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias con arreglo a los apartados 1 y 8 del artículo 16 con objeto de reducir progresivamente la contaminación procedente de sustancias prioritarias e interrumpir o suprimir gradualmente los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias, sin perjuicio de los acuerdos internacionales pertinentes mencionados en el artículo 1 que afecten a las partes implicadas;

k) para las aguas subterráneas.

i) los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias para evitar o limitar la entrada de contaminantes en las aguas subterráneas y evitar el deterioro del estado de todas las masas de agua subterránea, sin perjuicio de los apartados 6 y 7 y no obstante lo dispuesto en el apartado 8, y sin perjuicio de la letra j) del apartado 3 del artículo 11,

ii) los Estados miembros habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua subterránea y garantizarán un equilibrio entre la extracción y la alimentación de dichas aguas con objeto de alcanzar un buen estado de las aguas subterráneas a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva, de conformidad con lo dispuesto en el anexo V, sin perjuicio de la aplicación de las prórrogas determinadas de conformidad con el apartado 4 y de la aplicación de los apartados 5, 6 y 7 y no obstante lo dispuesto en el apartado 8, y sin perjuicio de la letra j) del apartado 3 del artículo 11,

iii) los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias para invertir toda tendencia significativa y sostenida al aumento de la concentración de cualquier contaminante debida a las repercusiones de la actividad humana con el fin de reducir progresivamente la contaminación de las aguas subterráneas.

Las medidas para conseguir la inversión de la tendencia deberán aplicarse de conformidad con los apartados 2, 4 y 5 del artículo 17, teniendo en cuenta las normas aplicables establecidas en la legislación comunitaria pertinente, sin perjuicio de la aplicación de los apartados 6 y 7 y no obstante lo dispuesto en el apartado 8;

l) para las zonas protegidas.

Los Estados miembros habrán de lograr el cumplimiento de todas las normas y objetivos a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva, a menos que se especifique otra cosa en el acto legislativo comunitario en virtud del cual haya sido establecida cada una de las zonas protegidas.

2) Cuando más de uno de los objetivos establecidos en el apartado 1 se refieran a una determinada masa de agua, se aplicará el más riguroso.

3) Los Estados miembros podrán calificar una masa de agua superficial de artificial o muy modificada, cuando:

a) los cambios de las características hidromorfológicas de dicha masa que sean necesarios para alcanzar su buen estado ecológico impliquen considerables repercusiones negativas en:

- i) el entorno en sentido amplio,*
- ii) la navegación, incluidas las instalaciones portuarias, o las actividades recreativas,*
- iii) las actividades para las que se almacena el agua, tales como el suministro de agua potable, la producción de energía o el riego,*
- iv) la regulación del agua, la protección contra las inundaciones, el drenaje de terrenos, u*
- v) otras actividades de desarrollo humano sostenible igualmente importantes;*

b) los beneficios derivados de las características artificiales o modificadas de la masa de agua no puedan alcanzarse razonablemente, debido a las posibilidades técnicas o a costes desproporcionados, por otros medios que constituyan una opción medioambiental significativamente mejor.

Tal calificación y sus motivos se mencionarán específicamente en los planes hidrológicos de cuenca establecidos en virtud del artículo 13 y se revisarán cada seis años.

4) Los plazos establecidos en el apartado 1 podrán prorrogarse para la consecución progresiva de los objetivos relativos a las masas de agua, siempre que no haya nuevos deterioros del estado de la masa de agua afectada, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a) que los Estados miembros determinen que todas las mejoras necesarias del estado de las masas de agua no pueden lograrse razonablemente en los plazos establecidos en dicho apartado por al menos uno de los motivos siguientes:

- i) que la magnitud de las mejoras requeridas sólo puede lograrse en fases que exceden el plazo establecido, debido a las posibilidades técnicas,*
- ii) que la consecución de las mejoras dentro del plazo establecido tendría un precio desproporcionadamente elevado,*
- iii) que las condiciones naturales no permiten una mejora en el plazo establecido del estado de las masas de agua;*

b) que la prórroga del plazo, y las razones para ello, se consignent y expliquen específicamente en el plan hidrológico de cuenca exigido con arreglo al artículo 13;

c) que las prórrogas se limiten a un máximo de dos nuevas actualizaciones del plan hidrológico de cuenca, salvo en los casos en que las condiciones naturales sean tales que no puedan lograrse los objetivos en ese período;

d) que en el plan hidrológico de cuenca figure un resumen de las medidas exigidas con arreglo al artículo 11 que se consideran necesarias para devolver las masas de agua progresivamente al estado exigido en el plazo prorrogado, las razones de cualquier retraso significativo en la puesta en práctica de estas medidas, así como el calendario previsto para su aplicación. En las actualizaciones del plan hidrológico de cuenca figurará una revisión de la aplicación de las medidas y un resumen de cualesquiera otras medidas.

5. Los Estados miembros podrán tratar de lograr objetivos medioambientales menos rigurosos que los exigidos con arreglo al apartado 1 respecto de masas de agua determinadas cuando estén tan afectadas por la actividad humana, con arreglo al apartado 1 del artículo 5, o su condición natural sea tal que alcanzar dichos objetivos sea inviable o tenga un coste desproporcionado, y se cumplan todas las condiciones siguientes:

a) que las necesidades socioeconómicas y ecológicas a las que atiende dicha actividad humana no puedan lograrse por otros medios que constituyan una alternativa ecológica significativamente mejor que no suponga un coste desproporcionado;

b) que los Estados miembros garanticen:

- para las aguas superficiales, el mejor estado ecológico y estado químico posibles teniendo en cuenta las repercusiones que no hayan podido evitarse razonablemente debido a la naturaleza de la actividad humana o de la contaminación,
- para las aguas subterráneas, los mínimos cambios posibles del buen estado de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta las repercusiones que no hayan podido evitarse razonablemente debido a la naturaleza de la actividad humana o de la contaminación;

c) que no se produzca deterioro ulterior del estado de la masa de agua afectada;

d) que el establecimiento de objetivos medioambientales menos rigurosos y las razones para ello se mencionen específicamente en el plan hidrológico de cuenca exigido con arreglo al artículo 13 y que dichos objetivos se revisen cada seis años.

6) El deterioro temporal del estado de las masas de agua no constituirá infracción de las disposiciones de la presente Directiva si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular graves inundaciones y sequías prolongadas, o al resultado de circunstancias derivadas de accidentes que no hayan podido preverse razonablemente cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a) que se adopten todas las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose ese estado y para no poner en peligro el logro de los objetivos de la presente Directiva en otras masas de agua no afectadas por esas circunstancias;

b) que en el plan hidrológico de cuenca se especifiquen las condiciones en virtud de las cuales pueden declararse dichas circunstancias como racionalmente imprevistas o excepcionales, incluyendo la adopción de los indicadores adecuados;

c) que las medidas que deban adoptarse en dichas circunstancias excepcionales se incluyan en el programa de medidas y no pongan en peligro la recuperación de la calidad de la masa de agua una vez que hayan cesado las circunstancias;

d) que los efectos de las circunstancias que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente se revisen anualmente y, teniendo en cuenta las razones establecidas en la letra a) del apartado 4, se adopten, tan pronto como sea razonablemente posible, todas las medidas factibles para devolver la masa de agua a su estado anterior a los efectos de dichas circunstancias; y

e) que en la siguiente actualización del plan hidrológico de cuenca se incluya un resumen de los efectos producidos por esas circunstancias y de las medidas que se hayan adoptado o se hayan de adoptar de conformidad con las letras a) y d).

7) No se considerará que los Estados miembros han infringido la presente Directiva cuando:

- el hecho de no lograr un buen estado de las aguas subterráneas, un buen estado ecológico o, en su caso, un buen potencial ecológico, o de no evitar el deterioro del estado de una masa de agua superficial o subterránea se deba a nuevas modificaciones de las características físicas de una masa de agua superficial o a alteraciones del nivel de las masas de agua subterránea, o
- el hecho de no evitar el deterioro desde el excelente estado al buen estado de una masa de agua subterránea se deba a nuevas actividades humanas de desarrollo sostenible,

y se cumplan las condiciones siguientes:

a) que se adopten todas las medidas factibles para paliar los efectos adversos en el estado de la masa de agua;

b) que los motivos de las modificaciones o alteraciones se consignen y expliquen específicamente en el plan hidrológico de cuenca exigido con arreglo al artículo 13 y que los objetivos se revisen cada seis años;

c) que los motivos de las modificaciones o alteraciones sean de interés público superior y/o que los beneficios para el medio ambiente y la sociedad que supone el logro de los objetivos establecidos en el apartado 1 se vean compensados por los beneficios de las nuevas modificaciones o alteraciones para la salud humana, el mantenimiento de la seguridad humana o el desarrollo sostenible; y

d) que los beneficios obtenidos con dichas modificaciones o alteraciones de la masa de agua no puedan conseguirse, por motivos de viabilidad técnica o de costes desproporcionados, por otros medios que constituyan una opción medioambiental significativamente mejor.

8) Al aplicar los apartados 3, 4, 5, 6 y 7, cada Estado miembro velará por que esta aplicación no excluya de forma duradera o ponga en peligro el logro de los objetivos de la presente Directiva en otras masas de agua de la misma demarcación hidrográfica y esté en consonancia con la aplicación de otras normas comunitarias en materia de medio ambiente.

9) Deben tomarse medidas para asegurarse de que la aplicación de las nuevas disposiciones, incluyendo la de los apartados 3, 4, 5, 6 y 7, garantizan como mínimo el mismo nivel de protección que las normas comunitarias vigentes.

6.2.3 Redes de control de la calidad de las aguas

La evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, vinculada a la propia definición que se ofrezca de este concepto. Así, según se adopte una u otra definición, y según sean los objetivos que se persigan con la toma de datos, se requerirá uno u otro tipo de red de medida y/o control.

Los objetivos principales de una red de medida de la calidad de las aguas son:

- Describir las condiciones actuales de la calidad de las aguas.
- Analizar las tendencias a largo plazo.
- Identificar los factores que afectan a la calidad de las aguas.

La definición de una red de calidad de las aguas no sólo consistirá en la ubicación de los puntos de muestreo, sino en el establecimiento de los programas de control de la calidad de las aguas, en los que hay que definir el objetivo principal del muestreo, la población a muestrear, la precisión y el intervalo de confianza de los análisis, el número de muestras a obtener en cada caso y la frecuencia de muestreo.

Estos programas permiten así evaluar la efectividad de las políticas ambientales emprendidas, los efectos que sobre la calidad del recurso hídrico tienen los cambios en los usos del suelo y en las actividades productivas, caracterizar estadísticamente la contaminación, y evaluar las frecuencias de excedencia de los estándar de calidad en relación a los usos asignados.

La aptitud del agua para satisfacer usos diversos, en general, abastecimiento doméstico, baño, desarrollo de vida piscícola, industrias y regadíos, se suele caracterizar en función de la superación o no, en un período temporal, de unos determinados valores para los distintos parámetros de calidad muestreados. Esta es la razón por la cual las estaciones que periódicamente suministran esta información se localizan en tramos de río en los que las aguas se utilizan para satisfacer los distintos usos.

En España, ejemplos de este tipo de redes son las denominadas COAS (Control Oficial de Abastecimientos), que controlan los abastecimientos urbanos y permiten realizar los análisis de prepotabilidad, y la Red Ictiofauna, que tiene por objeto conocer la aptitud del agua para albergar la vida de los peces, y que controla 140 tramos de río.

También ha sido muy utilizada en España la metodología de los Índices de Calidad General (ICG) de las aguas, la cual pretende definir, mediante una escala numérica simple, de 0 a 100, estimada a partir de 23 parámetros analíticos, el nivel de calidad general del tramo fluvial en cuestión. En este caso los puntos de muestreo se deben elegir de forma que sean estadísticamente representativos de la calidad de la red fluvial de un territorio y por tanto deben contemplar tanto tramos muy contaminados como otros de calidad excelente.

En España, la red de calidad de las aguas que ha cumplido con este objetivo ha sido la red COCA (Control Oficial de la Calidad del Agua), que ha muestreado periódicamente aquellos parámetros que han servido para confeccionar las estadísticas del ICG.

Actualmente estas redes se han englobado, con algunas mejoras, en la red ICA, que cubriendo las cuencas intercomunitarias, ofrece información sobre diversos aspectos relacionados con la calidad de las aguas.

Asimismo, existen diversas redes que, gestionadas por el ITGE y las Confederaciones Hidrográficas, ofrecen información sobre la evolución de las aguas subterráneas.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) creó en 1995 un Centro Temático de las aguas continentales (CTE/AC) al cual confía sus trabajos de método con el objeto de producir una información fiable acerca de los ámbitos acuáticos en Europa. El CTE/EA es un consorcio de ocho organizaciones europeas, entre ellas, la OI Agua.

Eurowaternet es la red europea de vigilancia con la cual deben equipararse los Estados miembros para atender a las necesidades europeas en esta materia. Después de haber detallado “Eurowaternet”, el CTE/AC asesora a los países en la creación de la red. Actualmente se está desarrollando un sistema para la vigilancia de la contaminación de los ríos por nitrógeno y fósforo.

6.2.3.1 Situación de las redes de control

En España se viene controlando la calidad de las aguas superficiales de una manera sistemática desde el año 1962, en que se creó por el Ministerio de Obras Públicas la ya mencionada red COCA, y se encomendó su desarrollo a las Comisarías de Aguas.

Esta red inicialmente estaba constituida por 50 estaciones en las que se controlaban 18 parámetros relacionados con la calidad del agua. Esta red ha ido experimentando sucesivas ampliaciones de forma que en el año 1972 disponía de 221 puntos, mientras que en la actualidad ha alcanzado las 408 estaciones pertenecientes a las 9 cuencas intercomunitarias y 45 estaciones pertenecientes a las cuencas intracomunitarias peninsulares.

En general, las estaciones de la Red COCA no tienen asociada una infraestructura específica, puesto que se trata de puntos en los que se toman muestras con una periodicidad determinada.

Habitualmente, estas estaciones se localizan en tramos de los ríos de fácil accesibilidad y en los que puedan tomarse muestras representativas de la calidad media del río en el tramo. Se eligen habitualmente aquellos tramos en los que es frecuente la presencia de concentraciones importantes de contaminación, y así existen estaciones aguas abajo de los núcleos de población más importantes.

En la actualidad, las estaciones de esta red controlan un total de 40 parámetros, entre los que se cuentan la temperatura, el oxígeno disuelto, la DBO 5 , etc.

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Caudal	Sólidos disueltos	Sílice	Arsénico
Temperatura	Cloruros	Grasas	Cobre
Oxígeno disuelto	Sulfatos	Cianuros	Hierro
Sólidos en suspensión	Calcio	Fenoles	Manganeso
PH	Magnesio	Fluoruros	Plomo
Conductividad	Sodio	Cadmio	Zinc
DQO al permanganato	Potasio	Cromo hexavalente	Antimonio
DBO 5	Fosfatos	Mercurio	Níquel
Coliformes totales	Nitratos		Selenio
	Nitritos		
	Amoniaco		
	Carbonatos		
	Bicarbonatos		
	Detergentes		

6.2.3.2 Grupos de parámetros controlados por la red COCA

Las estaciones de la red COCA están clasificadas en tres grandes categorías, diferenciándose esencialmente por la frecuencia con que se miden o analizan los cuatro grupos de parámetros, oscilando entre una determinación mensual, trimestral, semestral, o anual.

La Red COCA dispone de series de datos de más de 30 años en algunas estaciones. No cabe duda, por lo tanto, de que es una fuente fundamental de información para estudiar la evolución temporal de la calidad. Además, como cualquier otra red de control de calidad, sus datos aportan información sobre la capacidad contaminante de los vertidos situados aguas arriba.

En el año 1993 se diseñó la red Integrada de la Calidad de las Aguas (ICA) con la pretensión de controlar los tramos de río con la frecuencia y la intensidad que requieren los usos existentes en ellos. Esta red integró a las ya existentes (COCA, COAS e Ictiofauna), por simples y evidentes criterios de continuidad estadística, e incrementó su número en algunos tramos concretos.

Por otra parte, la actual red ICA no sólo incluye estaciones convencionales de muestreo sistemático y periódico, sino que engloba también a las Estaciones Automáticas de Alerta (EAA) que, ejecutadas bajo el proyecto SAICA (Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas), producen información continua de algunos parámetros de calidad, y la transmiten en tiempo real a una serie de centros de control y de decisión.

Las EAA se han instalado en aquellos puntos en los que la existencia de usos especialmente críticos determina la necesidad de adoptar acciones inmediatas de prevención, y en aquellos otros en los que conviene detectar puntas de contaminación para actuar en consecuencia y con la rapidez requerida. El equipamiento de una EAA incluye, tanto equipos propiamente analíticos, como de transmisión de datos. En estos momentos se está procediendo a una revisión del sistema en aras de una mayor descentralización en todo lo relacionado con la gestión de los datos, así como a una redefinición de los parámetros que deben medirse y transmitirse desde cada una de las EAA.

También cabe mencionar la puesta en marcha, a partir de octubre de 1978, de una Red Nacional de Control de la Radiactividad Ambiental en aguas superficiales, que suministra información sobre diversos parámetros radiológicos y su posible presencia en las aguas continentales españolas. Los resultados de estas muestras son enviados a la DGOHCA y al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, Ente de derecho público creado por Ley 15/1980 de 22 de Abril, como único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica) para su supervisión y para la adopción, en su caso, de las medidas oportunas. Además, los titulares de instalaciones nucleares llevan a cabo, conforme a las instrucciones del CSN, unos Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) en los entornos de todas sus instalaciones.

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) ha realizado una implantación gradual de una Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas (ROCAS) para estudiar la evolución de los diferentes parámetros físico-químicos. Esta red, que se instauró en la década de los 70, se ha venido ampliando y modificando hasta la actualidad, en la que se controla un total de

1.650 puntos. En estos puntos se analiza con periodicidad semestral los macroconstituyentes químicos.

Como complemento a esta red existe otra red específica de observación de la intrusión (ROI), creada para estudiar la evolución de la intrusión marina en los acuíferos costeros. Es una red de control de carácter permanente, donde se realizan muestreos con periodicidad bimestral o semestral, según las peculiaridades de las diferentes zonas, y se analizan la concentración de cloruros y la conductividad eléctrica.

Existen también otras actividades puntuales de toma de datos, estadística e investigación de la calidad de las aguas subterráneas u otros aspectos que se llevan a cabo por la DGOHCA en el marco de convenios suscritos con el CEDEX, si bien estas actividades no tienen el carácter de una red de medida continua y sistemática. Así, por ejemplo, se han desarrollado interesantes trabajos de hidrología isotópica a partir de datos propios y de redes internacionales específicas (Plata Bedmar, 1994).

6.2.4 Contaminación difusa

La mayor parte de la contaminación difusa de las aguas superficiales está relacionada con toda una serie de actividades, eminentemente agrícolas y ganaderas, que se desarrollan sobre grandes extensiones del territorio, y que provocan la contaminación de estas aguas superficiales por medio de la escorrentía que fluye por su superficie y que arrastra y disuelve las sustancias que han sido depositadas sobre el suelo. Las sustancias más comunes que se encuentran en las aguas en relación con esta contaminación difusa pertenecen al grupo de los fertilizantes y de los fitosanitarios, empleados en la agricultura, al de la materia orgánica y las sustancias tóxicas, ligadas a las actividades ganaderas y a los vertederos urbanos o a determinadas actividades industriales.

La contaminación difusa tiende a adquirir cada vez mayor importancia en la degradación de los recursos hídricos, ya que cuanto mayor sea el grado de depuración y de limitación de los vertidos puntuales, mayor será el incremento que del total de la contaminación supondrán todos los vertidos de carácter distribuido o difuso. A modo de ejemplo, se estima que la aportación de nitrógeno de origen difuso en la cuenca del Duero representa aproximadamente el 80% de la aportación total de nitrógeno de la cuenca.

En las cuencas del Tajo y del Guadiana la contaminación de origen difuso representa casi la mitad de los aportes totales de nitrógeno. La contaminación por nitratos se describe con más detenimiento en el epígrafe dedicado a la contaminación de las aguas subterráneas. La presencia de fitosanitarios en las aguas superficiales no ha sido aún suficientemente estudiada. La red COCA no analiza la existencia de plaguicidas en el agua, por lo que resulta casi imposible, con carácter general, evaluar su presencia y su influencia sobre la calidad del recurso hídrico.

Hay que señalar que existe un importante déficit en lo que se refiere a los estudios que determinen de manera clara la componente difusa de la contaminación de las aguas superficiales españolas. Resulta claro que las bajas calidades detectadas en el agua durante muchos fenómenos de crecidas y fuertes lluvias se deben a la remoción de contaminantes depositados sobre el suelo previamente y que se movilizan precisamente durante estos cortos períodos de tiempo provocando puntas de polución e importantes episodios de contaminación.

La limitación de la contaminación difusa sólo puede lograrse mediante medidas preventivas tales como la limitación de la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, la limitación en la aplicación de estiércol, y la ordenación de los vertederos en aquellas zonas que presenten un potencial importante de contaminación difusa. De este tipo son las medidas que propone la Directiva 91/676, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola, que fue transpuesta por Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero.

Asimismo, puede resultar necesario declarar áreas de protección en zonas vertientes a los embalses, de forma que se impida, además de la eutrofización, la posibilidad de episodios de contaminación microbiológica que no han podido detenerse con los tratamientos convencionales previstos para aguas de calidad A2 y A3.

6.2.5 Contaminación de los ríos

La contaminación se define en el artículo 85 de la Ley de Aguas (LA) como la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

En cada caso concreto los procesos contaminantes se desencadenan por el vertido de determinadas sustancias al medio hídrico y por su influencia negativa sobre la aptitud del agua para satisfacer determinados usos u objetivos de calidad. Esto es, la conjunción de un vertido y de un uso o una función ecológica no satisfecha producen la contaminación tal y como se define en la Ley de Aguas. Por tanto, la contaminación fluvial habrá que estudiarla en relación con el cumplimiento de la normativa existente sobre calidad de las aguas, que en gran parte procede de actos legislativos emanados desde la Unión Europea y que han sido transpuestos al ordenamiento jurídico del Estado español.

Asimismo, es importante señalar la estrecha relación que existe, en muchos ríos de nuestro país, entre la cantidad de agua y su calidad. Lo estricto de los caudales circulantes en muchos cauces, sometidos a intensa presión de los usos, hace que se planteen problemas de calidad y se recurra a la dilución con aguas escasas, ocasionando frecuentes conflictos de intereses entre usuarios.

Por otra parte, el incremento de la contaminación de tipo difuso, asociada a episodios de lluvias y caudales elevados, que provoca el arrastre de la contaminación depositada en el suelo, pone de relieve la importancia que posee la planificación de los usos del suelo y el estudio de medidas contra tales efectos. A este respecto ha de indicarse que la contaminación de los cauces por las aguas de tormentas aliviadas a los sistemas unitarios de saneamiento, así como las escorrentías procedentes de las vías de comunicación, pueden aportar una carga contaminante igual o superior a la de los vertidos urbanos en periodos secos, y concentrada, además, en un período de tiempo muy reducido.

6.2.5.1 Calidad según el criterio del ICG

El índice de Calidad General (ICG) pretende proporcionar un indicador agregado y global de la calidad del agua. Se obtiene mediante una fórmula de agregación que integra 23 parámetros de calidad, 9 de los cuales, que se denominan básicos, son necesarios en todos los casos. Otros catorce, que responden al nombre general de complementarios, sólo se usan para aquellas estaciones o períodos en los que se

analizan. A partir de ponderaciones matemáticas que valoran la influencia de cada uno de estos parámetros en el total del índice, se deduce un valor final único y representativo que se sitúa entre 0 (agua muy contaminada) y 100 (agua totalmente limpia).

El diagnóstico general de la situación actual se realiza en cada ámbito de la planificación, indicando, para los ríos controlados en cada ámbito, la situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad.

Teniendo en cuenta que índices por debajo de 65 (agua Regular, Deficiente o Mala) ya comprometen seriamente la mayor parte de los usos posibles, puede comprobarse que la situación no es del todo satisfactoria en algunas de las cuencas hidrográficas del territorio nacional, sobre todo en aquellas en las que las aportaciones naturales son más bajas o es más alta la influencia de los vertidos industriales o de la contaminación difusa.

Para la mejor interpretación de esta información, es conveniente precisar que, como se comentó al describir la red COCA, los puntos de control de esta red han sido establecidos, en general, aguas abajo de algún vertido que debía e interesaba controlarse. Así, los valores del ICG de un tramo de río, al estar condicionados por un vertido, suelen ser bastante inferiores de los que realmente corresponderían si el punto de observación fuese otro más significativo del tramo en cuestión, y deben interpretarse en general como una cota máxima del verdadero estado de la calidad en el tramo.

Por otra parte, si se analiza la evolución del índice a lo largo del tiempo se puede apreciar una situación global de mantenimiento o mejora, con algunos empeoramientos zonales y diversas anomalías. Estudiando con mayor detalle las causas de estas anomalías, pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- A veces se observan evoluciones negativas en tramos de río donde se advierte que la calidad no es tan mala, pero ha venido determinada por la incidencia de un vertido puntual. Esto podría aconsejar la reconsideración de los puntos de muestreo empleados.
- El hecho de que la calidad del agua en algunos lugares no haya evolucionado favorablemente en los últimos años, después de haber llevado a cabo actuaciones significativas de corrección de vertidos, conduce a dudar sobre la fiabilidad de algunos datos antiguos, debido probablemente al propio manejo de las muestras, los sistemas y aparatos de medición, etc. Aunque también cabe anticipar que la magnitud de los vertidos se ha incrementado en gran medida durante los últimos años.
- Para afinar el análisis de tendencias sería necesario tratar estadísticamente los datos de las series históricas identificando aquellas que planteen inconsistencias, filtrando los posibles valores fuera de rango, etc. Ello requiere la implantación de sistemas de gestión de los resultados analíticos que mediante metodologías adecuadas aseguren una mayor fiabilidad y validación de los datos, y potenciando, en la medida necesaria, sistemas supervisados de medida automática y continua.

6.2.5.2 Calidad según criterios del índice biótico

Otra aproximación a la descripción de la calidad del agua es la proporcionada por los índices bióticos. Los organismos o comunidades biológicas de un ecosistema fluvial reflejan las características o condiciones ambientales del sistema del que forman parte.

La utilización de éstos como bioindicadores responde generalmente a la mayor facilidad y al menor coste de su observación frente al análisis o valoración directa del parámetro que indican.

La principal ventaja de los indicadores biológicos es su capacidad de integrar las variaciones temporales de las condiciones ambientales del medio. Así, grandes fluctuaciones puntuales en los parámetros físico-químicos del medio pueden pasar inadvertidas en un seguimiento periódico determinado si los valores extremos del factor alterado no coinciden en el tiempo con el momento del muestreo.

Los bioindicadores, por su gran diversidad en los ecosistemas fluviales, aparte de no precisar de un coste de calibración y mantenimiento continuos, presentan una gran amplitud de respuestas ante cualquier grado o tipo de alteración en el medio. Son por tanto, una valiosa herramienta complementaria de las redes de control automático físico-químico de calidad del agua ya establecidas, como la red SAICA.

Para cuantificar el valor indicador de los organismos, numerosos autores han desarrollado diferentes índices biológicos de calidad del agua, basados en las distintas tolerancias de las especies o comunidades ante los factores contaminantes. A la presencia o ausencia de una especie o familia de organismos acuáticos, así como a su densidad o abundancia, se les asigna un valor de calidad según el parámetro o conjunto de los mismos que se quiera valorar, en función de su grado de tolerancia.

El conjunto global de observaciones de toda la comunidad biológica existente aportará un valor final de calidad según el índice empleado para cada tramo o río estudiado. Este tipo de reconocimientos limnológicos requiere únicamente de un mínimo de 2-3 visitas anuales a los puntos elegidos de la red fluvial.

Existe una amplia variedad de índices biológicos de calidad del agua para sistemas fluviales, pudiendo establecerse los siguientes grupos:

- Índices de *diversidad*: basados en las variaciones de la composición específica de las comunidades de organismos y su estructura. En general, a una mayor biodiversidad le corresponde una mejor calidad del agua y viceversa. Ejemplos de este tipo de índices son los basados en la teoría de la información, como el de Shannon, o el de Margalef (1951).
- Índices *sapróbicos*: reflejan los efectos de la contaminación por materia orgánica procedente de vertidos urbanos o agrícolas y su grado de descomposición, sobre los organismos. Pueden verse distintas aproximaciones en García de Jalón y González del Tánago (1986).
- Índices *bióticos*: son los más utilizados y se basan en la clasificación de los organismos según su tolerancia a la contaminación, asignándoles una puntuación cuyo rango varía según el índice utilizado. El valor de calidad para el río estudiado resulta de la suma total de los valores de cada organismo presente. Los más conocidos son el Trent Biotic Index (TBI), el IB, el Biotic Score, o el BMWP. De la adaptación de este último a los organismos existentes en la Península Ibérica, resultó el Índice BMWP' (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988), siendo el más utilizado en nuestro país actualmente por su sencillez, precisión y eficacia. Su uso fue recomendado por la Asociación Española de Limnología en su Congreso Nacional de 1991.

Tanto la Administración General del Estado, como algunos Organismos de Comunidades Autónomas, están desarrollando desde hace tiempo programas de control de la calidad del agua de los ríos basándose en el empleo de índices bióticos, utilizando macroinvertebrados acuáticos bentónicos como indicadores ecológicos de las condiciones del medio.

El CEDEX, por ejemplo, está llevando a cabo desde 1985 un seguimiento de la calidad del agua de las cuencas fluviales españolas (Avilés et al., 1997) habiendo seleccionado como índice biótico más eficaz y aplicable a la mayoría de las cuencas el ya mencionado índice BMWP (Biological Monitoring Network Party) modificado (BMWP'), también conocido como Índice de Alba, que establece cinco clases de calidad biológica del agua según el valor total del índice. También viene empleándose por el Gobierno Vasco desde el año 1992.

En el índice BMWP' se asigna a cada familia de macroinvertebrados acuáticos una puntuación de 1 a 10 en función de su sensibilidad a la contaminación del agua o alteración del medio. El valor del índice en cada estación de muestreo se obtiene por la suma de las puntuaciones de cada familia encontrada. Según la puntuación final, a cada tramo del río le corresponde una de las siguientes clases:

CLASE	INTERVALO	CALIFICACIÓN
Clase I:	>120	Aguas muy limpias
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
Clase II:	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
Clase III:	36-60	Aguas contaminadas
Clase IV:	16-35	Aguas muy contaminadas
Clase V:	<16	Aguas fuertemente contaminadas

Hasta la fecha se han controlado más de 1.000 estaciones de muestreo repartidas entre 244 ríos de las grandes cuencas hidrográficas españolas. Las cuencas que presentan un estado general de calidad biológica de sus aguas más aceptable son las del Norte Duero, Sur, Júcar y Ebro, con un porcentaje de puntos con aguas contaminadas (clases IV y V) menor del 20 %, y un porcentaje de puntos con aguas poco contaminadas (clases I y II) mayor del 60%. Por el contrario, las cuencas en peor estado son las del Gadiana, Guadalquivir, Segura e Internas de Cataluña, con más de un 40% de puntos con aguas contaminadas (clases IV y V) y menos de un 40% de los puntos en buen estado de conservación (clases I y II). En general y para todo el territorio nacional, el número de puntos que presentan aguas contaminadas es del 20% aproximadamente, correspondiendo el 60% a puntos con aguas en buen estado de conservación. El 20% restante mostrarían algunos efectos de contaminación (clase III).

Los resultados ofrecidos por este índice pueden considerarse complementarios de los que ofrece el ICG. Dada la tendencia internacional a ir sustituyendo el empleo de índices físico-químicos por índices biológicos, es de prever que este tipo de indicadores vaya cobrando mayor importancia en el próximo futuro. Debe mencionarse que, aunque algunos Organismos disponen de esta red en sus territorios, en la actualidad a nivel nacional no existe una red oficial de control de la calidad mediante índices bióticos.

6.2.6 Eutrofización de las masas de agua

La contaminación de las masas de agua continentales (embalses, lagos y lagunas) tiene dos fuentes principales. Por un lado, la descarga de las aguas residuales urbanas y agrícolas, y por otro la de los vertidos industriales.

La primera de las fuentes es, básicamente, de tipo orgánico, y su tratamiento es relativamente fácil por ser biodegradable en un plazo breve, aunque la masiva utilización de detergentes complica mucho los procesos de tratamiento. La segunda fuente de contaminación está constituida en gran proporción por productos químicos, muchos de ellos tóxicos, como fenoles, dioxinas, metales pesados, además de hidrocarburos, sustancias radiactivas, etc., más difíciles de degradar que los contenidos en las aguas residuales urbanas y agrícolas.

El conocimiento del nivel de contaminación de estas masas de agua es relativamente aceptable, aunque existen algunos problemas puntuales mal conocidos, y con datos no actualizados.

A continuación se describe con mayor detalle el problema concreto de la eutrofización de lagos y embalses.

La *eutrofización* es un proceso complejo de fertilización de las aguas naturales con sustancias nutritivas, especialmente nitrógeno y fósforo, en forma asimilable por la vegetación acuática, que origina un aumento de la población de algas, un incremento de la productividad en todos los niveles de la cadena alimentaria y un empeoramiento de las características físico-químicas iniciales del agua. Aunque puede darse de forma natural, suelen ser las actividades humanas las principales causantes de este fenómeno.

Los lagos y embalses se suelen clasificar en *eutróficos*, *mesotróficos* y *oligotróficos*, de acuerdo con la capacidad de los mismos para producir una biomasa vegetal más o menos abundante. Los eutróficos se caracterizan por tener una elevada productividad primaria y una gran concentración de nutrientes. Por regla general, son poco profundos, turbios en verano por efecto del fitoplancton, y con bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo con tendencia a la anoxia durante el periodo de estratificación. Los oligotróficos tienen un contenido bajo en nutrientes, son poco productivos, transparentes, profundos y con una elevada concentración de oxígeno disuelto en el hipolimnion. Los mesotróficos ocupan una posición intermedia entre ambos.

De acuerdo con los criterios de la OCDE (1982) pueden introducirse dos nuevas categorías tróficas: ultraoligotrófico e hipereutrófico.

En España, el problema de la eutrofización en los embalses ha sido más estudiado, sobre todo en lo que a número se refiere, que la de lagos y lagunas. Para la determinación del grado trófico de los embalses españoles se ha recogido información de los reconocimientos limnológicos efectuados por el CEDEX para la DGOHCA (1990-1997), y la información obtenida a partir de las imágenes del sensor Thematic Mapper del satélite Landsat-5 en los trabajos sobre teledetección en las cuencas del Ebro (1990), Guadiana (1991), Tajo (1992) y Duero (1992), también realizados por el CEDEX para la DGOHCA.

Asimismo, con objeto de actualizar la información existente sobre eutrofización, se ha completado con la procedente de Confederaciones Hidrográficas, Diputación

Foral de Guipuzcoa, Mancomunidad de Aguas de Añarbe, Consorcio de Aguas de Bilbao, empresas municipales y Universidades.

Las cuencas que presentan las aguas almacenadas en los embalses en peor estado son las del Tajo (68%), Cuencas Internas de Cataluña (67%), Galicia Costa (64%) y Duero (57%), lo que lleva a que casi la mitad (el 48%) del volumen total de los embalses españoles se encuentre en un estado avanzado de eutrofización.

Aunque la cifra del 48% del volumen embalsado pueda en principio parecer elevada, no lo es tanto en realidad ya que la consideración del agua eutrófica como mala o la de oligotrófica como buena depende del uso que se haga de ella y, por tanto, los objetivos de calidad deberán establecerse en función de la finalidad a que se destine el agua. Así, un embalse para abastecimiento debería tener una calidad tal que pudiera tratarse con métodos convencionales de bajo coste.

En cuanto al grado trófico de los embalses mayores de 10 hm³, los más eutróficos están situados en los tramos bajos de los ríos principales, después de su paso por las grandes áreas urbanas. Otros están dominados por cuencas con alta densidad de población y con una actividad agraria importante. Los oligotróficos, por el contrario, se sitúan principalmente en las cabeceras de los ríos, en zonas despobladas, frías y cubiertas de una vegetación densa.

6.2.7 Contaminación de las aguas subterráneas

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiéndola como tal su composición original, es producto de la interacción del agua de infiltración y los materiales con los que entra en contacto durante el ciclo hidrológico. Determinados factores externos, principalmente de origen antrópico, pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

Las aguas de mejor calidad química son las procedentes de las formaciones carbonatadas. En general, son aptas para todos los usos, con bajos contenidos salinos y suelen presentar mineralizaciones ligeras o medias. Este tipo de aguas predominan en las cuencas del Norte, en las unidades de cabecera y borde septentrional de la cuenca del Duero, bordes de la Sierra del Guadarrama, en el Tajo, cuenca alta del Guadiana, unidades carbonatadas del Guadalquivir y Sur, sistemas interiores del Júcar, Ebro y Cuencas Internas de Cataluña.

La variabilidad litológica de las formaciones detríticas da lugar a una amplia diversidad de tipos, desde aguas poco mineralizadas de buena calidad hasta aguas salinas, de deficiente calificación para ciertos usos. El desarrollo antrópico sobre estos acuíferos hace que en ellos sean más frecuentes los procesos de contaminación. Los problemas de calidad más habituales en las aguas subterráneas son la presencia de elevadas concentraciones de compuestos nitrogenados en las áreas de desarrollo agrícola y de cloruros y sodio, asociados a la intrusión marina, en los acuíferos costeros.

Los mecanismos por los que un agente contaminante puede alcanzar un acuífero y propagarse en él son múltiples y en ocasiones muy complejos. La contaminación de un acuífero desde la superficie del terreno se puede deber a los residuos sólidos o líquidos vertidos en cauces secos, a la existencia de vertederos incontrolados o a la acumulación de sustancias contaminantes en superficie. Si los residuos acumulados contienen material soluble, éste será lixiviado por el agua de lluvia y se infiltrará hasta la zona

saturada, incorporándose al flujo subterráneo y pudiendo llegar, eventualmente, a las captaciones de aguas.

La contaminación por actividades agrícolas se produce por la infiltración de aguas (lluvia o riego) que disuelven y arrastran abonos y pesticidas. La explotación del acuífero conlleva el riesgo de utilización de aguas contaminadas, si se realiza sin las debidas precauciones. La contaminación por nitratos se presenta actualmente en algunos acuíferos situados en el Levante Español y en zonas de intensa actividad ganadera.

Las aguas residuales domésticas pueden contaminar los acuíferos en los casos de utilización de fosas sépticas, reciclado de efluentes y, en general, de sistemas de tratamiento de aguas residuales que utilizan la capacidad depuradora del terreno de manera incorrecta, casi siempre por saturación de la misma. A pesar de los procesos de adsorción en el suelo y de atenuación de la contaminación que se producen en la zona no saturada, la infiltración de ciertas sustancias hasta el nivel freático puede constituir una amenaza real para las captaciones próximas (Candela y Varela, 1993).

El embalsamiento superficial y la acumulación de residuos líquidos de diversa procedencia (balsas de evaporación o de concentración, balsas de infiltración de industrias o de estabulaciones ganaderas, etc.) depositados en excavaciones naturales o artificiales, incluso los vertederos poco o nada controlados, pueden provocar la contaminación de las aguas subterráneas. Especial transcendencia reviste la situación en que el embalsamiento entra en contacto directo con la zona saturada (caso frecuente en graveras abandonadas), por cuanto el contaminante encuentra entonces una vía de acceso directo hasta el acuífero. La contaminación del acuífero manchego por los residuos de las alcoholeras ejemplifica claramente este tipo de procesos. El vertido al terreno de las vinazas residuales de las alcoholeras ha dado lugar a un doble fenómeno de contaminación subterránea: del agua, por aporte de materia orgánica, potasio y otras sales; y de la zona no saturada, por emisión de metano por degradación anaeróbica de la carga orgánica aportada.

Los pozos de inyección directa y la eliminación de aguas residuales industriales, de salmueras procedentes de actividades mineras o de agua contaminada térmicamente en procesos de calefacción o refrigeración, constituyen una amenaza muy seria, probablemente la más directa, para la calidad de las aguas subterráneas, en particular cuando los pozos y sondeos destinados a este fin no están adecuadamente diseñados, construídos, situados o manejados.

La progresión de la intrusión salina por alteración del régimen de flujo como consecuencia del bombeo excesivo en acuíferos costeros conectados hidráulicamente con el mar, o la ubicación inadecuada de las captaciones de bombeo en este tipo de acuíferos, provoca el avance de una cuña de agua salada, tierra adentro, al disminuir el flujo de agua dulce hacia el mar, lo que provoca graves problemas de contaminación en numerosas unidades hidrogeológicas de la costa mediterránea.

6.2.7.1 Salinización e intrusión marina

El incremento en el contenido salino se traduce generalmente en altas concentraciones de sulfatos y cloruros. Su origen puede ser debido a la influencia de los materiales por los que circula el agua (yesos o evaporitas), a la reutilización de aguas de riego, con sales añadidas en las actividades agrícolas a las que se suman las sales disueltas a partir del suelo, o a la intrusión marina, provocada por la invasión del agua de mar en los acuíferos costeros cuando se realizan bombeos excesivos.

En el Mediterráneo oriental la intrusión marina se presenta de forma generalizada, y en algunos de sus acuíferos costeros (Plana de Vinaroz-Peñíscola y Plana de Oropesa-Torreblanca) los contenidos de cloruros superan los 500 mg/l permanentemente. Los acuíferos costeros del Sur peninsular presentan problemas localizados. En el litoral Atlántico-Sur ocurren procesos de intensa intrusión que entre los años 1990 y 1994 alcanzaron su punto de mayor intensidad.

Las zonas que presentan un mayor riesgo de intrusión marina son aquellas en las que la salinización afecta a toda la unidad hidrogeológica (Intrusión marina general). En otros casos la contaminación salina es meramente local y afecta a zonas concretas muy próximas a los bombeos. En un punto intermedio se sitúa la intrusión marina zonal, que afecta a superficies mayores de acuífero, en las que sin embargo existen algunas zonas poco afectadas por la salinidad del mar.

6.2.7.2 Contaminación por nitratos

El origen de este importante problema se atribuye a la agricultura (aplicación de fertilizantes) y a la ganadería, aunque en menor medida también los vertidos líquidos urbanos son fuente de compuestos nitrogenados, si bien sus consecuencias suelen ser más restringidas y localizadas en el entorno próximo a los puntos de vertido.

La contaminación de aguas subterráneas por nitratos puede dañar la salud, tanto a hombres como a animales, siendo más problemática que la contaminación en el agua superficial, ya que una vez contaminado el acuífero puede permanecer así durante años, mientras que el agua superficial se renueva con relativa rapidez.

La agricultura no es la única fuente de contaminación del agua subterránea por nitratos, aunque sí uno de los factores que más contribuye, y en especial la intensificación que conlleva un mayor consumo de nutrientes. Además, las opciones para controlar dicha contaminación son mucho más limitadas que en otros casos debido a que tiene una naturaleza difusa.

La contaminación por nitratos afecta de forma importante al litoral mediterráneo, y es especialmente acusada en el Maresme, donde se llega a superar los 500 mg/l (la Reglamentación Técnico-Sanitaria obliga a que las aguas potables no superen los 50 mg/l), y en grandes áreas de las planas costeras del Júcar (Castellón y Valencia), donde se superan 100 mg/l. Entre las unidades interiores, la Llanura Manchega, el aluvial del Ebro y algunos sectores del valle del Guadalquivir (aluviales del Guadalquivir y Guadalete) son las más afectadas, con contenidos entre 50 y 100 mg/l de nitratos. De forma local la presencia de nitratos afecta a diversas áreas de las cuencas del Duero (región central del Duero, Esla-Valderaduey y Arenales), Tajo (La Alcarria, Tiétar y Ocaña), Sur (Campo de Níjar, Dalías y Fuente Piedra), y Segura (Campo de Cartagena, Guadalentín, y Vegas del Segura).

El problema no es generalizado en todo el territorio nacional, pero la gravedad de la situación en algunas zonas, en las que se usan estas aguas con destino a abastecimientos, requiere de la mayor atención por parte de los usuarios y de las Administraciones públicas.

La presencia de nutrientes en el agua puede ser considerada un proceso contaminante dependiendo de su uso o destino. De este modo, si el uso previsto es el abastecimiento, la calidad del agua será inadecuada con concentraciones relativamente

bajas, mientras que en el caso del regadío, el grado de tolerancia es mayor, puesto que las plantas utilizan estos nutrientes para su desarrollo.

En los casos de utilización conjunta y directa de las aguas, resulta imprescindible estudiar la concentración y evolución de los nutrientes con objeto de ver su grado de adecuación al uso previsto. Dada la importancia que tiene para la agricultura la cantidad de nutrientes disueltos es necesaria la caracterización de las masas de agua y el estudio de su evolución. Este seguimiento se lleva a cabo por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), según se describe en los informes anuales del Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española, en el “Estudio a Nivel Nacional de los Regadíos y la Economía, Análisis para el Plan Nacional de Regadíos e Integración en una Estrategia de Desarrollo Rural”, MAPA, 1997, y en la “Caracterización de las fuentes agrarias de contaminación de las aguas por nitratos”, MIMAM, 2000. En estos estudios ha sido establecida una metodología para la determinación cuantitativa indirecta que, junto con las mediciones directas soporta la propuesta de este indicador. Esta metodología es presentada más adelante.

6.2.8 Criterios de calidad del agua para riego

Existen diversas clasificaciones que orientan sobre la calidad que debería poseer el agua para ser utilizada en el riego. Los criterios más comúnmente utilizados para analizar la aptitud del agua para el regadío los recoge la FAO y se refieren en primer término a los riesgos de salinización y de reducción de la capacidad de infiltración en función de la conductividad y de ésta y de la Relación de Absorción de Sodio (RAS), respectivamente. Tales variables se pueden obtener de los datos ofrecidos por la red COCA.

Además, los criterios de la FAO incluyen información sobre otros problemas potenciales, derivados de la toxicidad de determinados iones específicos y oligoelementos, el exceso de nitrógeno y bicarbonato y la magnitud del pH. Las directrices propuestas sólo son aplicables en determinados supuestos referentes al clima, suelo, manejo y métodos de riego, condiciones de drenaje y patrones de absorción de la humedad por el cultivo.

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
		NINGUNO	LIGERO O SEVERO	MODERADO
Salinidad (afecta disponibilidad de agua para el cultivo)				
E _{Ca}	dS/m	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
TSS	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltración (reduce infiltración evaluar usando a la vez la E _{Ca} y el RAS)				
RAS = 0 - 3 y E _{Ca} =		> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
= 3 - 6 =		> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
= 6 - 12 =		> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
= 12 - 20 =		> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
= 20 - 40 =		> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Toxicidad de Iones Específicos (afecta cultivos sensibles)				
Sodio (Na)				
Riego por superficie	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3	
Cloruros (Cl)				
Riego por superficie	me/l	< 4	4.0 - 10	> 10
Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3	
Boro (B)	mg/l	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
Oligoelementos				
Varios (afecta cultivos sensibles)				
Nitrógeno (NO ₃ -N)	mg/l	< 5	5.0 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (aspersión foliar únicamente)	me/l	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
pH			Amplitud Normal: 6.5–8.4	

6.3 SUELO

El suelo es, junto con el agua, uno de los componentes básicos de un agrosistema de regadío, siendo ambos los recursos básicos de nutrición del cultivo.

La transformación en riego puede generar procesos importantes de degradación para el suelo. Esta degradación del suelo incluye procesos físicos, químicos y biológicos.

La degradación física abarca los procesos de erosión, compactación y riesgo de avenidas. La compactación del suelo por maquinaria agrícola aumenta con la intensificación del laboreo, la maquinaria pesada y la intensidad de las labores. La compactación en profundidad, donde el proceso de compactación es acumulativo al escapar a la profundidad de trabajo de los aperos comunes, es la más preocupante.

La degradación química debida a las prácticas agrícolas consiste en una pérdida de nutrientes del suelo y de la materia orgánica, así como en la acumulación de metales pesados y de otros elementos tóxicos. Una de las formas de degradación química es la salinización, existiendo una correlación entre el incremento de la salinización del suelo y el aumento de superficies agrícolas regadas, lo que está llevando a daños irreversibles y a una pérdida de suelos destinados a la producción agrícola.

La degradación biológica incluye un descenso del contenido de materia orgánica y de la cantidad de carbono procedente de la biomasa, así como una reducción en la actividad y la diversidad de la fauna del suelo. Entre los tres procesos de degradación de la calidad del suelo el componente biológico es el más difícil de cuantificar a pesar de que es posiblemente el que más influye en cuestiones tan importantes como la fertilidad y la productividad de los suelos.

Así, por una parte nos encontramos con los factores que afectan a la química del suelo bajo riego y que se manifiestan en forma de salinización, alcalinización, y acidificación del suelo, y por otra parte existen procesos físicos de afección como puedan ser los problemas de drenaje, los procesos de erosión y sedimentación: la erosión local, la intensificación, la modificación de la morfología riparia, la aparición de estructuras de canales, la sedimentación de limos y la erosión de estuarios

6.3.1 Salinización del suelo debida al riego

El Banco Mundial ha propuesto la toma de medidas previas a la puesta en marcha de nuevas infraestructuras, dados los problemas de salinización existentes. FAO y UNESCO también resaltan que el 50% de la superficie regable a nivel mundial sufre este problema, el cual avanza a una velocidad de 20.000 km² al año.

La salinización de los suelos es uno de los problemas más graves que afectan a la agricultura y es una característica de climas áridos y semiáridos. La pérdida de suelo que provoca reduce seriamente el beneficio obtenido con las transformaciones de regadío. Los principales factores que influyen en el proceso de salinización del suelo son el clima, la composición química del agua de riego (CE y SAR), la aplicación de dosis de lavado y las condiciones del suelo y su capacidad de drenaje.

Más de 660 millones de km² en el planeta se encuentran demasiado salinizados para poder soportar vida vegetal. Los drenajes defectuosos en sistemas de riego son

responsables de que se pierda tanta cantidad de tierra agrícola como la que entra en producción.

La mayor parte de los suelos contienen algunas sales que son arrastradas por la lluvia. En las zonas áridas se combinan las escasas lluvias con la alta evapotranspiración para producir suelos naturalmente salinos.

A menos que sea cuidadosamente controlado, el riego puede concentrar fácilmente la sal en el medio ambiente, aniquilando los cultivos que debería sustentar.

Al obtener agua de los ríos ya se aumenta la salinidad natural por la evaporación del embalse. Esta se incrementa durante la circulación por canales. Si estos no son impermeables además inducen el alzamiento del nivel freático con lo que se genera un anegamiento que degenera en otra salinización por evaporación en el terreno próximo a la canalización.

Al elevarse las aguas subterráneas, disolviendo las sales del suelo, aumenta la salinidad. Cuando llega a las raíces del cultivo altera su funcionamiento, reduciendo el rendimiento de las cosechas de forma incrementada. Al continuar elevándose el agua subterránea por la zona radicular, se produce la muerte de la planta. Cuando se encuentra cerca de la superficie, el agua asciende por capilaridad, evaporándose y dejando sobre la superficie una dura costra salina.

Con frecuencia se recurre a soluciones locales como cubrir los canales, instalar drenajes que evacúen el agua antes de acumular la sal o hacer pozos para reducir el nivel freático. Sin embargo estas técnicas en muchas ocasiones únicamente exportan el problema aguas abajo de la zona regada. La desalación del agua es un proceso técnicamente viable pero de un enorme coste económico y no siempre rentable.

6.3.2 Sodificación del suelo

Se denominan suelos sódicos a aquellos que contienen suficiente sodio intercambiable como para que afecte a la estructura y a la producción de los suelos. La aplicación de agua de riego con elevado contenido en sodio, la elevación del nivel freático, la acumulación de sales en la zona radicular por un drenaje inadecuado o la aplicación de aguas con bajas concentraciones de Ca^{2+} son actuaciones que provocan la sodificación del suelo.

6.3.3 Acidificación del suelo

El lavado de las bases del suelo por un riego excesivo o por un drenaje deficiente conlleva una acidificación del suelo. Esta reducción del pH provoca una disminución de la capacidad de las plantas para desarrollarse, debido sobre todo a efectos tóxicos de iones de aluminio y manganeso y a la carencia de calcio. La adición de cal al suelo es la práctica más habitual para corregir su acidificación.

6.3.4 Problemas de drenaje debidos al riego

El drenaje agrícola se planteó inicialmente como una técnica de manejo del agua en regiones húmedas, cuya finalidad era impedir el encharcamiento superficial del suelo y controlar la posición de la capa freática fuera de la zona radicular de los cultivos, para mejorar la aireación de las raíces, aumentar la disponibilidad de nutrientes y ampliar el período de tiempo con tempero en el suelo.

En las zonas regables, situadas en regiones áridas y semiáridas, el drenaje se utiliza para evitar el riesgo de salinización que tienen los suelos regables, siendo además una técnica utilizada para la recuperación de suelos problemáticos como son los suelos salinos o los suelos arcillosos pesados.

El exceso de riego o la existencia de procesos de impermeabilización en el perfil del suelo conducen a la acumulación del agua de escorrentía sobre el terreno o al ascenso del nivel freático. Ambos procesos pueden suponer la formación de áreas encharcadas que pueden evaporarse y formar costras salinas, produciéndose la asfixia de las raíces. Como consecuencia se deben abandonar las tierras que anteriormente se regaban.

6.3.5 Erosión del suelo en el regadío

Como efectos directos de la pérdida acelerada del espesor del suelo destaca la disminución de la capacidad de retención de humedad y la reducción de su productividad. Como efectos indirectos de la erosión están la contaminación de las aguas superficiales por sedimentos y productos absorbidos, el incremento del riesgo de inundaciones y el anegamiento de embalses.

Los suelos agrícolas pueden "tolerar" una cierta erosión sin que afecte a su productividad a largo plazo. Esta erosión tiene su límite en unas 5 toneladas por ha y año en suelos profundos y bien desarrollados y tan sólo 1 tonelada por ha y año en suelos arenosos. Sin embargo, con unas tasas de formación de suelo muy bajas, ninguna pérdida de suelo se puede considerar reversible antes de un periodo de tiempo que oscila entre los 50 y los 100 años.

El concepto de calidad del suelo abarca dos partes bien diferenciadas pero relacionadas:

- Calidad inherente, debida a las propiedades del suelo, determinada por los factores que dan lugar a su formación, como el clima, la topografía y la roca madre de la que procede. La calidad inherente del suelo permitirá comparar los suelos en función de sus diferentes usos y sus características físicas.
- Calidad dinámica, que resulta de modificar las condiciones o propiedades iniciales del suelo debido a las diferentes prácticas agrícolas llevadas a cabo sobre el mismo.

Estas cualidades dinámicas están relacionadas con los efectos de otros cambios como el clima o la tecnología sumándose el hecho de que en los procesos de degradación puede haber un intervalo de tiempo entre el incidente que provoca la degradación, el reconocimiento del problema y el desarrollo de las estrategias de conservación.

Los efectos de esta degradación afectarán fundamentalmente a los ecosistemas acuáticos en el caso de la erosión hídrica, y a la calidad del aire en el caso de erosión eólica. La erosión del suelo también reduce la capacidad del mismo para fijar el dióxido de carbono demostrándose en algunos estudios que limitar esta erosión ha revelado en algunos casos ser más eficaz que cambiar el uso del suelo de agrícola a forestal de cara a la mejora de este proceso.

La disminución de la capacidad de retención de humedad en los suelos es un mecanismo desencadenante del proceso de desertificación, testimoniado por el cambio edafoclimático hacia condiciones de mayor xericidad.

6.4 HÁBITATS Y BIODIVERSIDAD

6.4.1 *El medio ambiente en el mundo*

La verdadera preocupación por el problema medioambiental surgió a partir de la crisis económica mundial motivada por la subida de los precios del petróleo a principios de los años 70. La caída de la idea de la inagotabilidad de los recursos naturales y la aparición de casos de degradación ambiental por las actividades humanas hizo que se afrontara la imposibilidad de que la capacidad tecnológica pudiera ofrecer una solución absoluta. Las ideas desarrollistas hasta entonces dominantes fueron sustituidas por la conciencia de los graves problemas ambientales locales junto con problemas de alcance mundial.

No obstante, la primera postura a nivel mundial ya la había tomado la UNESCO en 1968 con la celebración en París de la “Conferencia Intergubernamental de expertos sobre bases científicas para un uso racional y conservación de los recursos de la Biosfera”. A partir de ella tomo forma el Programa “Hombre y Biosfera” (MAB).

En 1972 se celebró en Estocolmo la “Conferencia de las Naciones sobre el Medio Humano”. En ella se planteaba el antagonismo entre el Medio ambiente y el Desarrollo económico. Sin embargo existía un doble rasero entre los países ricos y pobres que derivó en una polémica Norte-Sur. Para el primer grupo existía un problema fundamentalmente industrial cuya principal solución establecía una política de crecimiento cero, la cual condenaba al segundo a un estancamiento en su desarrollo.

La “Estrategia Mundial para la Conservación” fue presentada en Madrid el 4 de Marzo de 1980. En su redacción colaboraron la UICN, el PNUMA y la WWF.

En 1987 aparece el informe “Nuestro futuro común” de la Comisión Brundtland sobre el Medio Ambiente y el desarrollo donde se acuña el término desarrollo sostenible.

En 1991 los tres organismos que habían colaborado en la Estrategia Mundial para la Conservación establecen un nuevo marco de actuación para una sociedad sostenible con el informe “Cuidar la Tierra, estrategia para el futuro de la vida”

La llamada “Conferencia de Río” transcurrió entre el 3 y el 14 de junio de 1992 en la ciudad brasileña. De ella surgieron tres tipos de acuerdos. La “Declaración de Río”, La “Agenda 21” y la “Declaración de Principios sobre Bosques” fueron de carácter meramente orientador sin compromiso formal alguno por parte de los países firmantes. El “Convenio sobre cambio Climático” y el de “Biodiversidad” fueron ratificados por varios estados aceptando su fuerza jurídica vinculante. Otros tipos de compromisos más específicos fueron ratificados por países con preocupaciones comunes.

6.4.2 *La Unión Europea y el medio ambiente en la agricultura*

La agricultura ocupa un 42% de la superficie terrestre total del continente europeo. La tendencia del tamaño de las explotaciones es ascendente en Europa Occidental al tiempo que su contribución al producto interior bruto de las naciones desciende progresivamente. Su importancia dentro de toda política que tenga en consideración una ordenación territorial integrada es innegable por lo que supone como respuesta a los problemas derivados de las aglomeraciones urbanas y de creación de un paisaje ocupado tras siglos de utilización y que hoy en día, pese o gracias a ella,

configura la reserva de gran parte de la biodiversidad de la fauna y flora europeas. Sin embargo los avances continuados en producción y productividad han afectado enormemente a su valoración como uso compatible con el Medio sobre el que se asentaba.

La falta de preocupación por motivos ambientales hizo que el Tratado de Roma, punto de origen de la actual Unión europea, careciese de mandatos que recogieran aspectos relativos a él.

En 1972, como repuesta a la citada Conferencia de Estocolmo por parte del Club de Roma, se presentó el Primer Informe sobre el Predicamento de la Humanidad conocido como “Los límites al crecimiento económico” en la Conferencia de París. En ella, como punto de partida de una política medioambiental, los miembros declararon que la mejora en las condiciones de vida es el verdadero fin de la política europea y el crecimiento económico un medio para alcanzarla. El Acta Única recogió años más tarde la conservación, protección y mejora del Medio Ambiente y el uso racional de los recursos naturales como objetivos específicos. El Tratado de la Unión europea plantea la consecución del desarrollo sostenible como prioritario. Desde entonces se han venido sucediendo distintos programas de acción en materia ambiental de la Unión:

En primer programa (1973-1977) intentó enmarcar los daños ambientales en objetivos cualitativos con criterios científicos comunes y compatibilizar las distintas políticas comunitarias. A nivel internacional se mantuvo una postura común europea.

El segundo programa (1978-1982) insistió en la acción preventiva, sobre todo en temas de contaminación, ordenación del espacio y gestión de residuos y recursos. También se tomaron medidas protectoras de aguas y atmósfera (ruido). La cooperación con países en desarrollo comenzó a plantearse en aspectos ambientales.

El tercer programa (1983-1987) hizo un mayor énfasis en la prevención respecto a las acciones correctivas. El Medio Ambiente se consideró un ámbito horizontal sobre los sectores agrícola, energético, industrial, de transporte y turístico. El sector agrícola recibiría especial atención a la hora de aumentar sus efectos positivos y disminuir los negativos. Entre ellas se realizan acciones de protección de áreas ecológicas o culturales de alto valor y/o sensibilidad. Internacionalmente surgen acciones sectoriales como la convención sobre la protección del Rhin, del Mediterráneo o del Mar del Norte y se integran criterios ecológicos en las ayudas al Tercer Mundo.

Durante el cuarto Programa (1988-1992) se establece el criterio de “quien contamina paga” y se generaliza el uso de las Evaluaciones de Impacto Ambiental como herramienta de trabajo.

El quinto Programa (1993-2000) recogido en la Resolución 93/C 138/01 de 1 de Febrero de 1993 reconoce la dependencia de la continuidad de las actividades humanas y el desarrollo económico de sus implicaciones medioambientales. La reutilización y el reciclaje aparecen como reacción al despilfarro de recursos. Las exigencias ambientales se integran en las políticas sectoriales de la Unión Europea. Como nuevo principio surge el de la “solidaridad compartida”. Los temas sobre los que se estructuran medidas e instrumentos son:

- Cambio climático
- Acidificación y calidad de la atmósfera

- Biodiversidad y protección de la Naturaleza
- Gestión de las aguas
- Medio ambiente Urbano
- Zonas costeras
- Gestión de residuos

Para cada una de las áreas anteriores se nombran diferentes instrumentos generales:

- Mejora de la información sobre el Medio Ambiente
- Investigación científica y desarrollo tecnológico
- Planificación sectorial y espacial
- Fijación correcta de precios
- Mejora de la información pública y la educación ambiental
- Formación profesional y continua
- Asistencia financiera

Tal y como se plantea el proyecto del PVA del PNR, los instrumentos generales son absolutamente aplicables a los objetivos. Del PVA se pretende obtener gran cantidad de información ambiental, se iniciarán investigaciones pioneras en los estudios agroambientales, las conclusiones se plasmarán en informes de uso público y servirán para formar tanto a técnicos de la administración como a regantes.

Todo ello tiene como objetivo final situar el regadío español en su sitio correcto, lejos tanto de prejuicios ecológicos sin base suficientemente fundamentada como de ciegos optimismos sin comprobación alguna. Mediante el uso de criterios científicos y técnicos con una permanencia espacial y temporal suficiente las hipótesis sobre problemáticas o ventajas del regadío podrán ser debidamente analizadas. En consecuencia se derivarán las recomendaciones sobre este uso agrícola dentro del marco del desarrollo sostenible de modo que conjugue el mantenimiento de una calidad de vida digna en el campo español con una salvaguarda garantizada de la riqueza natural de ese mundo rural.

El primer informe DOBRIS sobre Medio Ambiente en Europa del 10 de Noviembre de 1995 sobre la situación ambiental europea indicaba que los objetivos de 1992 para el año 2000 no se alcanzarían en algunos sectores. Pese a la abundancia de datos agrarios nacionales dentro de la unión Europea y la AELC. Sin embargo estos números no venían acompañados por estadísticas sobre la contribución del impacto agrícola y la transformación de los sistemas. En el sector agrícola se reflejaba una doble situación. Por un lado este uso era causa de contaminación de agua, deterioro de la calidad del suelo, pérdida de biodiversidad y alteraciones en el paisaje. Por otro, el sector se veía afectado por la degradación producida principalmente por otro tipo de usos o sectores económicos.

En el segundo informe de 1998 de la Agencia Europea de Medio Ambiente la información se agrupaba en torno a 12 problemas clave. A continuación se recogen las citas referidas al sector agrario:

- Medio Ambiente Urbano, agotamiento de la capa de ozono, cambio climático, acidificación, ozono troposférico y “smog” fotoquímico y residuos: El sector agrario es en estos casos más bien una víctima de estas problemáticas en comparación con los efectos nulos o colaterales con los que contribuye a dichos efectos
- Problemas atmosféricos: La agricultura como emisor de relevancia secundaria por su naturaleza de fuente difusa no ha recibido la debida atención en cuanto a medidas de reducción por lo que requieren una mayor integración ambiental a nivel del conjunto de las políticas.
- Productos químicos: En este apartado se expone el desconocimiento sobre la forma de penetración y acumulación en el Medio ambiente de estas sustancias junto con sus consecuencias ecológicas. Los pesticidas agrícolas son parte importante de este grupo. Se pretende reducir la carga de emisiones mediante programas e inventarios. Los efectos en el sistema endocrino de los compuestos órgano-fosforados y de los órgano-metálicos vienen asociados a alteraciones reproductoras en los seres vivos.
- Biodiversidad: La agricultura intensiva es identificada como uno de los mayores responsables de la disminución generalizada de este parámetro. Como causas se reconoce la gestión uniforme de este uso, la fragmentación paisajística, la liberación de sustancias químicas, la extracción de agua y el desplazamiento de especies. No se han logrado apenas avances hacia la agricultura sostenible y persisten las presiones derivadas de cambios económicos y de desarrollo. La mitad de las especies vertebradas están en peligro y más de un tercio de las aves están en declive en la zona noroccidental y central. Aumentan las especies menos sensibles a las actividades humanas y alto nivel de nutrientes. Se producen desplazamientos de especies no autóctonas que generan competencias por el hábitat. En Europa Meridional la pérdida de humedales es acuciante. La degradación de hábitats agrarios seminaturales como prados por la intensificación se ha acelerado a gran ritmo. Los paisajes abiertos han sufrido una importante disminución en diversidad y están afectados por el exceso de nutrientes y la acidificación.
- Aguas Continentales y marinas: A pesar de mantenerse en los últimos 10 años la tasa de consumo de agua, las fugas y su mala utilización siguen siendo un grave problema. La agricultura de regadío es el usuario principal del agua en el Mediterráneo. Desde 1980 se ha incrementado de manera constante la superficie regada y su consumo. El 60% del agua disponible es utilizada para riego en toda esta cuenca. La sobreexplotación de los acuíferos ha llevado a la disminución de los niveles freáticos, la pérdida de humedales y la intrusión marina. Entre los instrumentos de lucha eficaz se recogen la mejora de la eficiencia del uso del agua, el control de precios y las nuevas políticas agrarias. La agricultura es además la fuente de nitratos, plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos e hidrocarburos clorados que contaminan los acuíferos. Desde 1990 no ha mejorado la calidad fluvial, manteniéndose los niveles de eutrofización en mares, ríos, lagos y embalses. Además el vertido de origen agrícola en el mar tiene consecuencias más perniciosas que en los propios ríos, como lo demuestran los efectos de la eutrofización de origen agrario en muchos litorales de Europa. La bioacumulación

de metales pesados y PCB en peces y sedimentos es una amenaza real. En las aguas subterráneas los nitratos y plaguicidas superan los límites admisibles en Europa Occidental y Oriental. El uso de plaguicidas bajó en la década de 1985 a 1995 pero se varió el tipo de sustancias sin disminuir sus efectos ambientales negativos globales. La capacidad de generar difusamente contaminación de las tareas agrícolas plantea dificultades tanto técnicas como políticas a la hora de combatirlas.

- Degradación del suelo: Existen 115 millones de ha con signos de erosión hídrica y 42 millones de ha de erosión eólica en Europa. La erosión y la salinización son particularmente preocupantes en la cuenca del Mediterráneo. A la fragilidad intrínseca de la zona se suman el abandono de tierras, los incendios y la mala gestión del riego. La salinización afecta a 4 millones de ha en los países Mediterráneos y Europa Oriental. La sobreexplotación de acuíferos para riego es la principal causa externa de este problema. Como consecuencia de ambas se incrementa la baja productividad agraria o la pérdida de cosechas y en conjunto el riesgo de desertización. Muchos gobiernos carecen de estrategias para combatir estos daños a pesar de su gravedad.
- Riesgos naturales y tecnológicos: Desde 1990 han aumentado los daños por inundaciones de carácter excepcional a consecuencia de intervenciones humanas como la alteración del paisaje. Los embalses de riego y su afección al régimen hídrico y a la escorrentía se encuentran entre las causas de estos daños.

Una vez explicados los temas se hace un análisis pormenorizado de la contribución al Medio Ambiente de cada sector económico. Sobre la agricultura se señala el objetivo primordial de sustituir la productividad y rentabilidad por la sostenibilidad por medio de requisitos ambientales. En Europa Occidental las cosechas han mantenido el crecimiento. El uso de fertilizantes inorgánicos y plaguicidas se ha estabilizado pero la demanda de recursos hídricos no ha dejado de subir. El aumento de la cabaña ganadera y abono animal y la emisión de compuestos de nitrógeno reducido ha convertido la eutrofización en un tema grave en el Noroeste y empieza a serlo en la parte Sur. La agricultura intensiva presiona sobre los hábitats naturales y la biodiversidad. La reforma de la PAC y del GATT espera conseguir una mayor racionalización y especialización agraria que ayude a retirar terrenos marginales del cultivo.

Como paso general positivo en el avance del desarrollo de la integración medioambiental de las políticas nacionales se contemplan las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (SEA). Dentro de este marco podríamos el PVA del PNR por sus condiciones y objetivos.

El 24 de Septiembre de 1998 se tomó la Decisión N° 2179/98/CE relativa a la revisión del Programa Comunitario "Hacia un Desarrollo Sostenible". En su Sección 1 se desarrollaban las prioridades básicas en 4 artículos:

- Integración de los aspectos del Medio Ambiente en otras políticas: Respecto al sector agrícola se pretende garantizar una agricultura sostenible mediante:
 - Logro de objetivos ambientales específicos en la reforma de la PAC y con nuevas consideraciones de este tipo.

- Presentación de informes periódicos y obtención de datos comparables sobre las presiones y los efectos en el Medio
- Promoción de la agricultura sostenible, la biológica, las tecnologías integradas y la producción extensiva
- Reducción de riesgos para la salud y el Medio ambiente
- Desarrollo de enfoques globales de desarrollo rural
- Internalización de costes medioambientales
- Ampliación de la gama de instrumentos basados en la subsidiariedad con especial atención a la contabilidad ambiental y a las medidas horizontales
- Aplicación y cumplimiento de la legislación:
 - Elaboración de informes aprovechándolos como instrumentos del proceso de decisión
 - Examinar opciones para incrementar la eficacia de la inspección ambiental
 - Aumentar la participación del público
- Sensibilización

Con relación al trabajo a llevar a cabo en el PVA resulta interesante además el artículo 7 donde se busca la mejora de los fundamentos de la política de Medio Ambiente. En él se acentúa la importancia de optimizar las estadísticas básicas ambientales, la promoción de indicadores del medio ambiente, el flujo entre I+D y Medio Ambiente, las técnicas de evaluación económica del M.A. y la puesta en marcha de cuentas auxiliares nacionales sobre dicho tema. Todo esto parece coincidir plenamente con los objetivos y la metodología del PVA del PNR.

6.4.3 La relación de la agricultura y la biodiversidad

La amenaza de la agricultura intensiva a la biodiversidad europea ya aparecía reflejada en las conclusiones del informe Dobris de la Agencia Europea de Medio Ambiente de 1991. Entre las presiones citadas se encontraba la gestión uniforme de la agricultura, la fragmentación del paisaje, la liberación de productos químicos, la extracción de agua y el desplazamiento de especies.

El desarrollo de una agricultura sostenible se ha convertido en un objetivo para todos los organismos internacionales como la FAO, la OCDE o la UE. Es preciso invertir las tendencias para que la actividad agrícola se adapte al medio y no al revés y dar paso a nuevas tecnologías y prácticas que reduzcan los impactos ambientales y las consecuencias económicas y sociales de una planificación a remolque de las subvenciones. El uso sostenible de los recursos naturales requiere inversiones en prácticas y técnicas que eviten daños irreparables en el medio ambiente. La intervención humana ha propiciado la generación de sistemas altamente dependientes de los insumos económicos.

Los sistemas agrícolas son resultado del clima local, topografía, relaciones económicas y culturales e historia. Existen dos vías para intentar compatibilizar la agricultura con la sostenibilidad: Agricultura orgánica (ecológica, biodinámica,

permacultura y tradicional) o agricultura sostenible (Producción Agrícola integrada y sistemas LISA). Los agrosistemas se caracterizan como ecosistema por las siguientes cualidades:

- Requerimiento de fuentes auxiliares de energía (humana, animal o combustible)
- Soporte de una diversidad reducida (monocultivos)
- Selección artificial (domesticación) y control externo (humano)
- Extracción de biomasa fuera del sistema (cosecha)

Todo esto los confiere un carácter artificial, inestable, simple, frágil, especializado, con ciclos abiertos y con flujo energético basado en el precio. Las diferencias que marcan uno de otro se pueden ver en la diversidad vegetal interna y perimetral, la permanencia de secuencias de cultivos, la intensidad de producción y el grado de aislamiento respecto al entorno natural. Como fuentes de inestabilidad se encuentran las plagas, la reducción de la fertilidad, la erosión de suelo y genética y los costes económicos y ambientales.

6.4.4 Elementos y acciones del proyecto que pueden originar impactos

Dentro de cada una de los proyectos de irrigación es necesario establecer un listado de elementos perfectamente localizados pues de esta información derivará la detección de impactos reales y su origen para en el futuro aplicar medidas efectivas que los eliminen o reduzcan.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	OBRAS DE INFRESTRUCTURA BÁSICA, GENERAL Y COMÚN		Caminos rurales Tuberías Tendido eléctrico Embalses Microembalses	Balsas Estaciones de bombeo Subestaciones eléctricas Canteras Vertederos
	OBRAS PRIVADAS (según parcela y dueño)	INFRAESTRUCTURA A	Caminos Acometida y red de riego Edificaciones agrarias Desagües Vallados	
		PREPARACIÓN DEL TERRENO	Desbroce Descuaje Roturación Aterrazado Creación de caballones Vertidos	
FASE DE FUNCIONAMIENTO	INFRAESTRUCTURA A		Caminos rurales Tuberías Tendido eléctrico Embalses Microembalses	Balsas Estaciones de bombeo Subestación eléctrica Edificaciones agrarias Vallados
	OPERACIONES AGRÍCOLAS		Instalación de invernaderos Laboreo Plantación Aporte de fertilizantes Tratamientos fitosanitarios Aporte de agua Recolección de la cosecha	Eliminación o acumulación de desechos Transporte agrícola Comercio agrícola Servicios Industria agroalimentaria

6.4.5 Factores ambientales afectados por el riego

El sistema ecológico afectado por las transformaciones se compone de diferentes elementos cuyas interrelaciones dan sentido a los hábitats y su biodiversidad. Dentro del amplio espectro de factores ambientales y de sus distintos elementos los factores que

más habitualmente y los que en mayor medida se ven afectados por las transformaciones:

- **CLIMA:** El clima tiene una gran influencia en las adaptaciones relacionadas con la temperatura y las precipitaciones. Los ecosistemas se caracterizan por pertenecer a regiones bioclimáticas determinadas. En el caso del regadío el cambio más drástico se produce en los climas áridos pues la presencia de agua en épocas de máxima carencia natural varía las condiciones naturales de aridez y sequía, dulcificando los extremos.
 - Cambios microclimáticos locales inducidos
 - Incremento en la humedad relativa
 - Aumento de la evapotranspiración
 - Cambio hacia temperatura más suaves
 - Desaparición de periodos de sequía.
- **SUELO:** El soporte físico no sólo implica un lugar donde asentar una comunidad biológica. Es fuente de recursos minerales y una interfase donde se conectan plantas y aguas. Variaciones físicas y químicas tienen graves consecuencias en el ciclo hidrológico y las comunidades de microflora y fauna.
 - Ocupación del terreno por infraestructuras
 - Cambios en usos y aprovechamientos por implantación de nuevos cultivos
 - Pérdidas de suelo y erosionabilidad por movimiento de tierras y eliminación de la cubierta vegetal
 - Aumento de la salinidad/alcalinidad por aporte de agua y problemas de drenaje
 - Variaciones en las propiedades químicas y contaminación por residuos y agroquímicos
- **AGUA:** Este elemento es fundamental tanto como centro de la transformación como medio diluyente de todo el ecosistema. Su requerimiento para la sustentación de los seres vivos, junto con su capacidad de disolvente universal hace que cualquier variación en su calidad y cantidad se refleje en cambios drásticos en los biotopos. El aumento del aporte por riego favorece a los hidrófilos en la zona de riego pero también genera arrastre de contaminantes que se ponen en contacto a través de la red superficial y subterránea con la cadena trófica.
 - Aumento de la carga en suspensión en aguas superficiales por arrastre
 - Alteración del régimen hidrológico
 - Incremento de la salinidad
 - Variación de la morfología de riberas y humedales
 - Contaminación por aporte de nitrógeno, fósforo, metales pesados y restos de biocidas

- Variación del nivel freático por sobreexplotación o problemas de drenaje
- **VEGETACIÓN:** Dentro de este factor se pueden diferenciar las unidades cartográficas como los cultivos y la vegetación natural de las unidades no cartográficas como la flora que crece en arroyos y riberas, setos o canteras. Fundamentalmente se considera la vegetación cultivada como la principal beneficiaria de la puesta en riego. Colateralmente algunas otras especies silvestres pueden mejorar gracias a los retornos pero las especies de secano tienden a desaparecer y el uso de herbicidas presiona a las silvestres. El crecimiento de suelos regados se extiende además sobre terrenos forestales y la sistematización para la maquinaria elimina linderos y setos vivos.
 - Alteración de superficies o espesura
 - Pérdidas de masas forestales y corredores lineales
 - Sustitución de cultivos
 - Reducción de la diversidad, abundancia y riqueza
 - Cambios en el nivel de estratos
 - Desaparición de especies adaptadas a la aridez o a la salinidad.
- **FAUNA:** Los animales que conviven con las prácticas agrícolas se ven presionados por la antropización del territorio y el uso de agroquímicos. Como consecuencia la riqueza disminuye al verse favorecidas especies de bajos requerimientos
 - Simplificación de los sistemas (alteración de la riqueza, diversidad, complejidad y abundancia)
 - Aumento de presión humana por construcción y labores
 - Liberación de contaminantes (toxicidad y bioacumulación)
 - Afección diferencial a la composición taxonómica
 - Desplazamiento de especies sensibles
 - Aparición de invasores oportunistas
- **HÁBITATS:** Desde el punto de vista de los hábitats más afectados los cambios se reflejan de forma diferente según se trate de un medio acuático o terrestre fundamentalmente:
 - **Terrestres:** Las comunidades más afectadas son la edafofauna, micromamíferos, macromamíferos, reptiles y las aves. Los efectos de desaparición de vegetación autóctona, intensificación y ocupación del territorio desvirtúan las características que permiten soportar a estas especies y por lo tanto las desplazan para ser sustituidas por oportunistas adaptados a convivir con el hombre
 - **Acuáticos:** La retirada de caudales de su origen la sobreexplotación de acuíferos, los cambios en el régimen hídrico y la contaminación por retornos dañan a los anfibios, aves acuáticas, ictiofauna, invertebrados que

desarrollan su ciclo vital en ríos, arroyos y lagunas del entorno de la zona regable.

- **PROCESOS BIÓTICOS:** Las relaciones entre el conjunto de seres vivos y el medio físico se ven alteradas por la actuación humana al aportar agua y extraer cosechas
 - Sucesiones ecológicas: La falta de espacio y la presión sobre especies silvestres evita la restauración del medio natural circundante. La falta de desarrollo en niveles reduce la posibilidad de biotopos que fomenten la biodiversidad.
 - Pirámides y redes tróficas: La simplificación por reducción del número de especies cultivadas o inclusión de especies que no entran en la dieta de la fauna autóctona y la liberación de contaminantes por agroquímicos condicionan la alimentación, la fertilidad e incluso la supervivencia de determinadas especies
 - Movimientos faunísticos: La fragmentación del territorio por infraestructuras y por terrenos humanizados conlleva la dispersión de las poblaciones, lo cual dificulta el intercambio genético.
- **ECOSISTEMAS RELACIONADOS:** Además de las condiciones de los ecosistemas dentro de la zona regable se producen cambios drásticos fuera del perímetro de riego pero influenciados por ella. La desviación de recursos afecta aguas arriba y abajo del punto de toma del recurso y genera barreras físicas y bioquímicas insalvables para muchas especies.
- **POBLACIÓN HUMANA:** Además de componer el apartado referente a la economía los habitantes de la zona regable son también seres imbricados en la red ecológica. Efectos nocivos para su salud por pesticidas, pérdida de territorio para otros usos u homogeneización del paisaje son aspectos que han de compensarse con los beneficios sobre el nivel de renta y desarrollo aportados por la transformación en riego.

6.4.6 Efecto general sobre los ecosistemas agrarios

Los proyectos de regadío crean cambios biológicos y ecológicos: en el área de proyecto, en los cuerpos de agua, en el área circundante, en valles y orillas, en humedales y planicies. Estos desequilibrios ecológicos varían los ciclos naturales de agua y energía y pueden conducir a extinciones de unas poblaciones y por otro lado a la aparición de plagas animales y vegetales.

Por otra parte, algunos usos intensivos agrícolas general problemas ambientales por elevados consumos de agua, fertilizantes y/o pesticidas. La consecuencia directa más evidente de una puesta en riego es el cambio en el uso del suelo y del agua. Esto se transmite a los puntos de recogida de agua y aquellos que se encuentran aguas abajo del regadío. Los hábitats en general y las especies de cada taxón han de ser tenidas en cuenta para analizar los factores ecológicos. Especies raras y en peligro están a menudo adaptadas a hábitats de escasa valoración económica con gradientes ambientales muy estrechos y concretos.

A continuación se plantean una serie de problemas emblemáticos de la transformación en regadío y su efecto sobre los hábitats y la biodiversidad.

6.4.7 Las grandes presas y los canales

La creación de grandes presas y canales puede favorecer la instalación de hábitats acuáticos para ciertas especies así como oportunidades para piscicultura y acuicultura. No obstante para la fauna y flora autóctona el cambio de régimen lótico a léntico y de condiciones físico-químicas de la columna de agua presenta normalmente un impedimento a su desarrollo. Mientras ciertas especies como las anátidas o ciertos peces de interés piscícola se ven beneficiados, otras especies se encuentran con condiciones para las que no están adaptados y con barreras infranqueables que separan poblaciones e impiden migraciones.

Aguas debajo de la presa la simple derivación del caudal ya presenta todo un problema incrementado por el aumento de sal, temperatura y polución y el descenso de oxígeno y sedimentos. La laminación de avenidas indispensables como los periodos secos para ciertas especies significa una homogeneización del sistema que expulsa a los seres vivos que aprovechan los momentos más drásticos de las estaciones para desarrollar sus ciclos biológicos.

La pérdida de carga en las presas puede resultar muy grave como se ha mostrado en la presa de Asuán en Egipto. El delta sufre de erosión marina al no depositar sedimentos y estos tampoco pueden alimentar las pesquerías que se desarrollan en las zonas de desembocadura.

Las canalizaciones y drenajes cambian la morfología fluvial afectando tanto a las poblaciones acuícolas como ribereñas. Los dragados y la adecuación del cauce facilitan la circulación de retornos para evitar inundaciones pero eliminan hábitats al homogeneizar fondos y orillas.

6.4.8 La presión sobre hábitats esteparios

España se encuentra caracterizada por la extensión de grandes llanuras cerealistas que cumplen una función similar a las áreas naturales esteparizadas. Sobre ellas perviven numerosas especies esteparias de alto valor ecológico y que se encuentran en regresión sobre todo por los cambios de modernización y aplicación de riego durante los últimos años.

La aparición del regadío conlleva varios cambios cruciales para el ciclo vital de estas especies:

- Desaparición del barbecho e intensificación de labores que aumentan la presencia humana y eliminan zonas sin aprovechamiento temporal
- Cambio de cultivo con la consiguiente desaparición de especies adaptadas para la nutrición de adultos y crías
- Construcción de infraestructuras en altura y tendidos eléctricos que ahuyentan a fauna adaptada a zonas abiertas y presentan riesgo de colisión y electrificación
- Adelantamiento de cosechas con el consiguiente desfase en el ciclo alimenticio y reproductor y peligro para nidificadores en el suelo.
- Cambio de las condiciones microclimáticas y edafológicas por aporte de riego y drenaje con desplazamiento de especies adaptadas a la aridez y llegada de oportunistas

Dada la importancia de este tipo de hábitats en la península existen fundamentalmente dos grupos afectados. Por un lado están los sistemas salinos que se encuentran en zonas endorreicas con endemismos adaptados a dichas condiciones de aridez y salinidad como Bujaraloz en Monegros II. Por el otro están las comunidades de aves adaptadas a climas pseudoesteparios y readaptadas a llanuras cerealistas como la avutarda, el sisón, el aguilucho cenizo, la ganga, el ortega o el alcaraván. Su necesidad de amplias zonas deshabitadas sin arbolado y su costumbre de anidar en el suelo las hacen muy sensibles a la intensificación que acompaña la puesta en regadío de amplias zonas de secano con la consiguiente desaparición del barbecho y linderos, la construcción de grandes infraestructuras y la constante actividad humana.

6.4.9 Los agroquímicos y bioconcentración

La intensificación de la producción acelera los ciclos biológicos más allá de los periodos naturales de recuperación., El mantenimiento de la fertilidad se realiza de forma artificial aportando fertilizantes y enmiendas que rectifiquen la retirada de nutrientes de la cosecha. La concentración de monocultivos y la humedad favorecen la aparición de plagas que son combatidas con una ingente diversidad de pesticidas.

Dentro de los usos de agroquímicos en el regadío el de los pesticidas suele ser el más grave. En primer lugar al actuar sobre ciertas especies vegetales o animales reducen su disponibilidad para todos sus potenciales consumidores, especialmente en el caso de los artrópodos de los que se alimentan los insectívoros. Su rango de afección más allá de su especie blanco y su permanencia en el sistema empeoran su efecto general sobre el sistema.

Además, estos productos y sus subproductos de degradación son fuentes de metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes (COP) de difícil eliminación y alta toxicidad. El establecimiento de una red trófica alrededor del agrosistema aparte del consumidor humano pone en contacto a todos estos seres vivos con estos contaminantes.

Aunque los huesos y la grasa atrapan los contaminantes, muchos seres vivos serían capaces de tolerar los niveles actuales de contaminación si no fuese por la cadena alimentaria. Esta pirámide de predación, con los herbívoros cerca de la base y los depredadores en la cúspide, aseguran un envenenamiento permanente y acumulativo que se eleva a medida que se asciende por la pirámide.

Cuando una criatura ingiere su presa, toma casi todo el veneno acumulado en sus huesos y grasa. De esta forma un depredador puede llegar a concentrar hasta 80 millones de veces los niveles existentes en el medio acuático circundante. A ese nivel se producen defectos congénitos y descensos de los índices de fertilidad. El problema es que los contaminantes en vez de salir del organismo se concentran en grasas, hígado, cerebro y huesos hasta alcanzar cifras mortales.

Este problema con su exponencial acumulación llega a afectar incluso a mamíferos marinos como fócidos, otáridos o cetáceos que ven como los contaminantes arrastrados por los ríos afectan a su cadena alimenticia.

6.4.10 La disminución de los recursos genéticos

Los recursos genéticos mundiales están constantemente amenazados. Estos recursos nos ofrecen diversidad, protegen los alimentos básicos de las enfermedades y

mejoran su rendimiento. Al destruirlos se pierden innumerables oportunidades de mejorar la alimentación.

La intensificación de los cultivos y la internacionalización de las empresas de semillas y agroquímicos han provocado la desaparición de especies locales y su sustitución por especies comercializadas. La tendencia al monocultivo las hace más sensibles a las plagas y a los cambios ambientales. La aparición de mejoras seleccionadas y la manipulación genética aumentan el riesgo de desaparición de variedades adaptadas a las situaciones locales. Todo ello conduce a un sistema cada vez más artificial y dependiente de la manipulación humana pero en contraposición más débil ante amenazas naturales como insectos o sequías.

La diversidad de cultivos de distintas comarcas españolas se ve afectada por la generalización de cultivos de alto rendimiento pero también de altos requerimientos. Ante situaciones de sequía o de falta de disponibilidad de recursos financieros para dotar al cultivo de todas sus necesidades estos cultivos pueden resultar menos productivos que las especies locales adaptadas a las condiciones imperantes en la zona regable. La desaparición de estos individuos es por tanto un desperdicio de posibles oportunidades de sacar adelante cosechas en condiciones cambiantes, lejos de los óptimos necesarios para que el alto rendimiento de las especies comercializadas resulte obvio.

6.4.11 La deforestación y la desaparición de setos

La puesta en cultivo ha estado constantemente asociada a la retirada de los bosques por medio de la tala y roza desde el neolítico. En grandes zonas del mundo esta presión permanece con las consecuencias derivadas de desaparición de especies, eliminación de hábitats y fomento de la erosión.

En la actualidad en España esto no es un problema importante dado que la puesta en riego se efectúa ahora fundamentalmente sobre terrenos agrícolas. Sin embargo la realización de cortas en el pasado ha dado forma a un paisaje, como el de Castilla y León, donde extensas áreas de cultivo han sustituido zonas de bosques autóctonos y cambiado totalmente el carácter del ecosistema. Las zonas marginales puestas en cultivo durante las épocas de máxima extensión son ahora retiradas con la nueva situación socioeconómica del campo. La recuperación de estos terrenos por parte de la vegetación autóctona no siempre es posible dadas las características instauradas por su temporal cultivo. De esta forma se degenera en procesos de erosión y pérdida de fertilidad.

Un proceso asimilable a éste es el de la desaparición de setos vivos en el paisaje rural. Independientemente de sus valores netamente visuales mantienen la biodiversidad natural de una región mediante la pervivencia de manchas vegetales autóctonas con alto valor como nicho ecológico. Su dispersión por las zonas agrícolas permite el intercambio de semillas y la circulación de fauna con sus importantes funciones en control de plagas o polinización. Además cumplen funciones de protección frente a vientos o heladas para los mismos cultivos que rodean.

Las concentraciones parcelarias y la mecanización tienden a eliminar estas estructuras para fomentar la homogeneización del terreno, sin atender a todas las funciones de los setos. Como consecuencia el cultivo y su ecosistema asociado se simplifican y se hacen más frágiles.

6.4.12 La alteración de los humedales

Los humedales tanto interiores como costeros cumplen importantes funciones en el mantenimiento de poblaciones piscícolas. Además actúan como defensa ante las inundaciones pues absorben las aguas antes de alcanzar terrenos más altos. Al bajar las aguas se forman importantes pastos húmedos de gran utilidad para el ganado. Pero sobre todo los humedales funcionan como filtros naturales de la polución. Los vegetales que crecen sobre ellos retiran nutrientes de la columna de agua, evitando la eutrofización. Además de carga orgánica también se eliminan metales pesados, pesticidas y toxinas. Esta capacidad depuradora no resulta desgraciadamente inagotable.

Estas funciones también las sitúan en el punto de mira de las desecaciones para su puesta en riego al ser áreas fertilizadas por limos ricos en nutrientes con suelos finos y cerca del recurso hídrico. El avenamiento de ha costado grandes superficies a la red de humedales españoles, y hoy en día muchos de ellos se ven amenazados por las actividades agrícolas que se realizan en sus orillas y realizan vertidos a su interior.

Un buen ejemplo de esta interrelación riego y hábitat se puede ilustrar en el Parque Nacional de Doñana o el Delta del Ebro donde los arrozales y el uso intensivo de sus aguas subterráneas y el uso de pesticidas conviven en frágil equilibrio con las funciones de hábitat de paso y permanente para infinidad de especies de alto valor como el lince ibérico.

La calidad de las aguas superficiales se ha visto muy afectada en Europa por el aporte de nitratos procedentes de la agricultura según el informe Dobris. La combinación de ganado y abono animal y la emisión de nitrógeno reducido ha convertido la eutrofización en uno de los más graves problemas.

La afección más seria que sufren los humedales españoles se debe a proyectos de desecación y transformación en regadío. Las Tablas de Daimiel, Doñana y los humedales de la depresión del Duero y La Mancha han sido los más afectados. La Comarca de Monegros se ha visto afectada en un 80%. Además el regadío está ligado a una sobreexplotación de aguas subterráneas que tiene como repercusiones la alteración del régimen hidrológico natural, el descenso piezométrico, la salinización de suelos y aguas subterráneas por uso de agroquímicos, fenómenos de subsidencia y hundimiento por descenso piezométrico (La Mancha) o disolución de yesos (Monegros) y la intrusión marina en áreas costeras.

6.4.13 La desaparición de hábitats. Los invernaderos

La intensificación de la agricultura moderna ha llegado hasta el límite de perder el suelo la característica de recurso indispensable para la agricultura. Con los enarenados y los cultivos hidropónicos surge una nueva industrialización en la que el agua y a veces ni siquiera el sol es el recurso clave para la puesta en marcha del cultivo. Los aportes se realizan mediante fertirrigación por lo que el soporte de tierra puede ser plenamente estéril. El suelo agrícola pasa así a ser un terreno fértil a un simple soporte físico para una actividad industrial donde los recursos se trasladan hasta el lugar de transformación: el invernadero.

Como consecuencia ambiental directa nos encontramos con un sistema agrario que ha perdido prácticamente cualquier capacidad para albergar fauna o flora, con la excepción de plagas invasivas. Todas las características como receptor de especies y creador de nichos desaparecen en esta tipología de agricultura.

a invasión de mares de plástico del Sudeste español transforman el hábitat y el paisaje hasta convertirlo en una alternancia de áreas yermas con extracciones de áridos entre continuas parcelas cubiertas de plástico. Las consecuencias son la absoluta desaparición de fauna de interés y la creación de focos de infección de plagas y de extensión de residuos como material plástico o restos de cosechas.

6.4.14 El regadío y el efecto invernadero

La emisión de gases que aumentan la temperatura atmosférica terrestre son los responsables del llamado efecto invernadero. Aunque el propio clima tiene sus ciclos de aumento y descenso parece evidente que el aumento del 25% de emisiones durante el último siglo hayan sido responsables en parte de la tendencia creciente de la temperatura media mundial. La redistribución de temperaturas máximas y mínimas, de las precipitaciones y su ciclo estacional y el deshielo y aumento del nivel del mar pueden ocasionar graves perjuicios al sistema productivo agrícola. Este sector es al mismo tiempo responsable de una parte de dichas emisiones.

Según el Inventario nacional de gases de efecto invernadero de 1990, la agricultura es responsable de la emisión del 9,6% del CO₂ en España. Su contribución como sector ha descendido en su peso relativo del 13,4% en 1990 al 12,5% en 1994

Sin embargo son las actividades agrícolas y ganaderas, con detritos de animales y fermentación entérica, unas de las principales responsables de emisión de metano. El cultivo del arroz ocupa en España cerca de 1000 km² pero por sus sistema de irrigación, la magnitud de la emisión no es una cifra importante

Finalmente es en la aplicación de fertilizantes en suelos agrícolas donde la agricultura contribuye en mayor medida a las emisiones de óxido nitroso, siendo superior al 67% de 1990 a 1994. Afortunadamente se muestra un descenso sostenido en las emisiones agrícolas.

6.5 PAISAJE AGRARIO

6.5.1 Concepto de paisaje rural

Durante siglos, la agricultura, como acción humana modificadora del medio natural, ha creado una gran variedad de paisajes característicos. Una extensa parte del territorio europeo alberga estos paisajes agrarios, que forman parte de un patrimonio cultural propio de las zonas rurales muy específico y diverso respecto al de otras regiones del mundo. Estos paisajes atesoran, al mismo tiempo, una gran riqueza y diversidad de hábitats y especies vegetales y animales ligadas a ellos.

El paisaje rural se diferencia de otros tipos de paisaje debido a que en el territorio que ocupa se desarrolla una actividad rural, esto es, básicamente agrícola, ganadera o forestal. Esto implica por lo tanto una presencia activa del hombre que no se da en otros tipos de paisaje donde esta presencia no se produce de forma intensa. La actividad humana por un lado altera el paisaje (lo cual no es necesariamente negativo), pero por otro lado aumenta la importancia del mismo, al ser disfrutado por un mayor número de personas.

La gestión de los paisajes rurales debe tener siempre presente la importancia de mantener y potenciar la actividad rural, pues sin esta actividad el paisaje perdería su auténtico carácter. Así está sucediendo en muchas zonas rurales que están en progresivo

despoblamiento, causando un perjuicio grave (contra lo que pudiera parecer inicialmente) al paisaje rural.

En la formación del paisaje rural intervienen una serie de elementos, que aportan principalmente información visual, pero también otras sensaciones como olores, sonidos y algo tan importante como difícil de definir, la herencia cultural asociada a ese paisaje, en la que entran los usos y costumbres de la población, la tipología de las construcciones, la gastronomía etc. Muchos paisajes rurales no pueden entenderse sin tener en cuenta esta herencia cultural.

El paisaje rural está formado principalmente por los siguientes elementos:

- Configuración topográfica. Es la base del paisaje, el relieve, la línea de horizonte, la transición tierra-cielo, los accidentes. Todo aquello que tiene que ver con las formas y pendientes.
- Afloramientos rocosos y suelo desnudo. Es una parte importante de la mayoría de los paisajes. Son aquellas zonas en las que no existe vegetación. Puede ser por causas naturales cuando la roca está sin meteorizar y no se ha formado aún el suelo, no pudiendo soportar entonces más que una población botánica exigua. También puede no existir vegetación por causas antrópicas, siendo característicos los suelos de barbecho, suelos desnudos en los que se elimina la vegetación mediante labores para acumular agua y destruir las malas hierbas. En este caso las zonas despobladas no son fijas.
- Vegetación. Constituye un elemento fundamental de todo paisaje. Puede ser silvestre o cultivada. Siempre es un elemento dinámico y cambiante. Es un elemento caracterizador de los paisajes y dada su importancia puede subdividirse en elementos como vegetación arbórea, arbustiva y herbácea.
- Fauna. Aporta al paisaje facetas variadas, siendo importantes los sonidos. El canto de los pájaros o el sonido de algunos insectos, por ejemplo, son elementos muy característicos de algunos paisajes. En este elemento puede incluirse la ganadería extensiva, o los animales domésticos como “fauna artificial” introducida por el hombre.
- Masas de agua. Incluiría el mar, la nieve, lagos, ríos, etc. como elementos naturales, y embalses, estanques, canales, como elementos artificiales. En cualquier caso, es siempre un elemento a considerar y que caracteriza los paisajes.
- Núcleos de población. En los paisajes rurales los núcleos de población suelen aparecer como elementos perfectamente distinguibles. Dentro de estos núcleos de población se suelen distinguir el centro y la corona exterior o zona periurbana. También es posible diferenciar edificios según sus tipologías (tradicional, industrial, ganadera etc.).
- Edificación dispersa. Es muy frecuente en los paisajes rurales. Puede tratarse de un solo edificio o un grupo reducido de ellos. En este apartado pueden incluirse también los polígonos industriales y ganaderos si están separados del núcleo de población.
- Obras lineales. Muy abundantes en casi todos los paisajes. Incluyen carreteras, caminos, vías férreas, líneas eléctricas, tuberías, acequias, cortafuegos etc.

- Torres y elementos de gran altura. Suelen destacar en los paisajes, sobre todo en zonas llanas. Las torres de transporte eléctrico son muy abundantes, pero también son frecuentes las de teléfono, los depósitos elevados de agua, los silos, los generadores eólicos, las torres de vigilancia de fuego etc.
- Excavaciones y vertidos. Las minas y canteras en explotación o abandonadas son las principales excavaciones. Los vertederos pueden ser debidos a la actividad minera o sobrantes de obras o residuos sólidos de las poblaciones cercanas.
- Lindes y divisorias de parcelas. En ocasiones son imperceptibles, pero en otros casos se hacen muy evidentes. En algunos casos se usan cercados o muros de división. En algunos paisajes son el elemento más característico.
- Bancales y terrazas. Son modificaciones artificiales de la pendiente para proteger el suelo de la erosión, pero a su vez suponen una modificación considerable del paisaje.

La relación anterior contempla los principales elementos que aparecen en los paisajes rurales, siendo la intervención humana muy importante en la formación de los mismos.

El estudio de cada uno de estos elementos será necesario para un buen diagnóstico de la situación. Este estudio requiere técnicas diferentes para cada elemento relacionado.

La Comisión de las Comunidades Europeas, (2000) define el concepto de paisaje agrario como “un espacio cultivado, y en parte seminatural, en el que tiene lugar la producción agraria, que se caracteriza por el conjunto de cualidades biofísicas, geofísicas y culturales, cuya evolución en el tiempo es posible detectar, y que permite agrupar de forma coherente una amplia gama de rasgos locales específicos, desde los cambios en los usos agrarios hasta la abundancia y diversidad de ecosistemas y de las especies silvestres y domésticas que los ocupan y utilizan”.

Por tanto, el paisaje agrario es un recurso en sí mismo y un indicador del estado de los recursos medioambientales afectados por las actividades agrarias, en estrecha relación con la biodiversidad y los hábitats de especies silvestres.

6.5.2 Modificaciones y alteraciones al paisaje rural

El uso territorial define los aspectos funcionales del suelo, es decir, si su uso es agrícola, forestal o urbano y si la finalidad es obtener bienes tangibles (alimentos y cultivos industriales) o intangibles (paisajes). La cobertura territorial es la descripción de las características físicas del terreno, abarcando en terrenos agrícolas diferentes cultivos y pastos y las características físicas como ríos y edificios.

El uso territorial y la cobertura territorial revelan cómo se gestiona el territorio y, por tanto, todas las interpretaciones deben hacerse cuidadosamente. Por ejemplo, áreas extensivas o pastos seminaturales tienen un alto valor ambiental sólo si se han utilizado las medidas o prácticas ambientales.

Hay balances comparativos entre los diferentes efectos del uso y la cobertura territorial. Por ejemplo, el uso de fertilizantes provoca un impacto que puede considerarse negativo debido a la contaminación por nitratos, pero el mosaico de cultivos puede crear un paisaje atractivo.

Toda la gestión que se practique en el terreno tiene un impacto sobre su cobertura. Los cambios en los modelos de cultivo están influidos principalmente por las políticas agrícolas y las condiciones de mercado.

El uso agrícola del suelo afecta al medioambiente a través de la extensión de la superficie agrícola (a mayor porcentaje de superficie agrícola, mayor impacto potencial sobre el medioambiente), la cobertura territorial (los cultivos labrados intensamente tienen mayor impacto que los pastos seminaturales) y la gestión de la actuación en el territorio (aplicaciones de fertilizantes o pesticidas, cambio en las variedades, límites del terreno) pueden tener varios efectos ambientales.

La agricultura es la actividad económica con mayor proporción del uso del suelo. Los bosques han sido tradicionalmente talados para uso agrícola. En la mayoría de los países desarrollados esta tendencia se ha invertido. En las regiones donde el porcentaje de bosques es muy alto, la deforestación puede favorecer a la biodiversidad y a los hábitats de fauna (para especies que dependen de las tierras agrarias).

Los paisajes agrícolas están claramente delimitados, en una apreciación visual, tanto por la estructura de la propiedad como por las alternativas de cultivo, lo que crea una serie de líneas en el territorio. Por otro lado, todo el elenco de líneas y formas que introduce el hombre en el medio rural a través de infraestructuras e instalaciones para el aprovechamiento agrícola determina el paisaje.

Para conocer el estado y los cambios en los paisajes agrarios, y poder utilizarlo como referencia en la evaluación de las incidencias ambientales de la agricultura y el desarrollo rural, es necesario, en primer lugar, la definición de las unidades de paisaje y la elaboración de un sistema de tipologías de paisaje

Las actividades de desarrollo se concretan en actuaciones humanas que de una u otra forma afectan al paisaje rural.

La mayor parte de edificios modernos en el medio rural están contruidos sin tener en cuenta la tradición constructiva de la zona, y mucho menos el paisaje circundante. Generalmente la edificación moderna en el interior del núcleo de población se debe al interés por mejorar la calidad de la vivienda de los habitantes de las poblaciones rurales, imitando las tipologías urbanas. Coincide también con el hecho de que muchos residentes de las ciudades pasan su tiempo de ocio en los núcleos rurales de los que son originarios, y construyendo su segunda residencia. Los edificios agrarios, comerciales o industriales, periféricos o dispersos responden a las necesidades derivadas del desarrollo económico, y sus tipologías se adaptan a las derivadas de la funcionalidad de los edificios, minimizando los costes de materiales y de ejecución, y eliminando cualquier sobre coste atribuible a razones estéticas o de integración. Estos edificios se conciben como un medio de producción y raramente se tiene en cuenta un criterio estético en su diseño.

Esta construcción desordenada y heterogénea ha llegado a tal situación que, desde hace algunos años, existe una preocupación evidente de las autoridades locales y regionales por regularla y encauzarla, principalmente a través de las normas urbanísticas.

Sin embargo estas normas adolecen normalmente de una falta de fundamento técnico-científico. Esta falta no es responsabilidad de los legisladores, ya que realmente no existen aún procedimientos difundidos y ampliamente conocidos a los que acudir. Esta carencia se suple con la buena voluntad y el buen criterio de los técnicos

municipales y regionales, en ocasiones con notable éxito, y en otras con parcialidad y confusión. Además en muchos casos se vigila adecuadamente el núcleo de población, pero se descuida la edificación dispersa, que ha de tener una regulación diferente.

Se hace necesario poner en manos de estos técnicos y de las autoridades administrativas competentes los instrumentos necesarios para una buena regulación, que favorezca el desarrollo y la construcción si es necesario, pero conservando y protegiendo el paisaje y la identidad cultural de las zonas rurales.

La integración de las edificaciones en el paisaje es, pues, de importancia vital. El paisaje debe entenderse como un conjunto de factores y no solo como la topografía o la vegetación. La cultura y la tradición son asimismo trascendentales.

La edificación desordenada es posiblemente la agresión más frecuente y en muchos casos más grave al paisaje rural, pero no es la única. Otros tipos de agresión son también muy importantes. Por ejemplo las vías de comunicación suelen ser problemáticas, dado que suelen ir acompañadas de movimientos de tierra (desmonte y terraplenes), obras de fábrica, canteras y vertederos, que alteran gravemente la fisonomía de los paisajes. Cuanto más importantes son estas vías mayor es la alteración, aunque también influye la densidad y frecuencia de éstas. Así, una red de caminos rurales muy densa puede ser más negativa para el paisaje que una autovía o una línea férrea. A su importancia intrínseca se une el hecho de que siempre son elementos visibles para un número importante de personas, pues tanto la población local como los transeúntes hacen uso de ellos.

En las grandes obras públicas (autovías, líneas férreas, etc.) que se proyectan en la actualidad, y en las que es preceptiva una declaración de impacto ambiental, suele incluirse dentro del estudio de impactos que se realiza, la integración en el paisaje, pero en muchos casos no se emplean las técnicas de análisis adecuadas ni se proponen las mejores soluciones, siendo los estudios de integración en el paisaje de las obras lineales aún incipientes.

Otros tipos de obras lineales, como los caminos rurales, los cortafuegos, las acequias de riego etc. se proyectan y ejecutan sin tener en cuenta su integración en el paisaje rural. Como ya se ha indicado el impacto de estas obras es menor, pero son más frecuentes, encontrándose en todos los paisajes rurales con mayor o menor incidencia. Aunque en estas obras se trabaja con presupuestos más ajustados que en las grandes obras públicas, las actuaciones para la corrección de estos problemas suelen ser más fáciles y abordables.

La causa de los impactos de estas obras está relacionada con la diferenciación de colores de una forma antinatural. Esto es debido a los firmes de las vías, a la roturación en los cortafuegos o al hormigón de las acequias. Se unen a ello los desmontes y terraplenes que acompañan a estas obras que en muchas ocasiones se dejan sin vegetación y sin tomar precauciones especiales relacionadas con el paisaje.

Además de lo indicado, muchas de estas obras causan un impacto paisajístico adicional al precisar canteras para el préstamo de tierras o para el vertido de los excedentes de las excavaciones, que en muchos casos se realizan descuidadamente sin contemplar su reinserción en el paisaje (en este caso fundamentalmente la topografía y la vegetación).

6.5.3 *El paisaje rural en las consideraciones agroambientales de la PAC*

El documento "Indicadores para la integración de las consideraciones medioambientales en la Política Agrícola Común" (Bruselas, 26.01.2000, COM), establece tres aspectos clave respecto a la importancia agroambiental que juega el paisaje rural, como son la especificidad local, su empleo en la clasificación de los ecosistemas agrarios y la necesidad de desarrollar adecuados indicadores de paisaje

A efectos del seguimiento de las políticas rurales y los programas agroambientales, y para que puedan considerarse significativos, los indicadores deben reflejar los rasgos propios de los distintos lugares y los criterios específicos de los programas. El recurso a indicadores menos adaptados a la especificidad local, de los que se podría disponer información con mayor facilidad, no permite conocer los efectos registrados en una determinada zona. Tales indicadores pueden ocultar modificaciones importantes que se produzcan a nivel local o regional.

Para desarrollar indicadores medioambientales relacionados con la agricultura es necesario un planteamiento diferenciado, que refleje las disparidades regionales en las estructuras económicas y la diversidad de las condiciones naturales. Los datos disponibles, cuyo nivel de agregación es con frecuencia elevado, pueden ofrecer algunas indicaciones valiosas, pero, a falta de una diferenciación regional, pueden resultar ilusorios en lo que respecta a determinados aspectos, tales como la biodiversidad o la calidad del agua.

Es por tanto necesario un planteamiento basado en la especificidad local y ello por los motivos que se exponen a continuación:

- ofrece una visión exacta del estado del medio en una zona dada y de los efectos de las actividades agrarias locales.
- las políticas agroambientales parten, en principio, del ámbito local para definir la buena práctica agraria, por lo que puede lograrse una sinergia natural entre los programas y otras políticas medioambientales. La posibilidad de realizar una evaluación efectiva depende de que el enfoque en este ámbito sea el adecuado.
- la repercusión de muchos procesos contaminantes, empobrecedores o benéficos dependerá de las características específicas del lugar, tales como su estructura geológica, su topografía o su clima.
- un planteamiento basado en la especificidad local nos permite examinar los ecosistemas de forma global y estudiar características sistémicas tales como la calidad y la vulnerabilidad.

El concepto de "paisaje", definido como un espacio cultivado y en parte seminatural en el que tiene lugar la producción agraria y que se caracteriza por el conjunto de sus cualidades biofísicas, geofísicas y culturales, puede ofrecer un contexto significativo para desarrollar un sistema de indicadores agroambientales. Este tipo de caracterización del paisaje permite agrupar de forma coherente una amplia gama de rasgos locales específicos.

Gracias al paisaje comprendemos mejor las características específicas de los lugares y la naturaleza de la interacción entre las prácticas agrarias y el medio ambiente. El paisaje, unido a otra información sobre el estado ambiental, puede constituir la base de una descripción relativamente sencilla del equilibrio entre la actividad agraria y el

ecosistema en el que se integra. Dicho sistema permitiría comprender mejor en qué consiste tal vulnerabilidad o amenaza, identificar las zonas vulnerables o amenazadas y adoptar las medidas adecuadas. Algunos Estados miembros ya han empezado a aplicar este tipo de enfoque, que podría extenderse a todo el ámbito comunitario. El sistema mencionado se sirve de clasificaciones existentes en los Estados miembros a fin de presentar la información de forma concisa y sintética. Desde el punto de vista de la actuación de los poderes públicos, existen en el territorio de la UE, en mayor o menor grado, al menos cinco tipos de paisajes:

- paisajes dotados de un elevado valor natural y cultural, amenazados por la intensificación de la agricultura y en los que la calidad medioambiental depende en gran medida de una regulación rigurosa de la actividad agraria,
- paisajes dotados de elevado valor natural y cultural, dependientes de la actividad agraria y amenazados por la marginalización de la agricultura, en los que esta actividad desempeña un papel específico a la hora de lograr la calidad medioambiental,
- paisajes caracterizados por una agricultura con bajos insumos, por un exiguo nivel de contaminación y de agotamiento de los recursos, así como por contribuir a la mejora de los hábitats y la biodiversidad,
- paisajes caracterizados por prácticas agrarias intensivas o extensivas adecuadas, en una relación de equilibrio con el terreno que ha permitido mantener los recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas seminaturales,
- paisajes caracterizados por la sobreexplotación, la contaminación y un agotamiento de los recursos que ha provocado el deterioro del medio natural, de la biodiversidad y de los ecosistemas seminaturales.

A medio o largo plazo, el desarrollo de un sistema de este tipo constituiría un instrumento válido tanto para facilitar información a los responsables políticos como para presentar con claridad a la opinión pública la integración de la problemática medioambiental en la política agraria.

La Acción concertada ELISA, dirigida por el Centro Europeo para la Conservación de la Naturaleza, pretende mejorar la coherencia territorial de los trabajos que dimanan de la OCDE. Uno de sus ámbitos de estudio es el paisaje. Las conclusiones preliminares ponen de manifiesto la necesidad de establecer una clara distinción entre los indicadores para la evaluación de las fuerzas motrices (uso del suelo con fines agrarios y procesos naturales) y las funciones paisajísticas pertinentes a efectos de la actuación pública. La complejidad de las fuerzas motrices así como de las funciones paisajísticas exigirá probablemente que se desarrollen indicadores “compuestos” que combinen un conjunto de criterios de evaluación.

El nuevo modelo de política medioambiental de la UE sigue al 5º Programa de Acción Medioambiental de 1992 y su versión revisada de 1998. La Comisión Europea propone un nuevo programa de acción medioambiental (Bruselas, 24.01.2001, COM), el 6º, que deberá ser adoptado por el Consejo y el Parlamento Europeo. El programa explica los problemas, fija los objetivos y enumera las acciones que deben emprenderse en cada una de las cuatro áreas prioritarias, y que son cambio climático, naturaleza y biodiversidad, medio ambiente y salud y uso sostenible de recursos naturales y residuos. Dentro de naturaleza y biodiversidad, puntualiza que se debe prestar más atención a la protección del paisaje de forma más general mediante políticas agrícolas y regionales.

Por tanto, coincidiendo con la propuesta de la OCDE y con los requerimientos de la Comisión, se hace necesaria la elaboración de una caracterización paisajística del territorio, que permita identificar unas tipologías de paisaje que recojan la especificidad local, y una valoración del paisaje, funciones que habrá que conjugar con los usos de suelo y con los procesos naturales

6.6 PRODUCTOS FITOSANITARIOS

6.6.1 Empleo de los plaguicidas en la agricultura

La utilización de productos químicos para la protección de las plantas, de las plagas, enfermedades y malas hierbas, ha alcanzado una gran importancia en la agricultura de regadío. Los plaguicidas, pesticidas o productos fitosanitarios evitan la reducción que se produciría en el rendimiento de los cultivos si estos productos fitosanitarios no fuesen aplicados, reducción que se estima en un tercio de la cosecha. Por otra parte, la industrialización y el éxodo rural han provocado una disminución de la mano de obra agraria que ha hecho necesaria la mecanización del campo, por lo que el control de las malas hierbas tiene que realizarse mediante la aplicación de herbicidas.

El agricultor ya desde la antigüedad ha combatido las plagas con el empleo de diversas sustancias como ceniza, azufre o arsénico. No obstante, el desarrollo de los plaguicidas tiene lugar a partir de mediados del siglo XX, como resultado del desarrollo de la química orgánica y del descubrimiento de las propiedades insecticidas de los compuestos organoclorados (DDT) y de las propiedades herbicidas de los fenoxiácidos (2,4-D).

Los productos fitosanitarios, desde el punto de vista de su aplicación, se clasifican en insecticidas, fungicidas y herbicidas, que son los plaguicidas más ampliamente utilizados, existiendo además otros tipos de productos como los acaricidas, nematocidas, molusquicidas, etc. A su vez, estos grupos de plaguicidas están integrados por productos de diferente composición química.

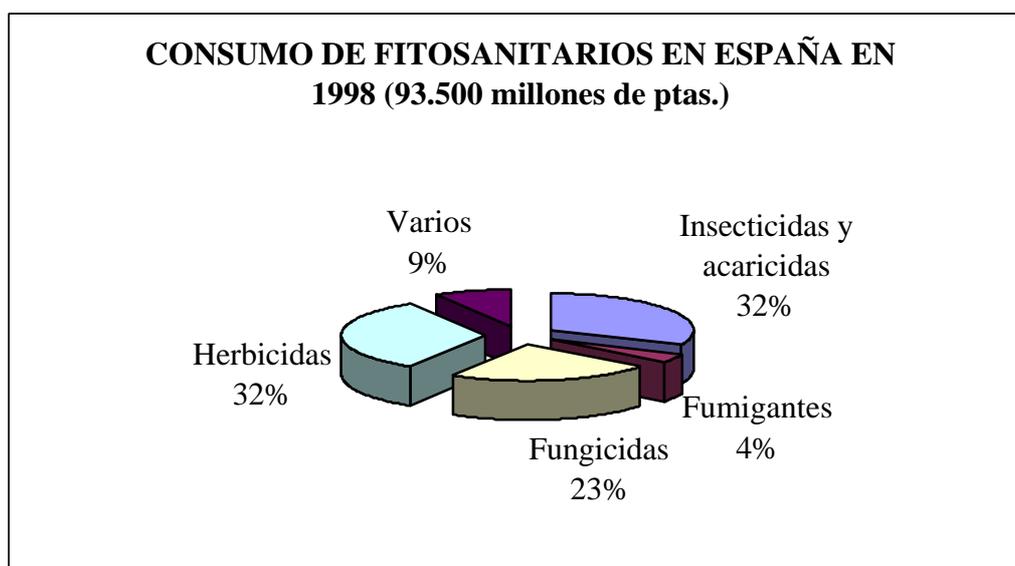
En la siguiente tabla se presenta la distribución entre los grupos de compuestos utilizados más importantes. En España se encuentran registradas alrededor de 400 materias activas diferentes.

**FITOSANITARIOS: SERIE HISTÓRICA DEL CONSUMO POR CLASES
(MILLONES DE PESETAS)**

Años	Insecticidas y acaricidas	Fumigantes (1)	Fungicidas	Herbicidas	Varios	Total
1985	17.750		8.610	12.830	5.840	45.030
1986	18.750		8.200	13.050	6.100	46.100
1987	19.400		9.900	13.900	7.300	50.500
1988	19.100	2.670	15.430	16.940	6.830	60.970
1989	19.570	2.270	14.720	16.640	6.810	60.010
1990	20.490	2.440	13.920	19.910	6.200	62.960
1991	20.750	2.780	13.080	20.250	6.220	63.080
1992	20.850	2.500	12.450	18.100	6.050	59.950
1993	19.555	2.190	12.890	18.095	5.750	58.480
1994	23.140	2.525	14.175	20.900	6.200	66.940
1995	25.500	2.900	14.500	21.700	6.800	71.400
1996	26.610	3.210	17.900	26.750	7.530	82.000
1997 (P)	28.300	3.200	20.250	28.600	7.950	88.300
1998 (A)	29.700	3.500	21.500	30.700	8.100	93.500

A partir de 1988 son fumigantes y nematocidas.

Fuente: Subdirección General de Sanidad Vegetal.



6.6.2 Los plaguicidas y el medio ambiente

El suelo es el elemento que realiza la función de filtro en el transporte de los plaguicidas a otros medios.

Los procesos de transformación de los productos fitosanitarios se producen tanto en el suelo como en la propia planta, resultando compuestos que pueden pasar a otros medios que se encuentran en conexión como son las aguas superficiales, las aguas subterráneas, la atmósfera y los seres vivos.

En el estudio de los parámetros implicados en los procesos de contaminación agraria difusa hay que considerar dos aspectos fundamentales, que son la vulnerabilidad del medio y el riesgo de utilización de un producto.

6.6.2.1 Efectos sobre los componentes ambientales

La utilización de productos fitosanitarios en la agricultura produce efectos de diversos tipos e intensidad, pudiendo estos efectos resultar aumentados debido a un manejo inadecuado y unas prácticas agrarias erróneas.

6.6.2.1.1 Efectos sobre el suelo

El suelo es el principal receptor de productos, ya sea directamente o bien a través de los residuos vegetales. Así en el suelo se producen diversos procesos que van a determinar las posibilidades de acumulación en el suelo, de transporte a las aguas o de degradación.

El complejo de cambio del suelo puede adsorber los plaguicidas catiónicos, que son retenidos durante un cierto tiempo y a veces indefinidamente. De esta forma, la capacidad de intercambio catiónico del suelo se ve disminuida, perjudicando a la fertilidad natural del suelo e impidiendo la normal utilización de los elementos nutritivos por parte de las plantas.

Entre los efectos producidos, uno de los más graves es el desequilibrio que se puede producir en las poblaciones de microorganismos del suelo. Así algunos microorganismos pueden verse gravemente afectados, mientras que otros, no siendo susceptibles a determinados compuestos, pueden acumularlos, produciéndose su acumulación en la cadena trófica, y provocando en determinados casos una disminución de la fertilidad natural del suelo.

6.6.2.1.2 Efectos sobre las aguas

Los mecanismos de depuración de las aguas superficiales y subterráneas son diferentes. Los productos que llegan a las aguas superficiales pueden ser más fácilmente degradados por la acción atmosférica, la luz y las temperaturas altas. Sin embargo pueden también afectar a los microorganismos que viven en este medio.

Cuando los productos fitosanitarios llegan a las aguas subterráneas, una vez traspasado el filtro natural que constituye el suelo, son difícilmente degradados, ya que las condiciones ambientales (falta de aireación, carencia de luz e inexistencia de microorganismos) no favorecen la degradación. En estas condiciones, los productos pueden concentrarse a lo largo del tiempo debido a la continua recarga con las aguas de lavado de los suelos contaminados.

6.6.2.1.3 Efecto sobre la atmósfera

Muchos plaguicidas presentan cierto grado de volatilidad, viéndose este proceso incrementado en condiciones de velocidad del viento elevada (velocidad de viento mayor de 3 m/s) o de altas temperaturas.

De esta forma los plaguicidas pueden llegar a formar parte de las gotas que conforman las nubes, o bien llegar hasta las zonas altas de la atmósfera, quedando sin degradar o afectando a los componentes atmosféricos, tal es el caso del bromuro de metilo que afecta a la capa de ozono. Se estima que el bromuro de metilo es el responsable de una pérdida de la capa de ozono de entre el 5 y 10% el total, y éste es usado en un 80% en los países desarrollados.

Sobre la base de los estudios realizados sobre el efecto de los niveles de plaguicidas en el aire al ser respirados por los seres vivos, se ha demostrado cómo plaguicidas que nunca habían sido aplicados en determinados territorios aparecen como residuos en sus suelos por efecto del viento y de la lluvia.

6.6.2.1.4 Efectos sobre los seres vivos

El grado de toxicidad de los pesticidas varía en función de del tipo y la concentración de sus principios activos. Si se usan pesticidas menos tóxicos el daño sobre el medio puede disminuir aunque aumente la cantidad de producto que se emplea. También hay que tener en cuenta que el grado de toxicidad depende de la especie que sea susceptible a la exposición del mismo.

Efectos sobre la fauna y la flora natural

El efecto negativo más importante que se ha observado es la disminución de la diversidad biológica. Los productos fitosanitarios aplicados en extensas regiones han erradicado multitud de plagas, pero asimismo han erradicado insectos no dañinos y beneficiosos. El desequilibrio provocado en las poblaciones de insectos, hongos, bacterias, etc, y malas hierbas ha inducido la entrada en una vía sin retorno en muchas zonas cultivadas, ya que la restitución del equilibrio natural va a ser prácticamente imposible.

La actuación sobre seres vivos a los que no va dirigida la aplicación puede darse de dos formas: por toxicidad directa sobre el organismo y por toxicidad indirecta, cuando el producto es transmitido a través de la cadena trófica.

Efectos negativos sobre las plagas

La utilización de plaguicidas puede ocasionar, además de efectos positivos, efectos negativos sobre las plagas. Esos efectos pueden ser los siguientes:

- Aparición de individuos resistentes, obligando a realizar más tratamientos con el mismo producto, o tratamientos con productos más agresivos.
- Disminución de la fecundidad de algunos organismos. De esta forma se puede producir la sustitución por otra plaga o la desaparición de insectos beneficiosos.
- Aumento de la fecundidad de algunos microorganismos, pudiendo aparecer una nueva plaga.
- Acumulación del plaguicida en algunos organismos resistentes, pudiendo así entrar en la cadena trófica.

Efectos sobre el hombre

La cuantificación de los riesgos para la salud humana por una exposición a los pesticidas es un tema complejo con muchas indeterminaciones y con el problema añadido de que es muy difícil separar los efectos de estos compuestos de otros

elementos nocivos como el tabaco, el alcohol, la edad y otros. Aún así en, muchos países se hacen pruebas continuas en alimentos para buscar posibles residuos.

Algunos productos pueden causar intoxicaciones, dependiendo las características de éstas de la cantidad total asimilada.

Tanto las intoxicaciones leves como las agudas pueden llevar a sintomatologías difíciles de diagnosticar: dolores de cabeza, dolores musculares, afecciones respiratorias, dérmicas, etc.

Los efectos de la intoxicación pueden durar un período corto de tiempo, meses o incluso años, degenerando en enfermedades de tipo crónico.

Las formas de asimilación de los productos son por ingestión, por inhalación o por asimilación dérmica.

Los productos fitosanitarios pueden asimismo encontrarse en el agua ingerida, en los productos vegetales, hortícolas y frutales, y en los piensos para alimentación del ganado, produciéndose la acumulación en los tejidos animales.

El no respetar los plazos de seguridad establecidos e indicados afecta negativamente a los niveles de residuos en los alimentos en el momento de su consumo.

6.6.3 Procesos de transporte de plaguicidas al agua

Un plaguicida ideal sería aquel que persistiera el tiempo suficiente para controlar la plaga, enfermedad o mala hierba que afecta al cultivo, pero no demasiado tiempo como para afectar a otros organismos o al medio ambiente. Esta propiedad rara vez se cumple, y los plaguicidas, dependiendo de sus propiedades físico-químicas y del medio-ambiente, persisten en el suelo durante períodos variables de tiempo y son transportados a otros medios como el aire o el agua.

La movilidad del pesticida viene determinada por el tipo usado, la tasa de absorción del mismo por el cultivo, topografía y tipo de suelo y por condiciones climáticas en que son aplicados. Las estimaciones varían mucho de cara a estimar el porcentaje de pesticida que resulta efectivo sobre el total aplicado (entre el 1 y el 75%) con la consiguiente pérdida de lo que no se ha utilizado hacia el medio, ya sea por escorrentía, erosión, percolación o por evaporación a la atmósfera.

6.6.3.1 Procesos de transporte, retención y transformación

Los plaguicidas aplicados a los sistemas agrícolas pueden llegar a las aguas superficiales y subterráneas, resultando en la contaminación de las mismas. Para ello, los compuestos químicos se han de mover a través del suelo y/o la zona no saturada. Una vez en el suelo, los plaguicidas se encuentran expuestos a otros procesos de retención y transformación que interfieren en su transporte, resultando en una disminución de la reserva de producto expuesta al movimiento hacia el agua.

El transporte de los plaguicidas en el suelo se puede producir en diferentes fases: disueltos en el agua, como vapores orgánicos o adsorbidos en las partículas del suelo. Los principales mecanismos de movimiento de un plaguicida disuelto en el agua son: la difusión y el flujo de masa. La difusión es el proceso por el cual el plaguicida se mueve de las zonas de mayor a menor concentración, siendo la velocidad de transporte proporcional al gradiente de concentración en la dirección del movimiento. Este

mecanismo es importante en los suelos que presentan flujos de agua bajos. El flujo de masa es el proceso por el cual el plaguicida es arrastrado disuelto por el movimiento del agua hacia capas inferiores o por escorrentía. Este mecanismo será de mayor importancia en los suelos que presentan excesos de agua frecuentes y que ocasionan un movimiento de ésta. Los principales factores de este mecanismo son la velocidad de movimiento del agua y la adsorción de plaguicidas en el suelo.

Los plaguicidas con alta presión de vapor pueden experimentar procesos de volatilización y pasar a la fase gaseosa, redistribuyéndose por difusión en las diferentes fases del suelo, dando lugar a un transporte del plaguicida a la atmósfera.

Los procesos de transformación contribuyen a disminuir la cantidad de plaguicida expuesto al transporte mediante una alteración de su estructura molecular y, por tanto, degradación del mismo con la formación de nuevos compuestos químicos. Estos nuevos compuestos químicos son en algunas ocasiones más móviles, presentando mayor potencial para contaminar las aguas, e incluso resultan más tóxicos.

Los principales procesos de transformación de los plaguicidas son la degradación bioquímica y química. Los factores de estos procesos son las características químicas del plaguicida, las propiedades del suelo y las condiciones ambientales. Ambos procesos de degradación ocurren simultáneamente en el suelo, siendo la biodegradación más importante en las capas superiores del suelo debido a su mayor actividad biológica.

La degradación química se produce fundamentalmente por procesos de oxidación, reducción o hidrólisis. Los compuestos orgánicos se pueden clasificar en función de su velocidad de biodegradación. El primer grupo lo constituyen los compuestos que se degradan rápidamente por reacciones metabólicas. El segundo grupo está constituido por los compuestos que precisan un período de aclimatación antes de ser biodegradados. El tercer grupo son las moléculas orgánicas persistentes, cuya degradación es muy lenta, como es el caso de los plaguicidas organoclorados. La velocidad de transformación bioquímica de los plaguicidas determina su índice de persistencia.

El principal proceso de degradación química de los plaguicidas en el sistema del suelo es la hidrólisis, que puede estar catalizada por procesos de adsorción en las partículas del suelo. Otros procesos importantes de degradación química son la oxidación y la fotólisis.

Los procesos de retención más característicos son los de adsorción-desorción. La adsorción retiene una mayor concentración de plaguicidas en la interfase sólido-líquido del suelo que en el resto de la solución del suelo, disminuyendo la cantidad de compuesto que está expuesta al riesgo de transporte al agua. Los mecanismos de adsorción de los plaguicidas sobre las superficies de las partículas sólidas del suelo dependen de las propiedades químicas del compuesto.

6.6.3.2 Factores dependientes de los plaguicidas

6.6.3.2.1 Propiedades físico-químicas

Hay una gran variabilidad en las estructuras químicas de los plaguicidas que condiciona su persistencia en el medio ambiente.

La tendencia de los plaguicidas a ser lixiviados o arrastrados por el agua de escorrentía está muy relacionada con la adsorción de los mismos al suelo, siendo menos probable su movimiento en el agua cuanto más adsorbidos estén al suelo, estando esta

adsorción en el suelo determinada en gran medida por las propiedades físico-químicas de los productos fitosanitarios y las del suelo.

6.6.3.2.2 Persistencia y formas de degradación

No es únicamente el transporte, sino también la persistencia de los plaguicidas lo que determina el grado de contaminación de las aguas por los productos fitosanitarios. Un factor importante en la persistencia es la degradación de los plaguicidas, que se puede producir por procesos abióticos o bióticos, fundamentalmente microbiológicos.

Cuando un plaguicida entra en contacto con el suelo puede sufrir modificaciones en su molécula, independientemente de las alteraciones producidas por los microorganismos del suelo. Aunque pueden tener lugar algunas reacciones de fotodescomposición, activadas por la luz solar, las reacciones más importantes son las catalizadas por el suelo cuando algunos plaguicidas son adsorbidos por los silicatos, especialmente en suelos ácidos. Se producen así reacciones de hidrólisis química, como es el caso de los herbicidas del grupo de las triazinas y de los insecticidas organofosforados.

La degradación de los plaguicidas por los microorganismos del suelo es uno de los mecanismos más importantes de desaparición de los productos fitosanitarios del terreno. Los insecticidas organofosforados, la mayor parte de los fungicidas orgánicos y los herbicidas fenoxiácidos, fenilureas y carbamatos son degradados de forma importante por los microorganismos del suelo.

La persistencia de los residuos en el medio y en la cadena alimenticia puede variar de unas pocas semanas a 30 años (por ejemplo el DDT a pesar de estar prohibido desde los años 70 aún se puede detectar en algunos ecosistemas acuáticos de EEUU)

En la tabla siguiente se muestra el tiempo requerido para que distintos tipos de plaguicidas pierdan su actividad biológica.

PERSISTENCIA DE ALGUNOS PLAGUICIDAS

Insecticidas Organoclorados	
DDT	4 años
Insecticidas Organofosforados	
Diazinon	12 semanas
Malation	1 semana
Herbicidas derivados de la urea	
Diuron	8 meses
Liuron	4 meses
Herbicidas del grupo de las triazinas	
Atrazina	10 meses
Simazina	12 meses
Herbicidas Fenoxiácidos	
2,4-D	1 mes
MCPA	3 meses

6.6.3.2.3 Métodos de aplicación

La forma en que una materia activa es formulada y aplicada al cultivo tiene una gran importancia en su comportamiento medio-ambiental.

Las aplicaciones foliares producen depósitos de los productos en las hojas de las plantas, que pueden ser volatilizados y descompuestos por fotólisis, por lo que será menos probable la contaminación de las aguas.

La aplicación de los plaguicidas al suelo puede hacerse de diferentes formas, bien sea mediante formulados granulares, o por medio de suspensiones, emulsiones o soluciones acuosas. La incorporación física de los plaguicidas al suelo reduce la disponibilidad de los mismos para ser arrastrados por las aguas de escorrentía, aunque si el plaguicida es volátil se reducen sus pérdidas por volatilización y aumenta su persistencia, por lo que se verá incrementada la posibilidad de ser lixiviado y contaminar las aguas subterráneas.

La aplicación directa al agua se produce en determinadas circunstancias, como en el cultivo del arroz, o en aplicaciones de productos como los alguicidas o los utilizados para el control de malas hierbas acuáticas. Estos métodos de aplicación incrementan la posibilidad de contaminación de las aguas superficiales.

6.6.3.3 Factores que dependen del clima

Los factores climáticos básicos a considerar son: régimen de lluvias, temperatura y viento.

En general, cuanto mayor sea la pluviometría mayor va a ser la vulnerabilidad de las aguas. Los productos solubles van a alcanzar más fácilmente las aguas superficiales o subterráneas. Por otro lado, la persistencia del producto disminuirá, lo que puede implicar mayores dosis o aplicaciones.

Es importante conocer el régimen de lluvias, ya que está en relación con los períodos en los que se produce el transporte de los elementos contaminantes. Es en estos momentos cuando es necesario extremar las precauciones para que los fertilizantes, plaguicidas o residuos ganaderos no se encuentren disponibles en el medio.

6.6.3.4 Factores que dependen de las prácticas agrarias

Las malas prácticas de aplicación que pueden afectar al medio ambiente son las siguientes:

- Antes del tratamiento
- Elección equivocada del producto.
- No leer o no seguir las instrucciones del fabricante.
- No utilizar la dosis y el volumen de aplicación recomendadas.
- No comprobar el buen estado de la maquinaria.
- Utilizar maquinaria con boquillas, gomas, tanques en mal estado.

- Utilizar maquinaria que produzca pérdida del producto (para evitarlo es recomendable controlar la presión, las boquillas, la velocidad de disco en las máquinas de pulverización centrífuga y el volumen de agua).
- Conectar el tanque directamente a cauces de agua de forma que se puedan producir retornos.
- Manejar recipientes abiertos en plataformas inestables o cerca de corrientes de agua.
- Durante el tratamiento
 - Aplicaciones directamente o por deriva sobre arroyos, canales de riego, lagos, embalses o cualquier curso de agua.
 - Aplicaciones en condiciones climatológicas adversas, como en días de viento, lluvias o temperaturas elevadas.
- Después del tratamiento
 - Si se calculó por exceso el volumen de aplicación, el sobrante se elimina en la propia parcela de aplicación, en el mejor de los casos, o en una zona destinada a este fin. Esto puede provocar problemas de contaminación si existen vías de agua subterráneas o superficiales cercanas.
 - Eliminar el líquido resultante del lavado de los utensilios en zonas inadecuadas, cercanas a pozos o cauces de agua, donde el terreno sea permeable o donde exista riesgo de inundaciones.

6.6.3.5 Cultivos de riesgo

La escasa pluviometría que caracteriza a gran parte de nuestro territorio hace que el agua de lluvia no sea el factor fundamental de la lixiviación de los productos. Sin embargo, el agua de riego, al ser aplicada en la mayor parte de los casos en exceso, sí puede provocar el lavado de las sales y otros productos que se encuentren en los suelos.

Por otra parte, el agua y la productividad de la agricultura son dos factores que están muy ligados, siendo en las zonas de regadío donde el agricultor se encuentra más predispuesto a aplicar productos fitosanitarios.

Las zonas de agricultura intensiva de regadío se encuentran fundamentalmente en terrenos con aguas fácilmente explotables, esto es, con acuíferos cercanos a la superficie.

Estas zonas de riqueza agrícola, desde hace siglos, en general se encuentran densamente pobladas.

Todos estos factores determinan que estas zonas sean de elevado riesgo para la contaminación agrícola.

Las zonas de agricultura extensiva de regadío son asimismo de riesgo elevado, ya que el riego es un factor determinante. En este caso, en general, ni la dosis de riego ni las aplicaciones de productos fitosanitarios son tan desmesuradas como en las zonas de regadío intensivo.

6.6.4 *Plaguicidas encontrados en el agua*

En las últimas décadas se ha incrementado el interés por conocer la contaminación de las aguas por plaguicidas, principalmente desde el descubrimiento, en 1979, de la contaminación por aldicarb del agua de un pozo doméstico de Long Island, Nueva York, que condujo a la eliminación del uso de este producto en la región. Otros compuestos fueron posteriormente encontrados en diversas zonas de USA como el DCBP y la atrazina. En diferentes países de Europa fue seguido de cerca este problema, llevándose a cabo diversos muestreos para conocer la contaminación de los acuíferos, que permitieron descubrir la presencia de diferentes plaguicidas en las aguas.

Esto condujo al establecimiento de concentraciones máximas admisibles de plaguicidas en el agua potable, que varían de unos países a otros, y que una Directiva de la CEE estableció en 1980 en 0,1 µg/l para cualquier pesticida individual y en 0,5 µg/l para la suma de plaguicidas presentes.

En los últimos años se han realizado estudios de control para conocer el estado de contaminación por plaguicidas en las aguas subterráneas y superficiales, cuyos resultados se resumen a continuación.

6.6.4.1 *Aguas subterráneas*

Las revisiones recientes efectuadas por diferentes autores indican que, debido a la mejora de la metodología analítica empleada y al incremento en las determinaciones de control de la contaminación de las aguas subterráneas, han aumentado las detecciones de plaguicidas, en dicho medio. Los compuestos más detectados son los herbicidas residuales utilizados en los cultivos de regadío y los fumigantes del suelo y nematicidas empleados en el cultivo de hortalizas. No obstante, hay que destacar que, en general, el porcentaje de puntos de agua en los que se han detectado plaguicidas es pequeño y que las concentraciones encontradas suelen ser bajas, comprendidas entre 0,1 y 10 µg/l, aunque para compuestos móviles y cerca de fuentes puntuales de contaminación las concentraciones pueden ser muy superiores.

En España se han detectado en las aguas subterráneas herbicidas como la atrazina y el bromazilo e insecticidas como la terbutilazina, la terbumetona y la trifluralina.

6.6.4.2 *Aguas superficiales*

Algunos plaguicidas son introducidos intencionadamente en el agua, como es el caso del uso de herbicidas para combatir malas hierbas acuáticas, mientras que otros alcanzan las aguas superficiales al ser arrastrados por el viento o por las aguas de escorrentía desde campos próximos.

El control químico sigue siendo en la actualidad la solución adoptada para resolver ciertos problemas planteados en el medio acuático, como son el eliminar algas que provocan obstrucciones dificultando el flujo del agua, controlar organismos portadores de enfermedades que se desarrollan en el medio acuoso, etc. Por otra parte, los plaguicidas que se aplican en el cultivo del arroz, cuya etapa inicial se desarrolla en campos encharcados, pueden afectar a las aguas superficiales cuando se descargan las aguas de drenaje de dichos campos. Además, la erosión del suelo y el arrastre por las aguas de escorrentía puede hacer llegar a las aguas superficiales residuos de los productos fitosanitarios utilizados en los cultivos.

6.7 FERTILIZANTES

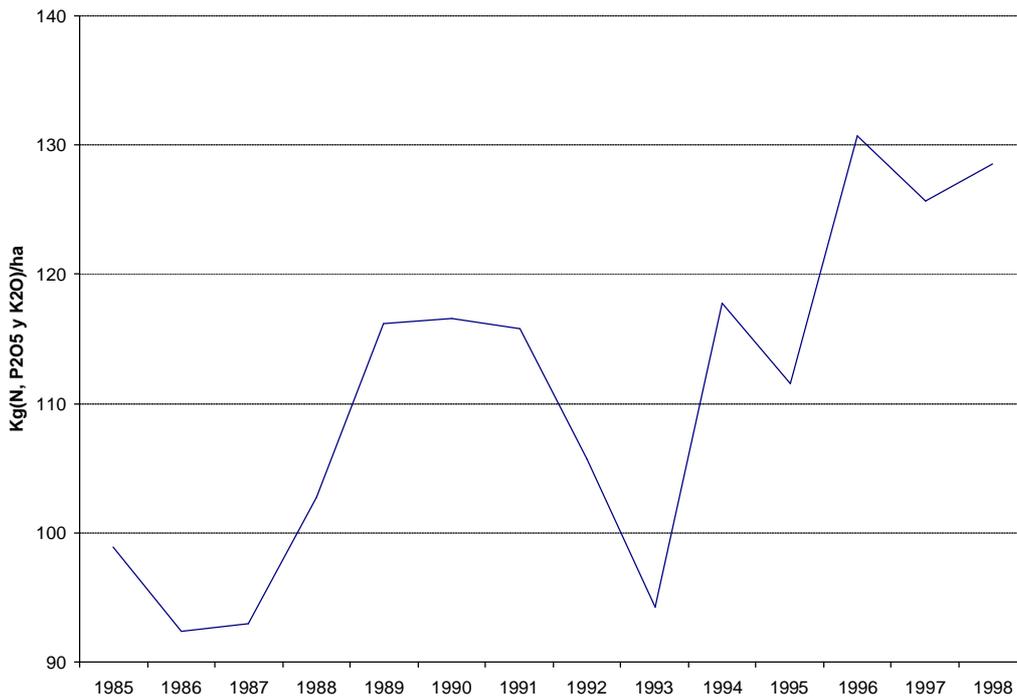
Los fertilizantes se han considerado tradicionalmente como un factor de producción importante en la agricultura, lo que ha favorecido su uso. No obstante, el interés creciente por el medio ambiente ha estimulado el estudio del impacto de los fertilizantes en los suelos y en las aguas.

Los principales fertilizantes agrícolas con efectos sobre la calidad de las aguas son los nitrogenados y los fosfóricos.

Los fertilizantes nitrogenados afectan a la calidad del agua subterránea cuando se produce lixiviación de nitrato. Su impacto en las aguas superficiales es, en general, menor que en las aguas subterráneas y se produce sobre todo por arrastre de nitrato, amonio y nitrógeno orgánico en la escorrentía superficial.

Los fertilizantes fosfóricos afectan principalmente a las aguas superficiales, su incorporación a las mismas se realiza también por la escorrentía de los suelos agrícolas.

La serie histórica sobre consumo agrícola de fertilizantes, en kilogramos de N, P₂O₅ y K₂O por superficie cultivada, según los datos del Anuario de Estadística Agraria (1999), muestra marcadas variaciones aunque dominadas por una clara tendencia creciente del consumo.



FERTILIZANTES: Serie histórica del consumo total y por hectárea de superficie fertilizable

Años	Superficie fertilizable (1) (miles de ha)	Consumo de N		Consumo de P ₂ O ₅		Consumo de K ₂ O	
		Total (t)	Por hectárea (kg/ha)	Total (t)	Por hectárea (kg/ha)	Total (t)	Por hectárea (kg/ha)
1985	17.300	942.293	54,5	463.340	26,8	303.900	17,6
1986	17.352	889.556	51,3	426.314	24,6	285.915	16,5
1987	17.509	900.654	51,4	411.640	23,5	315.636	18,0
1988	17.495	976.023	55,8	462.213	26,4	358.055	20,5
1989	17.420	1.118.454	64,2	531.736	30,5	373.883	21,5
1990	17.400	1.074.174	61,7	574.795	33,0	380.350	21,9
1991	17.364	1.065.831	61,4	554.930	32,0	389.872	22,4
1992	17.232	980.023	56,9	486.778	28,2	355.724	20,6
1993	16.722	810.530	48,5	413.616	24,7	351.530	21,0
1994	16.426	991.190	60,3	524.677	31,9	420.836	25,6
1995	16.482	912.827	55,4	509.881	30,9	415.086	25,2
1996	16.555	1.153.091	69,7	559.903	33,8	450.904	27,2
1997 (P)	16.555	1.041.857	62,9	559.212	33,8	479.410	29,0
1998 (A)	16.555	1.085.000	65,5	570.000	34,4	475.000	28,7

(1) Tierras de cultivo, menos barbecho, más prados naturales.

Las series históricas de consumo agrícola de fertilizantes (Anuario de Estadística Agraria, 1999), desglosadas para los distintos fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos se muestran a continuación.

FERTILIZANTES NITROGENADOS: Serie histórica del consumo agrícola de fertilizantes nitrogenados en toneladas de N

Años	Nitrato de cal	Nitrato de Chile	Nitratos amónicocálcicos	Nitrato amónico	Sulfato amónico	Nitrosulfato amónico
1985	2.288	2.421	232.840	139.222	82.882	37.591
1986	2.188	2.067	222.020	123.186	91.507	30.281
1987	1.938	2.583	183.235	155.702	103.201	33.274
1988	2.995	1.143	184.275	170.508	103.548	26.054
1989	5.551	3.899	201.258	183.758	98.542	20.972
1990	6.216	3.364	205.900	121.002	102.648	23.608
1991	6.067	1.595	245.359	109.205	98.549	21.023
1992	7.343	2.815	200.200	114.542	91.519	18.108
1993	4.866	3.078	201.782	80.375	62.612	11.630
1994	6.806	3.650	251.325	109.361	83.764	13.677
1995	6.174	2.056	198.649	162.968	66.702	15.662
1996	8.839	1.318	237.271	173.718	82.006	24.973
1997	6.634	1.143	214.360	136.118	71.314	16.689
1998	6.000	1.000	250.000	130.000	75.000	20.000

Años	Urea	Soluciones nitrogenadas	Amoníaco agrícola	Compuestos	Total
1985	182.876	41.511	16.778	203.764	942.293
1986	177.558	38.261	16.114	186.074	889.556
1987	158.520	42.908	20.529	198.764	900.654
1988	197.540	46.114	17.187	218.721	976.023
1989	272.435	50.509	21.213	260.317	1.118.454
1990	265.098	48.314	19.024	279.000	1.074.174
1991	220.295	59.957	16.420	274.244	1.065.831
1992	229.155	45.009	18.499	244.062	980.023
1993	183.393	27.186	17.263	211.178	810.530
1994	195.002	40.583	14.815	263.353	991.190
1995	152.517	38.068	8.200	248.363	912.827
1996	239.968	46.637	3.704	320.285	1.153.091
1997	229.008	53.955	8.200	287.727	1.041.857
1998	265.000	45.000	3.000	290.000	1.085.000

FERTILIZANTES FOSFATADOS: Serie histórica del consumo agrícola de fertilizantes fosfatados, en toneladas de P₂O₅

Años	Superfosfato de cal	Escorias Thomas	Hiperfosfato (1)	Compuestos	Total
1985	102.882	441	–	360.017	463.340
1986	90.930	365	–	335.019	426.314
1987	76.506	406	425	334.303	411.640
1988	72.134	357	523	389.199	462.213
1989	74.647	1.070	–	456.019	531.736
1990	64.700	495	–	509.600	574.795
1991	57.120	482	–	485.506	554.930
1992	36.596	444	–	444.489	486.778
1993	26.448	291	–	383.632	413.616
1994	51.358	624	–	468.923	524.677
1996	34.120	183	–	471.527	509.881
1995	34.667	208	–	517.945	559.903
1997	39.056	466	–	504.499	559.212
1998	45.000	250	–	510.000	570.000

(1) En los años 1987 y 1988 son de fosfato bicálcico

FERTILIZANTES POTASICOS: Serie histórica del consumo agrícola de fertilizantes potásicos, en toneladas de K₂O

Años	Cloruro potásico	Sulfato potásico	Compuestos	Total
1985	34.778	18.456	250.666	303.900
1986	37.335	14.574	234.006	285.915
1987	51.444	18.713	245.480	315.636
1988	64.594	19.109	274.352	358.055
1989	82.656	20.429	270.798	373.883
1990	95.200	11.450	273.700	380.350
1991	111.475	18.357	252.521	389.872
1992	107.879	5.636	236.708	355.724
1993	137.204	8.306	202.634	351.530
1994	148.827	6.497	261.587	420.836
1995	153.000	13.256	244.855	415.086
1996	155.597	10.159	280.520	450.904
1997	151.444	13.312	311.730	479.410
1998	125.000	15.000	335.000	475.000

6.7.1 Contaminación de las aguas superficiales por nutrientes

Los organismos fotosintéticos presentes en el agua requieren luz y nutrientes para su desarrollo, principalmente carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno para fabricar carbohidratos, lípidos y proteínas y además fósforos para fabricar los compuestos que producen la energía en las células.

La relación media de los organismos autótrofos de carbono-nitrógeno-fósforo: es de 100-14-1. El fósforo se encuentra en el agua en pequeñas cantidades y, por lo tanto, es un elemento limitante del crecimiento de los microorganismos. Así, si la relación de N/P es mayor de 14 faltará fósforo para su crecimiento, mientras que si es menor lo que faltará será nitrógeno (Margalef et al., 1990)

Además de las necesidades de fósforo, existen otras cuatro razones por las cuales el fósforo suele actuar como factor limitante para el crecimiento de los organismos en las masas de agua superficial y que son las siguientes:

- Los procesos de meteorización liberan pocas cantidades de fósforo soluble. La mayor parte de fósforo que proviene de la disgregación de la roca madre (entre 90-95%) llega a los lagos en forma de insoluble formando parte del sedimento.
- Las partes radiculares del suelo intercepta y retiene la mayor parte soluble de los compuestos de fósforo.
- El ciclo del fósforo carece de fase gaseosa por lo que las deposiciones del mismo son muy escasas.
- La mayor parte del fósforo soluble que llega a las masas de agua es rápidamente transformado en compuestos insolubles al ser adsorbido por las partículas de arcillas presentes en el agua. En otras ocasiones, se forman compuestos insolubles como consecuencia de la unión del fósforo con el calcio el hierro o el aluminio, en presencia de oxígeno.

Los aportes de fósforo soluble, y por tanto disponible para el crecimiento del fitoplacton, vienen de dos fuentes fundamentalmente, que son:

- Los detergentes, cuyo vertido a las aguas superficiales es directo a través de las aguas residuales de las ciudades y de las industrias.
- Los fertilizantes, donde las vías de contaminación son más largas y complicadas, en los cuales nos centraremos a continuación.

El aumento de fósforo y en muchas ocasiones de nitratos provoca la eutrofización de lago y embalses, proceso ampliamente desarrollado en otro epígrafe de esta memoria. El exceso de fósforo y nitrógeno no afecta de igual manera ya que la capacidad de ciertas cianobacterias para fijar nitrógeno atmosférico en presencia de suficiente fósforo las hace capaz de dominar las masas de agua. En algunos casos se ha llegado a correlacionar la presencia en el agua de sustancias tóxicas con la presencia de ciertas poblaciones de cianobacterias aunque el mecanismo de producción de estas toxinas no está muy claro.

6.7.1.1 Vías de comunicación de las aguas superficiales por nutrientes

La principal aportación de contaminantes por compuesto que contienen fósforo se produce con las aguas de escorrentía superficial en la zona de recarga después de las

lluvias. Este fenómeno se ve potenciado por el tipo de lluvia de carácter torrencial propio de los ambientes mediterráneos.

La composición y el tipo de suelo influyen en la escorrentía. En los suelos cuya roca subyacente es poco o nada permeable, la escorrentía se ven favorecida al discurrir el agua sobre esta superficie impermeable, produciendo el lavado del suelo y cargándose de elementos solubles.

En otros casos y cuando el suelo en sí mismo es poco permeable, es decir, cuando la velocidad infiltración de agua en el suelo es muy baja, el agua de lluvia o de regadío tiende a discurrir por la superficie. En estos casos, se produce el lavado de nutrientes y/o fertilizantes de la superficie del suelo que finalmente llega a alcanzar las masas de agua superficial.

6.7.1.2 Situación en España

Según datos de Alvarez, Muñoz, y Rubio (1991) en un estudio realizado en 707 puntos de la red hidrológica y basándose en los niveles de fósforo en las aguas, las cuencas hidrográficas más eutróficas en España son las del Júcar, Tajo, y Pirineo Oriental. Las menos las del Sur, Segura y Duero.

Por lo que respecta a las C.C.A.A., las que tienen las aguas superficiales más eutróficas son las de Madrid, País Vasco, y Castilla la Mancha y las menos contaminadas son las de Baleares, Galicia, Asturias y Murcia.

El estado nutricional en el que se encuentran los lagos y embalses españoles, según el estudio antes citado, es claramente eutrófico (70% de los embalses, 84% de los lagos)

6.7.2 Contaminaciones de las aguas subterráneas por nitratos

Como se detalló en el apartado 6.2.1.7. el principal compuesto derivado de los fertilizantes agrarios que causa la contaminación de las aguas subterráneas es el nitrato.

En este apartado nos centraremos en la influencia de la actividad agrícola en el lixiviado de los nitratos.

6.7.2.1 Influencia del abonado

En relación con el abonado, los aspectos a considerar son los siguientes:

6.7.2.1.1 Dosis

La respuesta de los cultivos al abonado nitrogenado no es lineal. Cuando las dosis de abonado son bajas la respuesta de los cultivos es buena, por el contrario, cuando las dosis son elevadas los incrementos de la producción no están en consonancia con las dosis empleadas.

Cuando la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado excede a la que el cultivo puede absorber, las posibilidades contaminación de las aguas por lixiviación de nitrato aumentan considerablemente.

6.7.2.1.2 La forma química

La forma química determina la movilidad del nitrógeno en el suelo. El nitrato es fácilmente arrastrado por el agua, mientras que el amonio debido a su carga eléctrica positiva, se fija en el suelo y es poco móvil excepto en el caso de suelos muy arenosos.

La urea no tiene carga eléctrica, y en tanto no se transforme en amonio, es fácilmente arrastrada por el agua debido a su alta posibilidad y débil adsorción al suelo.

Los fertilizantes amoniacales y la urea se transforman en nitratos con relativa facilidad, si la temperatura y humedad en el suelo es la adecuada. Por ejemplo, en un suelo con humedad media y temperatura superior a los 20° C, más del 50% del amonio añadido como fertilizante se puede transformar en nitrato en unas dos semanas, y éste puede lixiviarse si hay un exceso de agua de lluvia o de riego.

6.7.2.1.3 Época de aplicación

La época de aplicación del abonado debe de estar de acuerdo con las necesidades de los cultivos, evitando su aplicación cuando el riesgo por lixiviación es alto y la demanda de la planta es baja.

En las zonas húmedas, la percolación máxima suele producirse en invierno, y por tanto, las aplicaciones en el otoño o en el invierno están expuestas a un riego elevado de lixiviación. Por ello, la mayor parte del abono nitrogenado debe aplicarse en primavera cuando los riesgos de contaminación por lixiviado son menores.

Además, hay que tener en cuenta la demanda de nitrógeno de la planta, ya que ésta suele ser lenta en las fases de crecimiento, aumentado en la fase de desarrollo rápido, y disminuyendo al llegar a la madurez. Por ello, si se va a hacer abonado nitrogenado en una época en que la planta no requiere nitrógeno rápidamente, conviene hacerlo en forma orgánica de urea o amonio. Por el contrario, si existe una demanda apremiante de nitrógeno por la planta, la forma de nitrógeno más apropiada es el nitrato.

6.7.2.1.4 Eficiencia de la aplicación de los fertilizantes y su utilización por el cultivo

La incorporación de los fertilizantes a los suelos reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización, aumentando la eficiencia del abonado, pero esto depende del tipo de abono y del tipo de suelo.

En el caso de los cultivos hortícolas, la eficiencia de utilización de nitrógeno por el cultivo aumenta considerablemente si, las dosis de abonado se localiza cerca de las raíces.

La eficiencia de utilización del nitrógeno por las plantas también viene determinada por la profundidad del sistema radicular y por la capacidad de las plantas para absorber nitrógeno mineral cuando su concentración en el suelo es baja. Desde este punto de vista, los cereales son eficientes en la utilización de los fertilizantes, mientras que la mayoría de los cultivos hortícolas son poco eficientes.

6.7.2.1.5 El abonado orgánico

El abonado orgánico mejora la fertilidad de los suelos porque aporta nutrientes (entre ellos, nitrógeno) y porque aumenta su contenido en materia orgánica, mejorando las propiedades físicas del suelo como son la estructura, la porosidad, y la capacidad de retención del agua.

El contenido de nitrógeno en los abonados orgánicos es muy variable, dependiendo en buena medida de su origen y del grado de humedad que éste contenga.

En la siguiente tabla se presentan los contenidos aproximados de nitrógeno en diferentes tipos de abonos orgánicos.

Tipo de estiércol	Humedad (%)	Contenidos en nitrógeno (%)	
		S.P. Fresco	S.P. Seco
Vacuno	60-80	0,4-1,0	2-4
Porcino	70-90	0,2-1,0	2-4
Caballar	60-80	0,5-1,0	2-3
Ovino	60-70	1-2	3-5
Gallinaza	30-60	2-4	3-5

Hay que tener en cuenta que, si el estiércol no se incorporan al suelo con la labor después de aplicarlo, las pérdidas de nitrógeno por mineralización pueden ser mayores del 50%, mientras que si se incorporan estas pérdidas se reducen a menos del 10%.

La diferencia principal que existe entre los abonos orgánicos e inorgánicos reside en que el nitrógeno de los abonos orgánicos requerido por las plantas no se encuentra totalmente disponible en el momento de su aplicación, ya que las plantas absorben el nitrógeno en su forma mineral, principalmente nitrato y la forma más común presente en los abonos orgánicos es en forma de amonio (entre 10-70%) del nitrógeno total.

6.7.2.2 Influencia del riego y la lluvia

El riego y la lluvia son factores que influyen en la lixiviación de los nitratos, ya que éstos se transportan en el suelo disueltos en el agua. Conviene, pues, que el manejo en el suelo sea el adecuado; para ello hay que reducir las pérdidas por percolación al mínimo, procurando que no haya una acumulación excesiva de sales de agua de riego y/o fertilizantes en el suelo que puedan producir salinidad.

Para reducir las posibles pérdidas de agua por percolación, además de la aplicación de las dosis de riego, es necesario que la uniformidad del riego sea alta ya que, en caso contrario y aún empleando una dosis de riego correcta, unas zonas de la parcela puede recibir un exceso de agua, quedándose otras con déficit de agua. Normalmente, la uniformidad de aplicación en los riegos por superficie (inundación, surcos, etc) es menor que en los riegos por aspersión y localizados.

6.7.2.3 la influencia del tipo de cultivo

En general, las pérdidas por lixiviación de nitratos dependen del uso del suelo, aumentando en la secuencia siguiente: sistemas forestales, praderas (sin pastoreo), cereales, cultivos extensivos de regadío y cultivos hortícolas.

6.7.2.4 Influencia del tipo de suelo

Las dos características del suelo que más influyen en la lixiviación de los nitratos son la textura y el contenido de materia orgánica. Los suelos arenosos presentan una menor capacidad de retención del agua, y por tanto, para una misma dosis de agua aplicada, ésta desciende a mayor profundidad en un terreno arenoso que en uno arcilloso. Esto hace que la lixiviación tienda a ser mayor en los suelos arenosos.

Por otra parte los suelos con contenidos en materia orgánica más elevados mineralizan mas el nitrógeno y pueden tener mayores pérdidas de nitrato por lixiviación.

6.7.2.5 *Influencia del clima y de las condiciones hidrogeológicas*

El clima es un factor del medio que juega un papel importante en la lixiviación de los nitratos, a través de su influencia en el balance del agua del suelo y en el crecimiento de las plantas y, por tanto, en la absorción de nitrógeno por las mismas.

De igual forma el clima afecta tanto al contenido de humedad como a la temperatura de los suelos, influyendo en la tasas de mineralización de los fertilizantes orgánicos.

6.7.2.6 *Otros factores*

Además de los factores comentados anteriormente existen otros factores que influyen en el contenido de nitrógeno mineral en el suelo y en la lixiviación de los nitratos como son el aporte de los residuos vegetales, el aporte de nitrógeno por el agua de riego y el suelo desprovisto de vegetación en la época de las precipitaciones.

Los restos de residuos vegetales que quedan en el suelo después de una cosecha pueden ser una importante fuente de nitrógeno para el cultivo siguiente. Esto ocurre de manera significativa en aquellos cultivos que se recogen cuando el contenido de nitrógeno en las hojas y raíces es todavía alto y puede pasar al suelo por procesos de mineralización.

Hay que tener en cuenta que cuando los residuos de los cultivos tiene una relación C/N alta (mayor que 30) la actividad microbiana responsable de la degradación de la materia orgánica, puede inmovilizar la fracción del nitrógeno mineral del suelo.

El agua de riego puede aportar una cantidad importante de nitrógeno, si proviene de pozos con alto contenido de nitrato, si se trata de aguas residuales con efluentes municipales o cuando se emplea fertirrigación.

La ausencia de plantas durante los meses lluviosos favorece la lixiviación de nitrato porque la percolación profunda es mayor al no haber consumo de agua por las plantas, y, además, la concentración de nitrato en el agua del suelo es más alta por no haber absorción del mismo por las raíces.

6.8 *RESIDUOS Y ACTIVIDAD AGRARIA EN REGADÍO*

6.8.1 *Residuos agropecuarios en la legislación.*

La aplicación de residuos agropecuarios al suelo no tiene una legislación específica.

La Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos excluye de su ámbito de aplicación “cuando ya esté cubierto por otro tipo de legislación”, entre otros tipos de residuos a “los cadáveres de animales y los residuos agrícolas siguientes: materiales fecales y otras sustancias naturales y no peligrosas utilizadas en el marco de la explotación agrícola.

De igual forma, la Ley 10/1998 de 21 de abril de residuos, se declara supletoria en aquellos aspectos regulados expresamente en su normativa específica. Esta Ley considera, entre otros, los siguientes tipos de residuos:

- La eliminación de animales muertos y otros desperdicios de origen animal.

- Los residuos producidos en las explotaciones agrícolas y ganaderas, materiales fecales y otras sustancias naturales y no peligrosas, que se utilicen en el marco de dichas explotaciones.

Con respecto a estos residuos la Ley sólo será de aplicación en los aspectos no regulados expresamente por su normativa específica. El problema es que la normativa específica no regula de manera sustancial la producción y gestión de este tipo de residuos, de ahí que sea la Ley de Residuos aplicable a éstos prácticamente en su totalidad.

En definitiva, los residuos generados en las explotaciones agrícolas, tanto orgánicos como inorgánicos, carecen de una legislación específica, exceptuando los residuos agropecuarios no peligrosos cuando son utilizados como abono orgánico, los cuales están regulados por la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

6.8.2 Caracterización y uso de los principales residuos agrícolas.

Los residuos generados en el sector agrario se pueden agrupar, de acuerdo con las actividades desarrolladas, como residuos procedentes de explotaciones agrícolas y como residuos procedentes de las industrias agroalimentarias.

Los residuos procedentes de las industrias agrarias (aquellas que transforman, manipulan y conservan productos procedentes de la agricultura) quedan lejos del ámbito de este trabajo, por lo que nos centraremos en los residuos generados dentro de las explotaciones agrarias (fertilizantes, productos fitosanitarios y residuos de cultivos).

Los efectos ambientales derivados del empleo de agroquímicos y fertilizantes son ampliamente descritos en otros capítulos de este documento (agroquímicos, fertilizantes y código de buenas prácticas agrarias), por ello en este apartado nos centraremos en los denominados residuos de cultivos, que pueden ser tanto residuos orgánicos (de cosecha, residuos de poda o residuos agrícolas estrictos), como residuos que presentan una componente inorgánica, tales como los residuos de los envases utilizados y su contenido.

La tipología de los residuos generados en los regadíos va a depender de la fase en la que éstos se encuentren.

Durante la fase de ejecución de la transformación en riego, los principales residuos generados serán inertes y procederán del movimiento de tierras, construcción de la red hidráulica y viaria, instalación de estaciones de bombeo e instalación del tendido eléctrico.

En la fase de explotación, la tipología y la cantidad de residuos generados, cambia en función de la intensidad, tipo de cultivo y época del año. La agricultura tradicional genera un volumen de residuos que puede ser absorbidos por el medio. Por el contrario, en zonas agrícolas donde se desarrollan cultivos intensivos, la capacidad de generación de éstos es tal que se ve superada la fase de asimilación de los mismos, apareciendo los problemas ambientales.

6.8.2.1 Residuos orgánicos.

Los residuos orgánicos corresponden a la fracción o fracciones de cultivos que no constituyen parte de la cosecha propiamente dicha o bien aquella parte de la cosecha que no cumple con las propiedades organolépticas de calidad mínima exigible para ser comercializada como tal. De igual forma, los restos de poda de los cultivos leñosos están incluidos dentro de esta categoría.

Estos materiales se caracterizan por presentar un contenido hídrico muy variable (según el desarrollo del cultivo en la época de recolección), elevado contenido en materia orgánica, fracción mineral variable en concentración total y equilibrio (según el órgano o fracción de que se trate) y relación C/N generalmente baja (15-30), aunque con notables diferencias según la naturaleza y composición del residuo.

La velocidad de degradación es más rápida en residuos vegetales verdes, jóvenes y ricos en nitrógeno, azúcares solubles y sales minerales, siendo más lenta en residuos viejos, secos, ricos en celulosa y lignina y pobres en azúcares y en nitrógeno.

En los cultivos de cereales, los principales residuos son la paja y los rastrojos, que presentan baja humedad, alto contenido en materia celulósica y alrededor del 10% de lignina. La relación C/N en estos residuos es muy elevada, situándose entre 80 y 100.

6.8.2.2 Residuos inorgánicos

Con el desarrollo de la actividad agraria intensiva, se fueron introduciendo los fertilizantes químicos, así como los productos fitosanitarios, llegando en algunos casos a ser incontrolado su uso. El problema se acrecentó al desarrollarse el sistema de cultivo bajo invernaderos, produciéndose un salto cualitativo y cuantitativo, con un aumento de las cantidades de fertilizantes y fitosanitarios aplicados por hectárea cultivada.

Por otra parte la superficie de cultivo intensivo bajo riego aumentó pasando por ejemplo en Almería de 75 hectáreas instaladas en 1969, a 7500 ha instaladas en 1979, a 15.000 ha en 1989 y a más de 20.000 en actualidad, lo que a su vez ha venido a agravar el problema.

Los envases principalmente de materiales plásticos y metálicos, y en menor proporción envases de vidrio y cartón, representan un doble problema. Por un lado el propio envase provoca un impacto debido principalmente al elevado consumo que se hace en las explotaciones agrarias intensivas y por otra, su contenido, productos fitosanitarios generalmente, hace de ellos un residuo tóxico.

Teniendo en cuenta las cifras de consumo de productos fitosanitarios podemos tener una idea de la cantidad de residuos de envases clasificados como peligrosos que anualmente se generan en las explotaciones de regadío. A éstos hay que añadir los envases catalogados como no peligrosos y que igualmente se generan con la actividad agraria en regadío.

La consecuencia de la intensificación de la actividad agraria ha sido un aumento del consumo y generación de residuos, que en la mayoría de las ocasiones ha superado la propia capacidad de gestión de los agricultores y de las distintas administraciones públicas.

El mayor volumen de residuos plásticos corresponde al empleado en la construcción de invernaderos, pero también está el residuo procedente de otros sistemas de cultivo como acolchados, tuneles y cubierta de suelos.

Asimismo, las rafias que se emplean para entutorar y amarrar las matas son de materiales plásticos, lo mismo que las tuberías de riego por goteo, cajas, sacos, etc.

En las cubiertas de los invernaderos, el plástico más utilizado es de Polietileno (PE) de baja densidad.

El PE de 25-50 micras se utiliza para combatir las malas hierbas o en doble techo para mejorar el aislamiento del invernadero. Este tipo de plástico se suele usar también en forma de malla, para conseguir una protección intermedia entre el cultivo al aire libre y el de invernadero, para proteger los laterales de éste, y para la fabricación de tuberías para el riego por goteo.

Otro tipo de plástico utilizado es el EVA, (Copolímero de etileno y acetato de vinilo) de muy reciente introducción. Se suele emplear como doble techo en el interior de los invernaderos con un espesor de entre 75 y 100 micras.

En algunos casos, especialmente en viveros, se están utilizando plásticos rígidos, como los Policarbonatos (PC), Poliéster, o Policloruro de vinilo (PVC). Estos materiales tienen la característica de una mayor durabilidad y la posibilidad de aislar mejor el invernadero.

De menor importancia que los anteriores son los restos de materiales requeridos para la comercialización de los productos hortofrutícolas como palets de madera para el transporte de cajas, palos de estructuras de invernaderos y embalajes, cajas de cartón y madera para frutos.

También en las explotaciones agrícolas podemos encontrar restos de estructuras metálicas como alambres de distintos grosores que provienen de la estructura del invernadero o restos asociados a las explotaciones agrícolas, como por ejemplo vidrios, filtros, tejidos, aceites y escombros.

6.8.3 Problemática ambiental de los residuos

Los residuos orgánicos en muchas zonas agrícolas no constituyen un residuo propiamente dicho, ya que, se reciclan y son empleados en la alimentación animal.

En otras ocasiones, los residuos orgánicos son transportados a vertederos o trasladados a plantas de compostaje. No obstante, en explotaciones intensivas, la ingente cantidad de residuos vegetales generados cada campaña provoca un impacto ambiental grave cuando son abandonados o vertidos de forma incontrolada en el medio ambiente.

Según Fernández –Marín *et al* (1998) los problemas medio ambientales generados por la agricultura intensiva son los siguientes:

- Creación de focos de infección de plagas y vectores de enfermedades que afecta a los propios cultivos y a la población.
- Generación de malos olores como consecuencia de la putrefacción de los restos orgánicos.
- Contaminación del suelo por lixiviado de elementos tóxicos.

- Alteración de comunidades vegetales como consecuencia de la aparición de vertederos incontrolados.
- Taponamiento de ramblas, acequias y aliviaderos por vertido incontrolado de los residuos.
- Alimentación no controlada del ganado, con los consiguientes peligros de incorporación de los pesticidas al consumo animal y posteriormente al consumo humano.
- Afecciones graves sobre el paisaje.

En otros casos, la incineración incontrolada de los residuos orgánicos provoca molestias en las zonas cercanas y contaminación atmosférica cuando van incluidos residuos de fitosanitarios o plásticos. Un problema añadido es la estacionalidad de su producción. Los residuos orgánicos se producen de forma discontinua dependiendo de la época de la cosecha de los distintos cultivos.

Otro tipo de residuos que ha ido poco a poco añadiéndose a esta problemática es el uso del plástico. En el caso de determinadas zonas agrícolas, el empleo masivo de plásticos, su rápida renovación y su dificultad para ser degradado por enzimas líticas de los microorganismos, trae consigo su acumulación.

La incineración de estos residuos, como consecuencia de una mala política de gestión, provoca consecuencias negativas a la salud humana por la liberación de dioxinas y furanos a la atmósfera, compuestos con una elevada estabilidad y potentes efectos cancerígenos.

En otras ocasiones, la presencia de metales pesados representa un riesgo medioambiental por las afecciones que éstos producen en la salud humana y en el resto de los seres vivos. Estas afecciones van a depender de su concentración, ya que alguno de ellos como son el cobre y el zinc (constituyentes esenciales de los seres vivos) son tóxicos en concentraciones elevadas.

Por exposición aguda a los metales pesados (a través del agua o los alimentos) se pueden presentar los siguientes síntomas: síndrome gastrointestinal agudo, disfunción renal, neurotoxicidad, entre otros.

Por exposición prolongada (a través de agua, por vía aérea o por contacto con suelos contaminados) se pueden presentar los siguientes síntomas: desarrollo de distintos tipos de cáncer; hiperqueratosis; inflamación crónica de las vías respiratorias; insuficiencia renal; dermatitis; síntomas neurológicos; daño reproductivo: fetotoxicidad, teratogenicidad, aborto espontáneo.

Por otra parte, los residuos plásticos y sus contenidos pueden llegar a las masas de agua provocando afecciones paisajísticas o intoxicaciones en la fauna acuática por la ingestión de estos compuestos tóxicos.

6.8.4 El regadío como receptor de residuos orgánicos.

Las explotaciones agrarias funcionan como receptores de residuos orgánicos, como los residuos procedentes de las explotaciones ganaderas y los lodos obtenidos de la depuración de aguas residuales.

Ante la posibilidad de poder emplear los lodos de depuradora como abono y enmiendas orgánicas, y conociendo la probabilidad de contaminación por metales pesados y por organismos potencialmente patógenos, la Unión Europea promulgó en 1986 la Directiva 86/278/CEE, de 12 de junio de 1986, relativa a la protección del Medio Ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradoras en agricultura.

Esta directiva regula las condiciones en las que pueden ser aplicados los lodos de depuradora a los suelos agrícolas para evitar el posible efecto nocivo sobre las aguas, el suelo, la vegetación y la fauna.

Esta Directiva prohíbe el empleo de lodos de depuradora sin tratar, salvo en los casos de inyección directa o enterramiento en suelos, siempre y cuando lo autoricen los Estados miembros, no estando permitido en el caso de España. Asimismo y con el fin de proteger la salud pública se prohíbe la aplicación de lodos de depuración a determinados cultivos, al tiempo que se establecen plazos de tiempo, en los cuales, no se puede aplicar los lodos.

De igual manera, se limitan los contenidos de metales pesados en los lodos, en el suelo y se fija la cantidad máxima de metales pesados que puede contener los suelos, exigiendo análisis periódicos en suelos y en lodos.

Finalmente, se establece la exigencia de un control estadístico de los lodos de depuradora, cantidades dedicadas a fines agronómicos, composición y características de los lodos, tipo de tratamiento, destino y lugar de aplicación.

Una Orden posterior, del 26 de octubre de 1993, añade algunos requisitos sobre la utilización de lodos de depuradora, tales como obligatoriedad del suministro de la información de la estación depuradora y la elaboración semestral de una ficha-control de la cantidad de lodos tratados y su destino final.

A la reutilización de lodos le es también de aplicación la Directiva 91/676/CEE, traspuesta al Derecho Español por el Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Finalmente, para los lodos de depuradora son de aplicación todas las normas en vigor relativas a los residuos, y en especial la Ley 10/98 de residuos, que transpone al Derecho Español la Directiva 91/156/CEE y la decisión 94/3/CEE

Debido al aumento de la cantidad de lodos de depuradora y a su posibilidad de empleo como abono orgánico, se aprobó el Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales 2001-2006 cuyos objetivos son los siguientes:

- Reducción en origen de la contaminación de lodos.
- Caracterización de los lodos de depuradora generados en España, antes del año 2003. La caracterización de los lodos tiene por objeto verificar sus características y su adecuación para su uso agrícola.
- Valorización de al menos el 80% de los lodos antes de 2007.
- Reducción a un máximo del 20% de los lodos depositados en vertederos.
- Creación de un sistema estadístico y una base de datos sobre lodos.

6.8.5 Problemática ambiental en el uso de lodos de depuradoras.

Los problemas ambientales derivados del empleo en la agricultura de lodos procedentes de las aguas residuales depuradas pueden ser afecciones a la salud pública y contaminación por metales pesados.

6.8.5.1 - Afecciones a la salud pública.

El origen fecal de la materia orgánica existente en los lodos de depuradora le hace ser una de las posibles vías de transmisión de enfermedades gastrointestinales, al verse reducidos los ciclos de transmisión de este tipo de enfermedades.

La tasa de mortalidad de los organismos potencialmente patógenos va a depender del estado en que se encuentren los fangos y del tratamiento que van a sufrir.

En los fangos primarios se pueden encontrar una gran diversidad de organismos, tales como bacterias, virus, helmintos hongos, y algas procedentes tanto del tracto intestinal como de la propia red de alcantarillado.

La comunidad biológica existente en los fangos tratados ha sido seleccionada, pero aun así, existen organismos que son capaces de generar enfermedades en el ser humano.

La digestión de fangos es el proceso por el cual se debe de eliminar la mayor parte de los organismos patógenos como consecuencia del ambiente hostil que se crea. No obstante la tasa de mortandad no es del 100% y han de emplearse otros métodos de acondicionamiento previo y desecación posterior para evitar problemas de contaminación medioambiental por presencia de patógenos.

El acondicionamiento puede ser de tipo químico (cal, cloruro férrico o polímeros) o bien térmico, aunque debe tenerse en cuenta que el empleo de sales puede presentar dificultades para su posterior reutilización agrícola.

El secado del fango puede hacerse de forma tradicional como es el secado natural en eras, secado mecánico mediante centrifugas, filtros de vacío, filtros de banda, filtros de prensa, o secado térmico.

La desinfección de los fangos se puede conseguir con los procesos de:

- Almacenamiento
- Pasteurización
- Acondicionamiento térmico
- Adición de cal
- Radiación
- Compostaje.

6.8.6 Metales pesados.

El segundo problema ambiental del empleo de los lodos de depuradora en la agricultura reside en la posible presencia de metales pesados que puede tener consecuencias muy negativas tanto para los cultivos como para el consumo humano y animal.

Sin embargo, y como se ha detallado anteriormente, la cantidad de metales pesados esta regulada por la ley, de tal forma que la cantidad de metales que puede encontrarse en los lodos no pueden superar unos valores límite expresados en mg/kg materia seca.

En la tabla siguiente figuran los valores límites de metales pesados en los lodos destinados a reutilización agrícola.

Parámetros	Valores límite	
	Suelo con pH < 7	Suelo con pH > 7
Cadmio	20	3.0
Cobre	50	1.750
Níquel	300	400
Plomo	750	1.200
Zinc	2.500	4.000
Mercurio	16	25
Cromo	1000	1.500

De tal forma que la concentración de metales pesados que anualmente puede ser incorporados en los suelos no podrá superar los valores límites de (Kg/Ha/año):

Parámetros	Valores límites
Cadmio	0.15
Cobre	12.00
Níquel	3.00
Plomo	15.00
Zinc	30.00
Mercurio	0.10
Cromo	3.00

Los lixiviados con altos contenidos en metales pesados y agroquímicos (cuando son capaces de disolverse en grasas), como ya se comentó anteriormente, los hacen altamente tóxicos para el ser humano y la fauna, debido a sus propiedades bioacumulativas, cancerígenas, y que alteran los aparatos reproductor y/o endocrino.

6.9 CAMBIO CLIMÁTICO

6.9.1 Las causas del cambio climático

Los cambios climáticos observados en el pasado son consecuencia, en primera instancia, de las perturbaciones del balance entre la radiación recibida del Sol y la radiación emitida por nuestro planeta.

La respuesta a esta perturbación es posteriormente amplificada o reducida por el sistema climático, a través de mecanismos de retroalimentación positivos y negativos, cuyo conocimiento es determinante para establecer el grado de fiabilidad de las simulaciones de clima futuro.

Durante los últimos doscientos años, las actividades humanas asociadas al desarrollo económico, la utilización de los combustibles fósiles como fuente de energía dominante y el crecimiento demográfico mundial, han modificado la composición natural pre-industrial de la atmósfera, al aumentar las concentraciones de gases de efecto invernadero. Este aumento es, en la actualidad, la mayor fuente de perturbación a que está sometido el clima de la Tierra.

Nuestro planeta es habitable gracias a un “efecto de invernadero”, que hace posible que, en la actualidad, el promedio de la temperatura en superficie sea de unos 15°C, 33°C más de los -18°C que caracterizarían una superficie sin atmósfera o sin gases responsables del efecto.

Sin embargo, el inicio de la revolución industrial a finales del siglo XVIII, marcó el comienzo de una época caracterizada por la acumulación creciente de gases de efecto de invernadero en nuestra atmósfera.

En la actualidad, cada año emitimos más de 5.500 millones de toneladas de carbono procedentes de la quema de combustibles fósiles y 1.600 procedentes de la deforestación tropical.

Los ritmos de absorción de los sumideros naturales, distintos de la atmósfera, no son capaces de compensar las emisiones y como consecuencia de ello, la atmósfera “almacena” concentraciones cada vez mayores de estos gases.

En la tabla siguiente figuran las fuentes y sumideros de CO₂.

FUENTES Y SUMIDEROS DE CO₂ (Valores en GtC-gigatoneladas de carbono)

Fuentes de CO ₂	Gtc/Año
Emisiones procedentes de combustibles fósiles y de la producción de cemento	5,5±0,5
Emisiones netas por deforestación tropical	1,6±1,0
Total de emisiones antropogénicas	7,1±1,1
Sumideros de CO ₂	
Almacenamiento a la atmósfera	3,2±0,2
Absorción oceánica	2,0±0,8
Absorción por reforestación en el Hemisferio Norte	0,5±0,5
Otros sumideros terrestres: Fertilización CO ₂ , N ₂	1,4±1,5

Fuente: IPCC 95

(Balance anal de carbono antropogénico) (1GtC= Mil millones toneladas de C)

Los principales gases naturales de efecto de invernadero en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Los tres últimos han incrementado sus concentraciones un 30%, un 145% y un 15% respectivamente, en relación con sus valores preindustriales (1850-1800) y ya durante el siglo XX, se han introducido en la atmósfera nuevos gases, estrictamente “antropogénicos” o no naturales, como son los Clorofluorocarbonados (CFC), los Hidro-CFCs, los compuestos perfluorados como el hexafluoruro de azufre (SF₆) y los perfluorocarbonos.

Si el desarrollo mundial, el crecimiento demográfico y los modelos de consumo energético no se modifican sustancialmente, antes del 2050 el efecto invernadero se intensificará de forma equivalente a como lo haría una atmósfera con el doble del CO₂ (en relación al nivel preindustrial).

Esta hipótesis, establecida a partir del principio de conservación de la energía, no es suficiente para determinar la respuesta real. Así, el ritmo, la distribución geográfica y las modificaciones que experimentarán finalmente la temperatura y otras variables dependen de la actuación de numerosos y complejos procesos que tienen lugar en el sistema climático.

En las tablas siguientes figuran los principales gases de efecto invernadero resultante de las actividades humanas.

PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO RESULTANTE DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC-11	HCFC-22	CF ₄	SF ₆
Nivel preindustrial	280 ppmv	700 ppbv	275 ppbv	0	0	0	0
Concentración en 1994	358 ppmv	1720 ppbv	312 ppbv	268 pptv	110 pptv	72 pptv	3-4 pptv
Tasa de aumento	1,5 ppmv/yr	10 ppbv/yr	0,8 ppbv/yr	0 pptv/yr	5 pptv/yr	1,2 pptv/yr	0,2 pptv/yr
	0,4%/yr	0,6%/yr	0,25%/yr	0%/yr	5%/yr	2%/yr	5%/yr
Duración (años)	50-200	12	120	50	12	50.000	3.200

Notas: El CO₂ (dióxido de carbono), el CH₄ (metanol), el N₂O (óxido nitroso), el SF₆ (hexafluoruro de azufre) y el CF₄ (perfluorocarbono o PFC) están cubiertos por el Protocolo de Kioto. El CFC-11 y el HCFC-22 (un sustituto del CFC) se incluyen como ejemplos de CFC y HCFC.

1 ppmv = 1 parte por millón en volumen

1 ppbv = 1 parte por mil millones, por volumen

1 pptv = 1 parte por billón, en volumen

Fuente: Climate Change 1995, IPCC Working Group I

GASES DE EFECTO INVERNADERO

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC
FUENTES	Combustibles fósiles	Arrozales	Fuentes biológicas	Refrigeración
	Deforestación	Humedales	Fertilización	Impulsores
	Quema de biomasa	Rumiantes	Quema biomasa	Disolventes
	Producción de cemento	Quema biomasa	Fuentes industriales	Retardantes del fuego
		Comb. fósiles		Fabricación microcircuitos
		Termitas		
		Vertederos		
SUMIDEROS	Océano y biosfera	Reacción con radicales hidróxilo en atmósfera	Destrucción fotolítica en estratosfera	Destrucción fotolítica en estratosfera

Fuente: IPCC (Grupo de Expertos de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático)

6.9.1.1 Potenciales de calentamiento

Los tiempos de vida de cada gas presente en la atmósfera son muy variables (entre 50 y 200 años para el CO₂, 12 años para el CH₄, 120 años para el N₂O, miles de años para algunos CFC y para los compuestos perfluorados) y determinan junto a sus propiedades químicas de absorción de radiaciones correspondientes a diferentes longitudes de onda, lo que se conoce como Potencial de Calentamiento Global. Este concepto se introduce para medir la capacidad de cada gas de ser activo radiactivamente en un período de tiempo dado, por unidad de masa o por unidad molecular liberada.

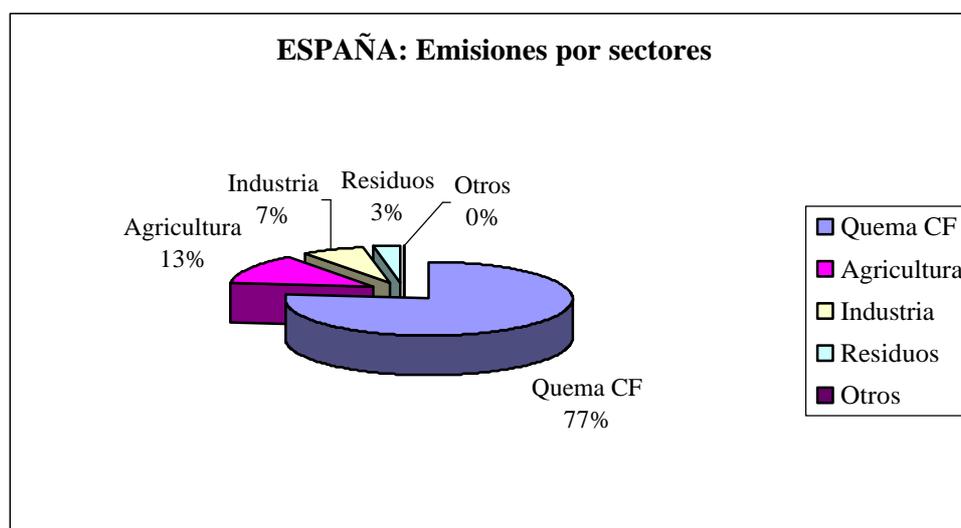
Para facilitar la comparación de los gases y sus efectos entre sí, el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de cada gas se establece, normalmente, en relación al del CO₂ que se adopta como referencia.

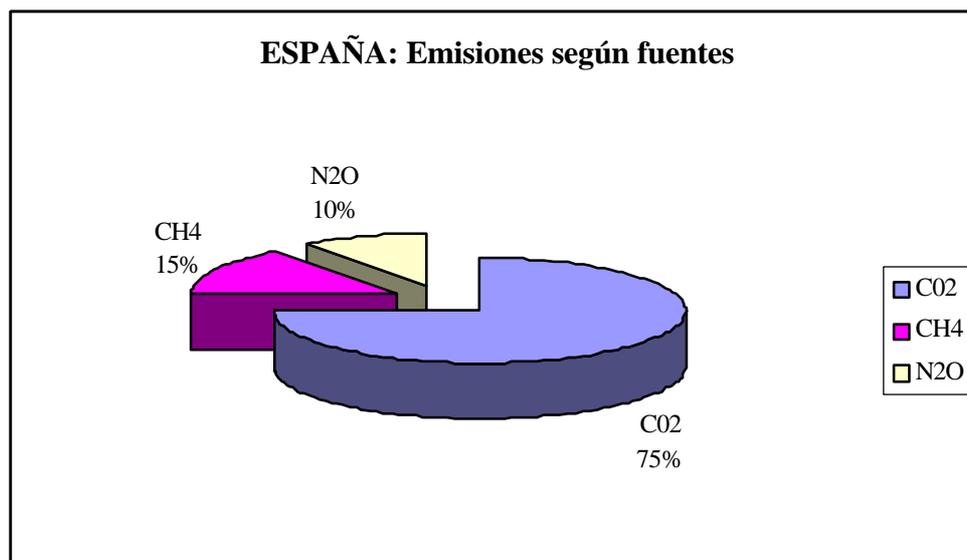
En la tabla siguiente figuran los potenciales de calentamiento de los gases incluidos en el Protocolo de Kioto (1997)

Gases	Fórmula	Tiempo de vida (años)	Potenciales de Calentamiento Global (horizontes temporales)		
			20 años	100 años	500 años
Dióxido de carbono	CO ₂	Variable (50-200)	1	1	1
Metano	CH ₄	12,2±3	56	21	6,5
Óxido nitroso	N ₂ O	120	280	310	170
Hidrofluorocarbonos: HFC-23	CHF ₃	264	9.100	11.700	9.800
Perfluorocarbonos: Perfluorometano	CF ₄	50.000	4.400	6.500	10.000
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	3.200	16.300	23.900	34.900

A escala mundial, las principales fuentes que dan origen a las emisiones son la industria y la producción de cemento (24%), la producción de energía y el transporte mediante la quema de combustibles fósiles –carbón, gas y petróleo- (49%), la agricultura (13%) y la deforestación y el cambio de uso de tierras (14%).

En España, los valores de referencia incluidos en el 2º informe preceptivo enviado a Naciones Unidas son los que se muestran en la figura siguiente.





6.9.2 Emisiones de gases efecto invernadero en la agricultura

El proceso de cambio climático debido a las concentraciones de GHGs puede desembocar en un calentamiento de la temperatura del globo, cambios en la frecuencia y distribución de las precipitaciones y variaciones en la ocurrencia de sequías y avenidas.

Todo ello supone un serio reto para la agricultura, aunque estudios recientes han demostrado que este sector tiene una capacidad potencial de adaptación mayor de la que se le suponía en un principio. Los mayores impactos podrán desembocar en cambios del área cultivada y del crecimiento de las plantas, en la productividad de los cultivos, en los tipos y variedades de cultivos y en las prácticas de gestión agrícola, así como en el uso del agua de riego.

Aunque la contribución de la agricultura en el total de las emisiones de GHGs es pequeña, la agricultura es una de las mayores fuentes de metano y óxido nitroso, aportando alrededor de un 40% del total de las emisiones de estos gases respectivamente.

Los GHGs se transportan y se transforman de varias maneras por la agricultura hacia el medioambiente. Las actividades principales que provocan la emisión de GHG incluyen: producción ganadera, uso de fertilizantes, utilización de combustibles fósiles, quema de biomasa y los arrozales. El uso de biomasa para la obtención de energía y la producción de biocombustible puede contribuir a la sustitución de los combustibles fósiles.

El almacenamiento de estiércol también produce metano y óxido nitroso, especialmente cuando es almacenado en grandes cantidades. Las cantidades emitidas por estos animales pueden ser variadas de acuerdo con las prácticas de alimentación, manejo del estiércol y las condiciones bajo las que es almacenado.

La quema de biomasa agrícola, como puede ser la quema de residuos de cultivos en los campos, es una fuente de metano y de óxido nitroso, aunque su contribución es limitada comparada con otras fuentes. La quema de praderas es también una fuente de estos gases, pero no es una práctica muy común en los países desarrollados. La emisión de CO₂ derivada de estas prácticas no se tiene en cuenta ya que se asume que esta cantidad se equilibrará con la que se consumirá al año siguiente por los nuevos cultivos

al crecer. La quema de biocombustibles de cultivos no leñosos tampoco se considera una fuente de emisión de CO₂.

La utilización de combustibles fósiles por parte de la agricultura para el uso de maquinaria agrícola es una de las principales fuentes agrícolas de emisión de dióxido de carbono. El metano, así como el óxido nitroso en cantidades menores, también son emitidos a la atmósfera cuando se queman combustibles fósiles, aunque la contribución de este tipo de uso es menor para estos gases que el suelo, el ganado o los arrozales.

Los cambios de usos del suelo pueden afectar al intercambio de carbono entre el suelo y la atmósfera. Si una tierra sin intervenciones se comienza a cultivar se pueden esperar unas elevadas pérdidas de carbono del suelo. Igualmente si se quema de forma intensa el carbono orgánico que poseía se perderá en su mayor parte. Por su parte una conversión de suelo agrícola a suelo forestal puede dar lugar a una alta absorción de carbono por el suelo.

La fertilización, bien sea orgánica o mineral, debe proporcionar un suministro equilibrado de nutrientes en las fases adecuadas del crecimiento vegetal de forma que, favoreciendo la producción, se minimicen las pérdidas de nutrientes al entorno. En el caso de los residuos orgánicos esto significa conocer su contribución a la cantidad de nutrientes disponibles para la planta, así como el destino de su nitrógeno orgánico en el sistema mineralización-inmovilización del suelo.

Dentro de una gestión del nitrógeno ambientalmente sensible, el manejo de los fertilizantes nitrogenados es un tema de gran importancia, ya que hay relaciones fundamentales entre el nitrógeno y el medio ambiente. Los principales efectos adversos de una mala gestión del nitrógeno son las pérdidas de nitrato (NO³⁻) lixiviado que puede pasar a aguas de suministro ocasionando problemas de salud, o a las aguas superficiales favoreciendo procesos de eutrofización. Otras pérdidas importantes son la volatilización de amoníaco (NH₃) y las emisiones de óxidos de nitrógeno (N₂O y No_x) a la atmósfera que influyen en el efecto invernadero, ya que el óxido nitroso (N₂O) tiene un poder de calentamiento global que está evaluado como 320 veces más elevado que el que manifiesta el dióxido de carbono (CO₂), en la formación de ácido nítrico (NO₃H) en la atmósfera, resultando en lluvia ácida y, en la fotooxidación del N₂O en la estratosfera que genera radicales de oxígeno libre que reaccionan con el N₂O para formar NO, el cual a su vez reacciona con el ozono destruyéndolo.

6.9.2.1 Emisiones de nitrógeno a la atmósfera

El ciclo del nitrógeno en el suelo está constituido por una serie de transformaciones químicas y biológicas. Los principales procesos de los componentes orgánicos incluyen aquellas que reflejan el ciclo entre formas orgánicas e inorgánicas (mineralización e inmovilización), pérdidas gaseosas (volatilización y desnitrificación), pérdidas asociadas al agua (lixiviación y escorrentía) y los procesos biológicos como la fijación simbiótica o la extracción por parte del cultivo.

Una gran parte de estas reacciones están controladas por microorganismos del suelo que cambian el estado de oxidación del nitrógeno entre N₂, N₂O, NH⁴⁺, NO²⁻ y NO³⁻, siendo fundamental conocer como esos procesos varían con el tipo de suelo y las condiciones medioambientales.

El nitrógeno disponible para la planta está determinado por la diferencia entre las entradas de nitrógeno, bien en forma de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, menos las

salidas del sistema, como son la inmovilización de nitrógeno por parte de la microflora o las pérdidas por lixiviación, volatilización, etc.

El proceso de mineralización del nitrógeno es realizado por microorganismos heterótrofos que utilizan nitrógeno orgánico como fuente de energía para su metabolismo convirtiéndolo en NH_4^+ . Este NH_4^+ puede ser nitrificado, esto es, convertido a nitrito (NO_2^-) y, posteriormente, a NO_3^- por la acción de microorganismos quimioautótrofos aerobios estrictos que obtienen su carbono del CO_2 y su energía de la oxidación del amonio.

La inmovilización del nitrógeno consiste en la asimilación de nitrógeno orgánico como NH_3 , NO_2^- , NO_3^- o NH_4^+ por los microorganismos del suelo y su posterior transformación en nitrógeno orgánico que formará parte de los constituyentes de la biomasa microbiana. El balance entre los dos procesos determina la cantidad de nitrógeno disponible en la solución del suelo para las plantas.

Las pérdidas a la atmósfera se producen por volatilización y por desnitrificación.

6.9.2.1.1 Volatilización

La volatilización de NH_3 a la atmósfera está asociada a la presencia de amoníaco libre y de elevados pH. La aplicación de residuos con contenidos elevados de amonio o de nitrógeno rápidamente descomponible en la superficie del suelo puede dar lugar a una pérdida importante del mismo por volatilización del amoníaco, particularmente en los suelos alcalinos en que aplicado en superficie puede llevar a la pérdida de hasta el 50% del aplicado en forma de NH_3 . La volatilización representa dos efectos negativos, la pérdida de nitrógeno disponible para la planta con sus consecuencias económicas y las emisiones a la atmósfera con sus consecuencias ecológicas, ya que las superficies de agua próximas puede ver incrementado su contenido de NH_3 .

En general el nitrógeno que se pierde por volatilización no proviene tanto del amonio soluble que se encuentra en los residuos orgánicos como del amonio obtenido de la descomposición del nitrógeno orgánico. Este fenómeno tiene lugar fundamentalmente en las primeras 12 horas tras la aplicación del residuo, estimándose que más de un 50% del amoníaco que se volatiliza lo hace en las primeras 24 horas, siendo la mejor forma para disminuir estas pérdidas su incorporación inmediata en el suelo. La volatilización puede reducirse desde un 56% hasta un 10% del nitrógeno amoniacal añadido si se realiza esta incorporación inmediata al suelo.

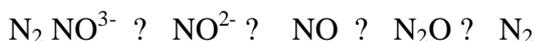
6.9.2.1.2 Desnitrificación

La desnitrificación es la reducción de NO_3^- hasta N_2 por bacterias quimioautótrofas, existiendo varios tipos de desnitrificación: la biológica, que la llevan a cabo microorganismos, y la no biológica (quimiodesnitrificación) y siendo la desnitrificación biológica la más importante.

En la desnitrificación biológica, las bacterias utilizan el NO_3^- como aceptor primario de electrones, obteniendo su energía a partir de compuestos orgánicos. El proceso que se da es el siguiente:



Con la siguiente secuencia de intermediarios:



Dependiendo de las condiciones, los productos intermedios pueden acumularse o a veces volatilizarse. La mayoría de las bacterias del suelo son capaces de desnitrificar, pero las bacterias desnitrificantes muestran una gran variedad de caminos de reducción incompleta. Así algunas bacterias producen sólo N₂, mientras que otras producen una mezcla de N₂O y N₂ y otras sólo producen N₂O.

Este proceso se ve afectado por la disponibilidad de carbono, temperatura, humedad y pH. La desnitrificación sucede a temperaturas entre 2 y 75°C, con el óptimo en 30°C, siendo el pH adecuado entre 6 y 8. La utilización de residuos orgánicos, en general, aumenta el potencial de desnitrificación proporcionado por la nitrificación del nitrógeno orgánico, ya que los residuos proporcionan carbono e incrementan la capacidad de retención de agua del suelo, la descomposición rápida de la materia orgánica disminuye el oxígeno creando las condiciones adecuadas para la desnitrificación. Como en el caso de la volatilización, la desnitrificación puede tener efectos ambientales adversos ya que el óxido nitroso, debido a su capacidad de absorción del infrarrojo es considerado un potente gas de efecto invernadero y puede difundirse hacia la estratosfera donde se fotodisocia a NO, destruyendo la capa de ozono.

En la tabla siguiente figuran las superficies cultivadas en secano y regadío por provincia y las emisiones de óxido en suelos agrícolas.

EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO (t) EN SUELOS AGRÍCOLAS Y SUPERFICIE (ha) SECANO Y REGADÍO POR PROVINCIAS

Provincias y CCAA	Total tierras de cultivo		N ₂ O (t)
	Secano (ha)	Regadío (ha)	
A Coruña	190.003	9.883	514
Lugo	166.276	4.576	637
Ourense	63.588	14.475	195
Pontevedra	65.193	21.570	252
GALICIA	485.060	50.504	1.597
P. DE ASTURIAS	28.959	689	381
CANTABRIA	16.103	781	279
Alava	72.511	7.936	209
Guipuzcoa	2.856	133	75
Vizcaya	7.903	442	62
PAIS VASCO	83.270	8.511	346
NAVARRA	267.883	80.809	1.032
LA RIOJA	115.853	43.596	363
Huesca	336.657	195.852	1.253
Teruel	397.320	32.865	388
Zaragoza	630.682	181.962	1.387
ARAGON	1.364.659	410.679	3.028
Barcelona	150.178	14.481	490
Girona	83.088	30.183	352
Lleida	263.266	139.466	1.248
Tarragona	206.574	66.396	447
CATALUÑA	703.106	250.526	2.536
BALEARES	177.303	21.199	172
Avila	167.177	17.491	340
Burgos	603.389	26.968	1.164
León	232.037	118.440	892
Palencia	422.204	63.198	830

Salamanca	337.461	36.766	561
Segovia	281.441	20.426	468
Soria	334.200	15.417	553
Valladolid	531.231	80.744	1.127
Zamora	392.360	57.308	659
CASTILLA Y LEON	3.301.500	436.758	6.593
MADRID	229.837	26.801	336
Albacete	664.710	135.549	817
Ciudad Real	926.381	172.919	1.048
Cuenca	831.075	32.332	811
Guadalajara	413.034	19.647	465
Toledo	922.832	94.186	1.021
CASTILLA-LA MANCHA	3.758.032	454.633	4.161
Alicante	150.984	135.607	485
Castellón	128.338	59.333	452
Valencia	190.816	165.055	1.234
C. VALENCIANA	470.138	359.995	2.171
R. DE MURCIA	417.267	188.481	906
Badajoz	730.526	143.756	1.043
Cáceres	222.083	95.708	460
EXTREMADURA	952.609	239.464	1.503
Almería	128.358	61.790	369
Cádiz	273.300	58.073	593
Córdoba	641.326	95.021	1.134
Granada	493.291	110.245	607
Huelva	224.617	37.045	315
Jaén	580.167	134.291	1.006
Málaga	292.257	53.741	484
Sevilla	652.140	276.060	1.553
ANDALUCIA	3.285.456	826.266	6.059
Palmas (Las)	37.412	10.030	51
S. C. Tenerife	23.011	17.096	90
CANARIAS	60.423	27.126	141
ESPAÑA	15.717.458	3.426.818	31.605

6.9.2.2 Emisiones de metano

Los arrozales son una fuente de metano producido en los suelos inundados donde se cultiva el arroz, durante la descomposición anaerobia de la materia orgánica. La cantidad de metano producida depende de las prácticas de manejo del agua durante la estación de crecimiento, las características del suelo como pueden ser la temperatura y el tipo, la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y otras prácticas de cultivo.

Según estudios realizados las emisiones de metano a la atmósfera derivadas del cultivo del arroz ascienden a 11.226,3 t.

En la tabla siguiente figura por provincias la superficie cultivada de arroz y las emisiones de metano producidas por este cultivo.

EMISIONES DE METANO EN EL CULTIVO DEL ARROZ

Provincias y CCAA	Arroz (ha)	CH ₄ (t)
A Coruña		
Lugo		
Ourense		
Pontevedra		
GALICIA	0	0,0

P. DE ASTURIAS	0	0,0
CANTABRIA	0	0,0
Alava		
Guipuzcoa		
Vizcaya		
PAIS VASCO	0	0,0
NAVARRA	1.684	168,4
LA RIOJA	99	9,9
Huesca	5.127	512,7
Teruel		
Zaragoza	4.620	462,0
ARAGON	9.747	974,7
Barcelona		
Girona	650	65,0
Lleida	140	14,0
Tarragona	20.370	2.037,0
CATALUÑA	21.160	2.116,0
BALEARES	15	1,5
Avila		
Burgos		
León		
Palencia		
Salamanca		
Segovia		
Soria		
Valladolid		
Zamora		
CASTILLA Y LEON	0	0,0
MADRID	0	0,0
Albacete	220	22,0
Ciudad Real		
Cuenca		
Guadalajara		
Toledo		
CASTILLA-LA MANCHA	220	22,0
Alicante	250	25,0
Castellón	240	24,0
Valencia	16.000	1.600
C. VALENCIANA	16.490	1.649,0
R. DE MURCIA	525	52,5
Badajoz	19.630	1.963,0
Cáceres	3.940	394,0
EXTREMADURA	23.570	2.357,0
Almería		
Cádiz	2.753	275,3
Córdoba		
Granada		
Huelva		
Jaén		
Málaga		
Sevilla	36.000	3.600,0
ANDALUCIA	38.753	3.875,3
Palmas (Las)		
S. C. Tenerife		
CANARIAS	0	0,0
ESPAÑA	112.263	11.226,3

6.9.2.3 Emisiones de CO₂

La utilización de combustibles fósiles por parte de la agricultura para el uso de maquinaria agrícola es una de las principales fuentes agrícolas de emisión de dióxido de carbono. La parte que corresponde a la agricultura en el total de las emisiones de dióxido de carbono, proveniente fundamentalmente de la combustión de combustibles fósiles es menor del 0,5%.

Las emisiones de CO₂ que corresponden a cambios de usos del suelo o al uso de suelo que ya existe, que pueden ser importantes en determinados países, no se incluyen, debido a la escasa disponibilidad de datos.

La quema de biomasa agrícola, como puede ser la quema de residuos de cultivos en los campos, es una fuente de metano y de óxido nítrico, aunque su contribución es limitada comparada con otras fuentes. La quema de praderas es también una fuente de estos gases, pero no es una práctica muy común en los países desarrollados. La emisión de CO₂ derivada de estas prácticas no se tiene en cuenta ya que se asume que esta cantidad se equilibrará con la que se consumirá al año siguiente por los nuevos cultivos al crecer. La quema de biocombustibles de cultivos no leñosos tampoco se considera una fuente de emisión de CO₂.

La fijación fotosintética por parte de los cultivos agrícolas toma dióxido de carbono de la atmósfera. Esta cantidad, sin embargo, se considera despreciable sobre la cantidad total de CO₂ que se toma de la atmósfera debido a que el carbono que contienen los alimentos se devuelve de forma casi inmediata a la atmósfera a través de la respiración de los seres humanos y de los animales. El aumento de biomasa tanto de cultivos como de pastos sí se puede llegar a considerar como un sumidero de CO₂.

En la tabla siguiente figura el consumo de energía derivado de la actividad agraria en regadío por Comunidad Autónoma y tipo de actividad.

CONSUMO DE ENERGÍA EN REGADÍOS, AGRICULTURA Y PESCA POR CCAA

Comunidad Autónoma	Regadíos				Agricultura y Pesca		
	Bombeos		Labores	Total	Consumo	Consumo	Consumo
	Eléctricos	Gasoleo	Gasoleo	Gasoleo	Energía	Gasoleo	Energía
	MWh	t	t	t	Ktep	t	Ktep
Andalucía	530.863	48.047	108.505	156.552	270	467.191	581
Aragón	103.254	7.058	55.568	62.626	85	177.389	199
Asturias	0	104	377	481	0	52.492	52
Baleares	21.961	1.901	2.360	4.281	9	36.800	41
Canarias	139.294	9.419	4.061	13.480	43	49.210	79
Cantabria	39	99	356	455	0	36.842	37
Cast.-La Mancha	595.817	22.044	49.047	71.091	198	301.970	429
Cast. y León	190.330	27.627	67.866	95.493	136	436.927	476
Cataluña	46.221	14.334	36.663	50.998	61	286.221	296
Extremadura	58.686	13.813	29.309	43.122	56	95.567	108
Galicia	525	3.260	11.793	15.054	15	413.306	413
Madrid	10.111	1.710	3.804	5.514	8	81.953	84
Murcia	543.662	15.226	27.238	42.484	159	85.507	202
Navarra	26.281	1.450	11.416	12.866	18	44.053	50
País Vasco	2.963	519	1.878	2.398	3	137.211	138
Rioja	7.353	864	6.803	7.667	9	32.557	34

Valenciana	589.868	14.903	48.556	63.459	190	214.691	341
Total	2.867.228	182.399	465.601	648.000	1.261	2.949.884	3.563

Fte.: Plan Nacional de Regadío, H-2008.

En el cuadro siguiente se desglosa la demanda de energía primaria en la agricultura por actividades, incluyendo el regadío.

DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA EN LA AGRICULTURA EN 1995

	Gasoleo Agrícola Ktep	Energía eléctrica para riego (Ktep)	Total Energía Ktep	% sobre España
Secano	1.349	0	1.349	1,33
Bombes Regadío	224	613	837	0,83
Labores Regadío	424		424	0,41
Pesca	853	0	853	0,83
Otros	100	0	100	0,10
Total	2.950	613	3.563	3,5

Según esta información el gasóleo representa algo más del 25% del total de la energía primaria consumida en bombes de regadío.

Las emisiones de gases efecto invernadero procedentes del consumo de gasóleo en regadío figura en la siguiente tabla.

Regadío Emisiones de gases invernadero (Tm)

	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVMN	Energía
Andalucía	508.794	14,87	13,37	8.766,91	281,79	282,58	6.543,87
Aragón	203.535	5,95	5,35	3.507,06	112,73	113,04	2.617,77
Asturias	1.563	0,05	0,04	26,94	0,87	0,87	20,11
Baleares	13.913	0,41	0,37	239,74	7,71	7,73	178,95
Canarias	43.810	1,28	1,15	754,88	24,26	24,33	563,46
Cantabria	1.479	0,04	0,04	25,48	0,82	0,82	19,02
Cast.-La Mancha	231.046	6,75	6,07	3.981,10	127,96	128,32	2.971,60
Cast. y León	310.352	9,07	8,16	5.347,61	171,89	172,36	3.991,61
Cataluña	165.744	4,84	4,36	2.855,89	91,80	92,05	2.131,72
Extremadura	140.147	4,10	3,68	2.414,83	77,62	77,84	1.802,50
Galicia	48.926	1,43	1,29	843,02	27,10	27,17	629,26
Madrid	17.921	0,52	0,47	308,78	9,93	9,95	230,49
Murcia	138.073	4,04	3,63	2.379,10	76,47	76,68	1.775,83
Navarra	41.815	1,22	1,10	720,50	23,16	23,22	537,80
País Vasco	7.794	0,23	0,20	134,29	4,32	4,33	100,24

Rioja	24.918	0,73	0,65	429,35	13,80	13,84	320,48
Valenciana	206.242	6,03	5,42	3.553,70	114,23	114,54	2.652,59
Total	2.106.000	61,56	55,34	36.288,00	1.166,40	1.169,64	27.086,40

Fuente: Segunda Comunicación Nacional de España sobre Cambio Climático

6.9.3 Impacto del cambio climático en la agricultura

Las anomalías climáticas dan como resultado anomalías de la producción agraria. Los efectos concretos de variaciones climáticas en los sistemas agrícolas regionales dependen tanto de interacciones simples (clima-cultivo) como de interacciones más complejas (políticas, sociales, económicas y medioambientales) que determinan la capacidad de respuesta del sistema.

El cambio climático proyectado para las próximas décadas podría tener como consecuencia una disminución del rendimiento agrario y de la disponibilidad de agua para el riego en algunas regiones.

Algunas adaptaciones del manejo de cultivos a las condiciones de cambio climático podrían compensar parcialmente los efectos negativos, pero la actual vulnerabilidad a la sequía y la gran variabilidad climática de las regiones Mediterráneas limitan algunas opciones.

Así diversos estudios realizados sugieren que puede haber un desplazamiento hacia el norte de las zonas con mayores ventajas para los cultivos. Desde el punto de vista agrícola y de disponibilidad de agua, España puede ser uno de los países de la Unión Europea más negativamente afectados.

6.9.3.1 Situación actual

El clima regional y las características socio-económicas definen dos grandes regiones agrarias en la Unión Europea que caracterizan los sistemas de producción del norte, centro y sur de Europa. En la región Norte, a pesar de las disponibilidades de agua, el corto período libre de heladas limita las posibilidades de cultivo, quedando restringidas a cultivos de primavera. En la región Centro, las limitaciones de agua no son significativas y por tanto los cultivos de secano son altamente productivos. En contraste, la región Sur se caracteriza por temperaturas más altas, con posibilidades de cultivar casi en cualquier época del año.

Sin embargo, la producción agrícola en los países de la región Sur se ve a menudo afectada por importantes fluctuaciones en temperatura y precipitación que implican un aumento del estrés para los cultivos. La baja precipitación, especialmente en los meses de verano, y la alta variabilidad de ésta (época y cantidad), implican una baja y variable productividad de los sistemas de secano (donde la relación entre disponibilidad de agua-precipitación- y productividad es directa), y una fluctuación del agua disponible para el riego de los cultivos de alto valor económico. En esta región los sistemas de regadío tienen altos insumos implicando grandes costes de producción que se ven parcialmente compensados por los altos rendimientos obtenidos.

En la tabla siguiente se resumen las características generales de las grandes zonas agrarias de Europa, evaluando los recursos disponibles y las posibilidades de cultivo.

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS AGRARIAS DE EUROPA

ZONA	TIPO DE CULTIVO	CONDICIONES CLIMÁTICAS	OBSERVACIONES
Norte	Cereales de primavera y forrajes	Período libre de heladas muy corto	Problemas de drenaje
Centro	Cultivos herbáceos continentales y frutales	Pocas limitaciones de agua	Suelos fértiles apoyados con alto consumo de inputs
	Hortícolas	Limitaciones de temperatura y radiación solar	Apoyo de calefacción para ampliar calendarios y diversidad de cultivos
	Viñedo	Limitaciones de temperatura y radiación solar	Bajo grado alcohólico para vinificación
Sur	Cultivos herbáceos continentales	Precipitaciones insuficientes e irregulares pero temperatura y radiación solar adecuadas	Suelos con bajo contenido en nutrientes; necesidades de riego para obtener altos rendimientos
	Hortícolas		Al aire libre o protegidos; necesidad de riego
	Cítricos, frutales, viñedo y olivo		Condiciones favorables

En el contexto de la agricultura, los impactos del cambio climático pueden afectar a los rendimientos de los cultivos, los beneficios de las explotaciones agrarias y la disponibilidad de los recursos hídricos. Pero estos impactos dependen no solo de la respuesta directa de los cultivos a las condiciones climáticas, sino de las respuestas sociales y económicas y de las interacciones con otros sectores.

Durante los últimos años se han realizado diversos estudios para determinar los efectos potenciales del cambio climático en la producción de cultivos a nivel regional (recopilados en el IPCC, 1995), sin embargo se han realizado un análisis profundo de las adaptaciones del sector a distintas condiciones climáticas.

6.9.3.2 Efectos directos del CO₂ atmosférico en los cultivos

Las proyecciones de cambio climático están basadas en el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Uno de los principales gases, el CO₂, tiene un efecto directo sobre la fisiología vegetal.

La mayoría de las plantas que crecen en condiciones de CO₂ elevado muestran un incremento en su tasa de fotosíntesis neta, lo que se traduce en un incremento en la biomasa final. Las concentraciones elevadas de CO₂ también reducen la apertura de los estomas en la mayoría de los cultivos. Con esta combinación de efectos, el CO₂ reduce la transpiración por unidad de área foliar al mismo tiempo que incrementa la fotosíntesis, lo que da como resultado un incremento en la eficiencia de uso del agua por el cultivo (relación entre la biomasa o rendimiento y la cantidad de agua evapotranspirada). Sin embargo, los posibles efectos del CO₂ en otros procesos que puedan afectar la calidad del cultivo y su desarrollo han sido menos estudiados.

6.9.3.3 Posibles efectos del cambio climático sobre la producción

La evaluación de las posibles consecuencias del cambio climático se basa en simulaciones que integran modelos de clima con modelos de rendimiento de cultivos y, en algunos casos, modelos socioeconómicos.

Estudios recientes recopilados por el IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático), ponen de manifiesto grandes diferencias regionales en los efectos del cambio climático. El efecto de un cambio climático en los cultivos de una región en particular, puede resultar positivo o negativo, dependiendo de las características del clima y de los cultivos actuales y de los cambios potenciales. En general, en áreas de latitud alta, un incremento de temperaturas favorece la producción, puesto que en el clima actual los cultivos están limitados por las bajas temperaturas de primavera y el corto período de cultivo libre de heladas. Pero en la mayoría de las regiones un incremento en las temperaturas actuales ejerce una presión negativa en el rendimiento del cultivo precipitando su desarrollo.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los resultados de estudios recientes realizados en la UE (IPCC)

Área geográfica	Cultivos analizados	Posibles efectos en el caso de un cambio climático
Europa	Maíz, viñedo, trigo, hortícolas	Zonas de cultivo con más ventajas desplazadas hacia el norte
Norte de Europa	Maíz, trigo y hortícolas	Aumento del rendimiento
Reino Unido	Cultivos de grano	Rendimiento se mantiene o aumenta; mayores daños por plagas y enfermedades
	Hortícolas	Aumento del rendimiento; menores gastos de calefacción; aumento del riesgo de fallos en los trasplantes de verano
Francia	Trigo y maíz	Rendimiento se mantiene en general; área potencial del cultivo se desplaza al norte
España	Maíz	Disminución del rendimiento y de la eficiencia del uso del agua de riego
	Trigo	Zonas con mayores ventajas desplazadas hacia el norte
Italia		
Grecia		Disminución de la biomasa potencial

Los impactos regionales dependen del tipo de clima y del cultivo. En general hay un gran contraste entre los beneficios potenciales en las regiones del Norte de Europa y las desventajas en las regiones del Sur de Europa. Las principales conclusiones son:

Incrementos en la temperatura alargarían la estación de crecimiento de los cultivos en regiones donde el potencial del cultivo está hoy en día limitado por el frío, y por tanto el cambio climático podría verse, en general, como ventajoso para los cultivos.

En las principales regiones de producción agraria actual, las altas temperaturas inducirían una maduración más temprana de los cultivos con consiguientes reducciones

del rendimiento; estas reducciones no siempre se podrían ver compensadas por cambios en el manejo de los cultivos.

En el Sur de Europa, todos los estudios generales parecen estar de acuerdo con una disminución del rendimiento de los cultivos. La productividad potencial depende en gran medida de la disponibilidad de agua para el cultivo y de la distribución regional de las precipitaciones.

En España, el cambio climático podría tener como consecuencia una disminución en el rendimiento de cultivos en algunas regiones y un aumento de sus necesidades de agua a mediados de este siglo. Esto implicaría un desplazamiento hacia el norte de las zonas con mayores ventajas para el cultivo. Desde el punto de vista agrícola y de la disponibilidad del agua, España puede ser uno de los países de la Unión Europea más negativamente afectado.

6.9.3.4 Competencia por el agua

En muchas regiones las simulaciones de respuesta de los cultivos al cambio climático implica la necesidad de aumentar considerablemente los aportes de agua para el regadío. Esta estrategia presenta problemas debido a que la disponibilidad de agua a bajo costes cuestionable en muchas regiones debido a problemas de sobreexplotación y de competencia entre los distintos usuarios.

En España, las tierras en régimen de regadío suponen el 16% de la superficie agraria útil y algo más del 50% de la producción agrícola total. Sin embargo la agricultura consume el 80% del agua (24.200 hm³/año), lo que supone cerca del 90% del gasto consuntivo de agua.

La disponibilidad de agua para riego y la competencia con otros usos (urbanos e industriales) es difícil de prever, pero los últimos años se han ido incrementando y por tanto añaden otro factor de incertidumbre a la disponibilidad de agua para la agricultura en el futuro.

En España, las características climáticas y los desequilibrios hídricos, son factores fundamentales que se tienen en cuenta en las planificaciones hidráulica y de regadíos. En algunos países, en estas planificaciones, se empiezan a considerar no sólo las condiciones climáticas actuales sino también las proyecciones de clima futuro.

6.9.3.5 Uso de energía renovable

Dentro de las formas de producción de energía renovables (solar, hidráulica, residuos, sólidos urbanos, etc..) la biomasa, es decir, la utilización como recurso de materia orgánica cuyo origen de formación sea inmediato, ha sido siempre la más importante cuantitativamente. El origen de la biomasa puede ser natural; de residuos producidos por el hombre en la industria, la agricultura o las ciudades; excedentes de cosechas agrícolas; y por último, de los cultivos implantados específicamente para este fin.

Las modalidades más frecuentes de producción de energía basándose en biomasa procedente de cultivos son:

- Biocombustibles sólidos
- Agroelectricidad

- Bioetanol
- Bioaceites carburantes

En todas estas modalidades, junto a los cultivos es necesario desarrollar la correspondiente industria de transformación de la biomasa producida, por lo que podemos hablar de una auténtica agroindustria. En España se han ensayado durante los últimos años varias de estas modalidades de cultivos energéticos

6.10 GESTIÓN AMBIENTAL

El Programa Agroambiental Español nace como consecuencia de la aprobación por el Consejo de la C.E.E. del Reglamento 2078/1992, de 30 de junio, “sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural”. Con este reglamento se pone de manifiesto que las exigencias en materia de medio ambiente son una componente más de la Política Agrícola Común (en adelante PAC).

El objetivo fundamental del programa queda definido en el propio título del Reglamento, es decir, fomentar una serie de “métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural”, mediante la concesión de ayudas monetarias encaminadas a primar determinadas actuaciones.

Debido a la diversidad de situaciones medioambientales a las que deben adaptarse las medidas, queda determinado en dicho Reglamento que cada Estado miembro desarrolle sus propias disposiciones (Programas Agroambientales), siendo conveniente que se elaboren utilizando la estructura de cooperación existente entre los Estados miembros y la Comisión.

El Reglamento 2078/1992 supone el principal punto de partida para la elaboración de dichos programas por los Estados Miembros, ya que define la estructura que deben seguir. Establece dos posibilidades diferentes en lo que se refiere a las líneas de ayudas. Por un lado, propone que se establezcan unos regímenes de ayudas que reflejen la diversidad de las situaciones medioambientales, cubriendo cada uno una zona homogénea desde el punto de vista del medio ambiente y el espacio natural. Estos programas, dirigidos a zonas concretas, deberán tener una vigencia mínima de cinco años.

Por otro lado, permite la posibilidad de que los Estados miembros establezcan un marco reglamentario general que disponga la aplicación horizontal, en la totalidad de su territorio, de una o varias de las líneas de ayudas. Dicho marco, para el que no se establecen periodos de duración, deberá ser completado mediante los programas de zona mencionados anteriormente.

Una vez sentadas las bases, la Comisión convoca a todos los Estados miembros a presentar sus proyectos de programas agroambientales para examinarlos, y en caso de que sean satisfactorios, proceder a su aprobación. Es por tanto a partir de la publicación del citado Reglamento, cuando comienza la tarea por parte de cada Estado de adaptar los objetivos medioambientales propuestos, a las condiciones particulares de su territorio.

Los objetivos prioritarios del Programa Agroambiental Español son los siguientes:

- Disminuir los efectos contaminantes de las prácticas agrarias tradicionales y promocionar la agricultura ecológica.
- Mantener y conservar los sistemas agrarios tradicionales extensivos y proceder a la extensificación en aquellas zonas que han intensificado la producción.
- Conservar el medio natural y los valores del paisaje en aquellas zonas protegidas desde el punto de vista medioambiental, recurriendo a la promoción de prácticas agrarias conservadoras del medio, de la flora y de la fauna.
- Mantenimiento de las tierras abandonadas, con el fin de paliar los efectos de los agentes que contribuyen a la degradación del medio natural y en especial a la prevención de incendios forestales y lucha contra la erosión.
- Fomento de la retirada de la producción de tierras de labor a largo plazo con fines relacionados con el Medio Ambiente.
- Fomentar la gestión de las tierras con vista al acceso público y al esparcimiento.
- Sensibilizar a la población rural y en especial a los agricultores sobre prácticas agrarias compatibles con el medio ambiente a través de cursos de formación y acciones de demostración.

6.10.1 Medidas que componen el Programa Agroambiental Español.

La aplicación del Reglamento 2078 al Estado Español, fue desarrollada mediante una colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y las Comunidades Autónomas, dando como resultado el llamado “Programa Español de Prácticas Agrarias Compatibles con el Medio Ambiente y la Conservación del Espacio Natural”. Dicho programa consta de dos partes claramente diferenciadas. En la primera parte se desarrollan las denominadas medidas horizontales, aplicables en todo el territorio nacional, mientras que en la segunda parte se establecen una serie de medidas verticales a aplicar en las zonas seleccionadas de cada Comunidad Autónoma. El Programa fue aprobado por la Comisión según Decisión de 19 de enero de 1995.

El Gobierno Vasco desarrolló su propio Programa Agroambiental, que contiene medidas y normas de aplicación diferentes.

Las medidas horizontales surgen en aplicación del apartado 4 del artículo 3 del Reglamento (CE) 2078/1992. Se trata de cuatro medidas aplicables a todo el territorio nacional, que fueron desarrolladas en España mediante el Real Decreto 51/1995, por el que se establece un régimen de medidas horizontales para fomentar métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección y la conservación del espacio natural.

Las cuatro medidas horizontales son:

- Medida H1: “Fomento de la agricultura extensiva”.
- Medida H2: “Fomento de la formación agroambiental”.
- Medida H3: “Fomento de razas en peligro de extinción”.
- Medida H4: “Fomento de la agricultura ecológica o biológica”.

Las medidas verticales, desarrolladas para componer los programas plurianuales de zona definidos en los apartados 1, 2 y 3 del artículo 3 del Reglamento (CE) 2078/1992, quedan incluidas en la segunda parte del Programa Agroambiental Español.

Estas medidas están dirigidas a la actuación sobre cuatro tipos de zonas específicas:

- zonas de influencia de los Parques Nacionales y de otras zonas sensibles de especial protección.
- humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Convenio Ramsar).
- zonas de especial protección para las aves (ZEPAs) .
- zonas homogéneas desde un punto de vista agrícola y ambiental, seleccionadas por las Comunidades Autónomas debido a su alto valor natural o por problemas de conservación de los recursos naturales originados por prácticas agrícolas intensivas.

Mediante el Real Decreto 632/1995, de 21 de abril, se establece el régimen de ayudas verticales a aplicar en las zonas de influencia de los Parques Nacionales y otras zonas sensibles de especial protección.

En cuanto a las ayudas destinadas a las zonas Ramsar y zonas de especial protección para las aves (ZEPAs), quedan desarrolladas a través del Real Decreto 928/1995, de 9 de junio, por el que se establece un régimen de fomento del uso, en determinados humedales, de métodos de producción agraria compatibles con la protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural y de las aves silvestres.

Existen un total de 13 medidas verticales o de zona:

- Medida a: “Control integrado de tratamientos fitopatológicos”.
- Medida b: “Transformación de cultivos herbáceos en pastos”.
- Medida c: ”Reducción de la cabaña bovina y ovina por unidad de superficie forrajera”.
- Medida d1: “Protección de flora y fauna en sistemas de cultivos extensivos (Aves esteparias y humedales del interior)”.
- Medida d2: “Protección de flora y fauna en humedales”.
- Medida d3: “Conservación del paisaje y prevención de incendios en sistemas extensivos de pastoreo”.
- Medida d4: “Lucha contra la erosión”.
- Medida d5: “Acciones medioambientales en las Islas Canarias”.
- Medida d6: “Ahorro de agua de riego en zonas de humedal”.
- Medida e: “Mantenimiento de tierras abandonadas”.
- Medida f: “Retirada de la producción de tierras de cultivo durante al menos veinte años”.

- Medida g: “Gestión de tierras para el acceso público y el esparcimiento”.
- Medida h: “Proyectos de demostración”.

6.10.2 Pagos efectuados en período 1993-1998

Los pagos efectuados en el período 1993-1998 para las distintas medidas horizontales y verticales del Programa Agroambiental Español ascienden a 50.588 millones de ptas. En la tabla siguiente figuran los pagos efectuados en este período por medida y Comunidad Autónoma.

La medida d6 “Ahorro de agua de riego en zonas de humedal” es la única directamente vinculada con el regadío. Esta medida sólo se ha aplicado en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

Para el resto de medidas del Programa Agroambiental Español no es posible disgregar su asignación a la actividad agraria en regadío.

PAGOS EFECTUADOS EN EL PERIODO 1993/1998 (MILLONES DE PESETAS) POR MEDIDA Y COMUNIDAD AUTÓNOMA

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	H1	H2	H3	H4	a	b	c	d1	d2	d3	d4	d5	d6	e	f	g	h	TOTAL
ANDALUCÍA	257,6	1.032,0	129,7	960,5		0,0	0,0	0,0	323,9	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	2.703,7
ARAGÓN	2.016,1	17,2	118,1	64,3		0,0	0,0	30,2	7,0	0,0				0,0	0,0	84,5		2.337,4
ASTURIAS	0,0	29,6	94,3	0,9			0,0	0,0	0,0	2.953,3				463,2	0,0	0,0		3.541,4
BALEARES	0,0	0,0	4,7	36,1		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	0,0		40,9
CANARIAS	0,0	1,0	40,5	49,6			0,0	0,0	0,0			1.059,6		0,0	0,0	0,0		1.150,7
CANTABRIA	0,0	10,7	82,1	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	110,4				0,0	0,0	0,0		203,2
C. y LEÓN	824,6	273,3	243,2	223,6		183,2	0,0	4.299,1	0,0	3.357,2				410,8	89,3	0,0		9.904,2
C-LA MANCHA	1.342,3	25,4	0,0	63,1		0,0	0,0	450,4	0,0	287,7			20.370,0	0,0	33,9	0,5		22.573,3
CATALUÑA	0,0	0,0	0,0	55,8	0,0	0,0	0,0	0,0	629,0	0,0	1.100,6			0,0	16,2	0,0		1.801,5
C. VALENCIANA	27,5	28,8	31,5	136,7		0,0	0,0	0,0	1.831,0	4,9	47,4			0,0	64,5	0,0		2.172,4
EXTREMADURA	32,2	143,5	25,7	1.675,4		0,0	20,1	213,0	0,0	51,1				11,6	9,4	6,9		2.188,8
GALICIA	0,0	0,0	20,2	0,0	41,3	0,0	0,0	0,0	0,0	74,0	32,9			0,0	0,0	0,0		168,5
LA RIOJA	17,4	11,6	47,8	7,7			0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	0,0	0,0	84,5
MADRID	132,1	13,2	17,8	25,2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0		188,2
MURCIA	511,4	135,8	0,0	413,2	204,7	0,0	0,0	32,5	0,0					76,4	118,3	0,0	0,3	1.492,5
NAVARRA	0,0	20,4	7,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0		36,9
TOTAL	5.161,2	1.742,5	862,9	3.721,3	246,0	183,2	20,1	5.025,2	2.791,0	6.838,6	1.180,9	1.059,6	20.370,0	962,0	331,6	91,9	0,3	50.588,2

FUENTE: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Comunidades Autónomas.

Observaciones: A) Las celdas con datos en blanco corresponden a Comunidades Autónomas que no cuentan con ningún ámbito de aplicación para la medida correspondiente, mientras que las celdas que aparecen con ceros, corresponden a Comunidades Autónomas que cuentan con un posible ámbito de aplicación, pero no se ha producido ejecución de la medida durante el periodo 1993/1998. B) El dato correspondiente a la medida d1 en Castilla-La Mancha incluye datos de pagos producidos durante el año 1997 correspondientes a las medidas d3, e y f, en dicha Comunidad Autónoma.

6.11 POBLACIÓN Y REGADÍO

En los estudios de los problemas del desarrollo económico las condiciones demográficas de los territorios afectados por procesos de crecimiento se consideran como un factor crítico para el éxito de los programas o medidas que se puedan concebir, tanto si se habla de estrategias de desarrollo insertas en un plan como de iniciativas de carácter más espontáneo, más endógeno. En uno y otro caso la pervivencia de las inversiones depende muy esencialmente de los recursos humanos comprometidos en el proyecto.

La puesta en regadío implica una de las medidas de desarrollo rural de más fuerte impacto territorial, afectando de modo evidente a las poblaciones concernidas, modificando las expectativas poblacionales a un plazo inmediato y abriendo otras expectativas con repercusiones de largo plazo.

Una categoría a la vez demográfica y económica la constituye la fracción de la población total que puede asumir la actividad, es decir que protagoniza el ejercicio efectivo de la vida económica. La evolución de la población activa, así como su estructura y distribución en el territorio dan la medida del potencial productivo, de la capacidad de empleo que efectivamente puede ser movilizado por una acción de desarrollo semejante a la puesta en riego de una zona o comarca.

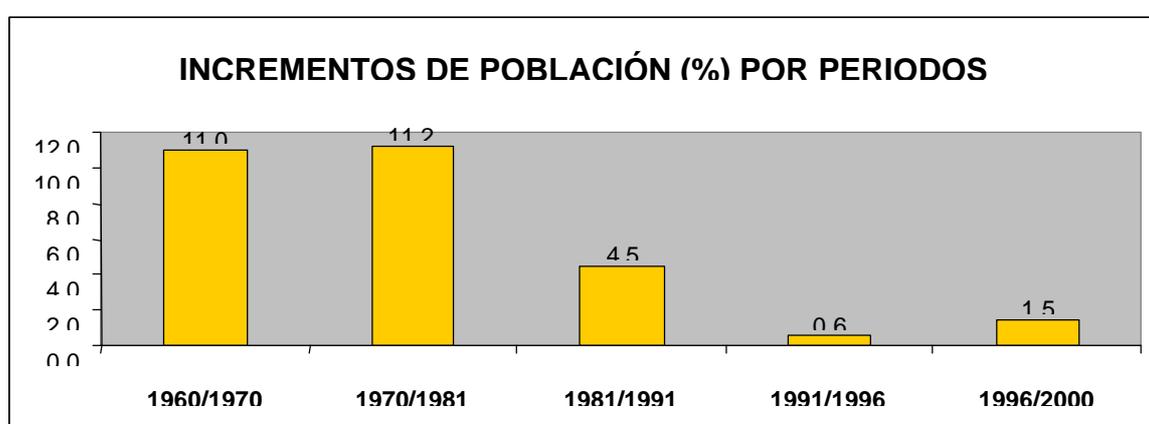
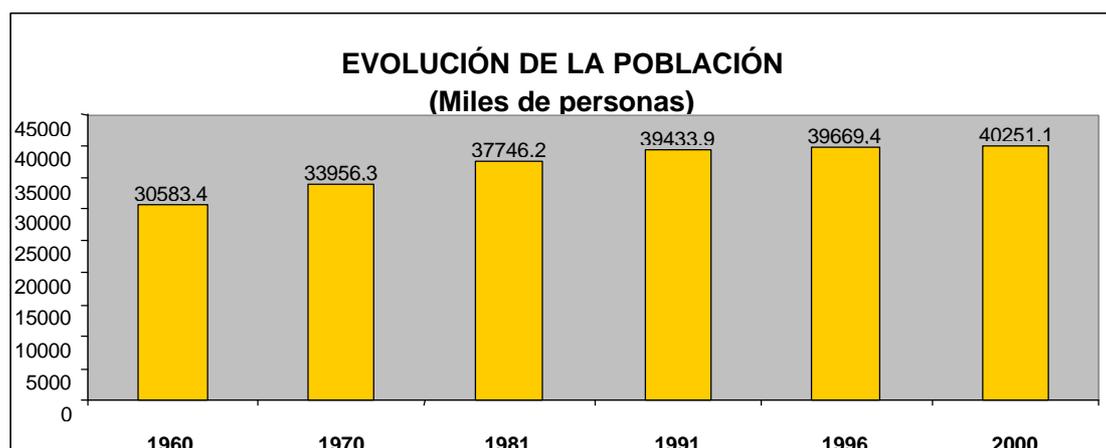
Potencial demográfico y potencial laboral perfilan el marco de los programas de desarrollo que consideren la resonancia territorial de sus programas de actuación.

6.11.1 Evolución de la población española

La población española ha evolucionado de forma diferente a los países de nuestro entorno, en un contexto de mayores tasas de crecimiento para España. Sin embargo, en los últimos años se ha modificado dicho crecimiento, suponiendo un cambio de tendencia, siendo actualmente la tasa de crecimiento de la población española equiparable a la de la U.E. e incluso levemente inferior si se excluye la inmigración.

La población española ha pasado de 30.583.466 habitantes en 1960 a 40.251.100 habitantes en 2000. Sin embargo la población ha evolucionado hacia una disminución de las tasas de crecimiento que han pasado del 1,01% anual entre 1960 y 1981 al 0,44 % anual entre 1981 y 1991 continuando su evolución negativa entre 1991 y 1996 en que se alcanza el 1,5 %.

En el último periodo analizado se ha producido cierta recuperación de esta tendencia regresiva, causada principalmente por el crecimiento de la inmigración, que sin embargo no impide que las estimaciones de tasas de crecimientos sean negativas a partir del año 2011, si se mantienen las tendencias demográficas actuales y en ausencia de movimientos migratorios.



Contemplada en su conjunto, la población española ha evolucionado como muestran los siguientes indicadores que expresan con claridad un proceso de aproximación a los parámetros demográficos del conjunto de los países europeos.

INDICADORES DEMOGRÁFICOS

Indicadores	1960	1970	1981	1991	1996	1998
Tasa Bruta de Natalidad (‰)	21,6	19,5	14,1	10,1	9,23	9,37
Tasa Bruta de Mortalidad (‰)	8,7	8,3	7,8	8,6	8,95	8,88
Crecimiento Vegetativo (‰)	12,9	11,2	6,3	1,5	0,28	0,49
Esperanza de vida al Nacer (años)	69,8	72,3	75,6	76,9	78,3	*
Tasa de Supervivencia > 65 años (nº por 100.000)	74,5	78,1	82,4	84,1	85,8	*

Fuente : INE. (*) Datos no disponibles

El cambio demográfico producido en España en los últimos cuarenta años ha significado una caída de la tasa bruta de natalidad de 12,2 puntos (de 21,6 a 9,4 nacimientos por cada mil habitantes) en tanto que la tasa de mortalidad se ha mantenido estable lo que ha dado lugar a un fuerte proceso de envejecimiento, con efectos de diferente intensidad según el grado de ruralidad de los núcleos de población.

Tanto el crecimiento de la esperanza de vida al nacer que ha experimentado un incremento de 8,5 años en el periodo 1960- 1996 como la tasa de supervivencia de la

población de más de 65 años que ha crecido en 11,3 puntos expresan claramente las condiciones de evolución previsible de la población y sus previsible repercusiones sobre la estructura de los servicios sociales.

Se ha producido una tendencia de las tasas de crecimiento vegetativo hacia el estancamiento demográfico, al pasar de una aportación de población anual del 12,9‰ a la incorporación de menos de medio punto en 1998. (0.49‰).

6.11.2 Evolución de la población en zonas rurales

La Unión Europea ha establecido en su política de acción estructural una definición de espacio rural que no implica una simple delimitación geográfica sino que se refiere al tejido económico y social que abarca actividades diversas e incluye los espacios naturales y cultivados, así como los pueblos, villas, ciudades pequeñas y centros regionales.

Una de las variables más utilizadas para la valoración de un modo operativo del grado de ruralidad en las sucesivas iniciativas comunitarias referidas al mundo rural es la densidad de población y es en función de la proporción de municipios con densidades rurales, según la normativa comunitaria.

Desde el punto de vista censal, los datos del Padrón en el año 1999 en España había una población de 40.202.760 habitantes, de la cual un 51 % habitaba en municipios de más de 50.000 habitantes y un 15,4 % en municipios de menos de 5.000 habitantes, según se detalla en el cuadro adjunto.

Población en las entidades municipales en 1999

	Menos de 5.000		De 5.000 a 10.000		De 10.000 a 20.000		De 20.000 a 50.000		De más de 50.000		ESPAÑA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Población en 1999	6.174.909	15,4	3.517.474	8,7	4.611.424	11,5	5.415.173	13,5	20.483.780	51,0	40.202.760	100

En el periodo que va desde el censo de 1960 a 1996 se ha producido una completa modificación de la distribución territorial de la población que ha significado una pérdida del 47,1 % de la población residente en núcleos de menos de 5.000 habitantes y un incremento de población en las ciudades de más de 50.000 habitantes ha alcanzado un crecimiento del 46,3 % o, lo que es lo mismo, el número de entidades municipales mayores de 50.000 habitantes existentes en 1960 se ha incrementado en un 59,5%. El cuadro siguiente detalla la evolución de la población en cada periodo censal. El cuadro permite apreciar la aguda tendencia al despoblamiento rural para lo que se ha reiterado el calculo de la variación de la población rural o semi rural (las entidades singulares de menos de 10.000 habitantes, según el INE) y las poblaciones en agregados poblacionales de más de diez mil, de más de veinte mil y de más de 50.000 en que entendemos concluye el ámbito de la definición de ruralidad comunitaria.

VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN (%) DE LOS NÚCLEOS SEGÚN SU TAMAÑO

Periodo	Menos de 5.000	De 5.000 a 10.000	Mayores de 10.000	Mayores de 20.000	Mayores de 50.000	ESPAÑA
1960/96	-47,1	37,5	40,9	45,5	46,3	29,5
1970/96	-22,1	22,4	23,8	26,3	26,1	16,7

1981/96	-6,8	7,8	7,8	6,8	4	5,1
1991/96	-1,3	3,3	2,6	1,6	1,1	0,6

Desde el punto de vista del territorio se ha dado lugar a la formación de grandes áreas metropolitanas que cubren amplios territorios con la aparición de agricultura periurbana en proporciones significativas en esas regiones en que coexiste la agricultura y las conurbaciones que determinan la interacción entre varias grandes ciudades dentro de un espacio comarcal.

El poblamiento ha evolucionado en forma congruente con la redistribución de la población pudiéndose señalar dos periodos en la distribución reciente de la población y el hábitat:

El periodo de 1981 a 1991 mientras que el 57,9 % de los municipios inferiores a los 2000 habitantes perdieron más del 10 % de su población y el 13,2 % crecieron por encima del promedio nacional, tan solo un 25,6 % de los municipios intermedios (de 2.000 a 5.000 habitantes) han experimentado pérdidas superiores al 10 %. Si embargo en estos municipios un 27,7 % ha crecido por encima del promedio nacional de su grupo, lo que evidencia un comportamiento irregular del conjunto nacional. Para los municipios superiores a 5.000 habitantes, la proporción de núcleos que crecen es más importante que la de los que pierden población, evidenciándose de este modo tanto los mecanismos de reestructuración de la población como la tendencia a la concentración demográfica a partir de los núcleos más rurales.

EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT EN EL PERIODO 1981-1991

Municipios según nº de habitantes	Municipios en crecimiento				Municipios en regresión				Totales
	Crecimiento superior al promedio nacional		Crecimiento entre el promedio nal. y 0		Disminución entre 0 y el 10 %		Disminución superior al 10 %		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
< 2.000	770	13,2	238	4,1	1.446	24,8	3.371	57,9	5.825
2.000 a 5.000	303	27,7	115	10,5	396	36,2	280	25,6	1.094
5.000 a 10.000	229	42,3	66	12,2	157	29,0	89	16,5	541
10.000 a 20.000	183	57,2	57	17,8	57	17,8	23	7,2	320
20.000 a 50.000	112	63,6	30	17,0	27	15,3	7	4,0	176
> 50.000	70	57,9	18	14,9	28	23,1	5	4,1	121
España	1.667	20,6	524	6,5	2.111	26,1	3.775	46,7	8.077

Fuente: Censos de Población de España 1981 y 1991. INE

Las pérdidas de población durante el periodo 1981-1991 en los núcleos menores de 2.000 habitantes, es decir los más rurales, se reparte entre las dos Castillas y Aragón (48 % del total de los municipios que han perdido más del 10 % de su población) siendo al tiempo estas Comunidades Autónomas las que poseen la cantidad más importante de municipios en esta categoría (44,2 % del total de municipios con menos de 2.000 habitantes).

EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT EN EL PERIODO 1991-1999

Municipios según n° de habitantes	Municipios en crecimiento				Municipios en regresión				Totales
	Crecimiento superior al promedio nacional		Crecimiento entre el promedio nal. y 0		Disminución entre 0 y el 10 %		Disminución superior al 10 %		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
< 2.000	1.182	19,9	401	6,7	2.072	34,8	2.291	38,5	5.946
2.000 a 5.000	344	34,1	156	15,5	417	41,4	91	9,0	1008
5.000 a 10.000	238	46,3	98	19,1	155	30,2	23	4,5	514
10.000 a 20.000	202	61,2	55	16,7	68	20,6	5	1,5	330
20.000 a 50.000	127	68,6	29	15,7	12	6,5	17	9,2	185
> 50.000	57	48,3	28	23,7	33	28,0	0	0,0	118
España	2.150	26,5	767	9,5	2.757	34,0	2.427	30,0	8.101

Fuente: Censos de Población de España 1991 y Padrón rectificado de 1999. INE

Durante el periodo 1991 - 1999, el 38,5 % de los municipios inferiores a 2.000 habitantes perdieron más del 10 % y el 19,9 % de este mismo grupo crecieron por encima del promedio nacional, reduciendo a la mitad la tendencia a la pérdida de población de los pequeños municipios rurales (un municipio crece por cada dos que decrecen en 1999, frente al ratio del periodo anterior - 1 por cada 4 -). Los municipios intermedios presentan una pauta semejante, creciendo el 34,1 % de la cohorte y perdiendo población en proporciones superiores al 10 % tan solo el 9 % de este grupo, mientras que en el decenio anterior la relación entre crecimiento y pérdida era prácticamente a la par. Para los municipios superiores a los 5.000 habitantes, la proporción de los núcleos que crecen por encima de del promedio nacional es más importante que la de los que pierden población situación coherente con la producida en el periodo anterior. Asimismo con respecto a la década anterior y con respecto a los municipios de más de 10.000 habitantes, se percibe un aumento del porcentaje de municipios que pierden población por encima del 10 %.

6.11.3 Población y regadío

La incidencia del regadío en la evolución demográfica es un hecho cierto aunque las formas de influencia no son en modo alguno lineales. En general, las comarcas con presencia de tierras en regadío mantienen densidades de población superiores y tasas de crecimiento anual positivas; en los casos que se producen pérdidas de población, la salida de población es más lenta que en el caso de ausencia de regadío.

En el caso de las comarcas de la franja costera Atlántico - mediterránea que acumula algunas de las zonas con mayores densidades demográficas y de superficie con regadíos de larga tradición y amplia oferta concurren varios factores de crecimiento, es decir crecen tanto por causa de la migración interior como de su propio potencial de desarrollo.

En lo concerniente a los regadíos del interior, la relación entre crecimiento de la población y regadío resulta igualmente manifiesta, aunque más matizada. Las cuencas del Ebro y del Guadalquivir destacan por la convergencia entre áreas regadas y mejores densidades, especialmente en el alto Ebro, las Vegas del Guadiana, y las comarcas del Campo de Calatrava, Mancha y Centro de Albacete, muestran una condición territorial que podría calificarse de "islas demográficas" dado el entorno de baja intensidad poblacional que las rodea.

Los regadíos de las Cuencas del Duero y del Tajo, presentan un comportamiento demográfico menos claro, en un contexto climatológico que no permite variaciones de la productividad explosivas por causa de la puesta en riego, la función del regadío, desde el punto de vista de la población estriba en amortiguar la presión migratoria, favoreciendo un nivel poblacional que mantenga la viabilidad territorial que, en su ausencia, sería problemática. Si en otras zonas el regadío es una medida de desarrollo rural, en estas comarcas el regadío puede ser entendido como una medida de apoyo al desarrollo rural.

Tomada en conjunto la población en las diferentes comarcas con áreas regables muestra la evolución siguiente:

Evolución de la Población en zonas regadas (%)

Área comarcal regada	1970-81	1981-91	1991-99
Menos del 20 %	7,8	3,4	-0,5
Entre el 20 y el 50 %	17,7	7,0	7,9
Más del 50 %	20,7	6,0	5,4
ESPAÑA	11,2	4,5	1,9

Se consideran como áreas significativamente regadas, a los efectos de este análisis, aquellas comarcas que cuentan al menos con el 20 % de su superficie cultivada puesta en regadío. Entre las comarcas por debajo de este umbral se puede detectar la existencia de 8,5 millones de personas residiendo en comarcas con menos del 2 % de su superficie cultivada puesta en riego.

Comparando el crecimiento de la población residente en las áreas regadas a lo largo de los tres periodos analizados, se detecta que las tasas de crecimiento intercensal de la población registrada en los espacios regados son sistemáticamente superiores al promedio de crecimiento en el conjunto de España. Ello indica trasvase de población desde las zonas no regadas a las regadas.

La densidad demográfica con relación a la extensión de la superficie comarcal regada arroja la siguiente distribución:

Densidad de Población (habitantes/km²) según la superficie regada

Promedio Nacional	< 20 % regado	>20 y < 50% regado	> del 50%
79	71	88	133

En conjunto, las zonas regables más eficientes se encuentran vinculadas a procesos de urbanización que generan su propia dinámica de diversificación y desarrollo económicos. Las densidades superiores de población solapan estos dos fenómenos no contradictorios: la tendencia creciente a la concentración urbana, representa niveles más altos de densidad que se corresponden con la presencia, en

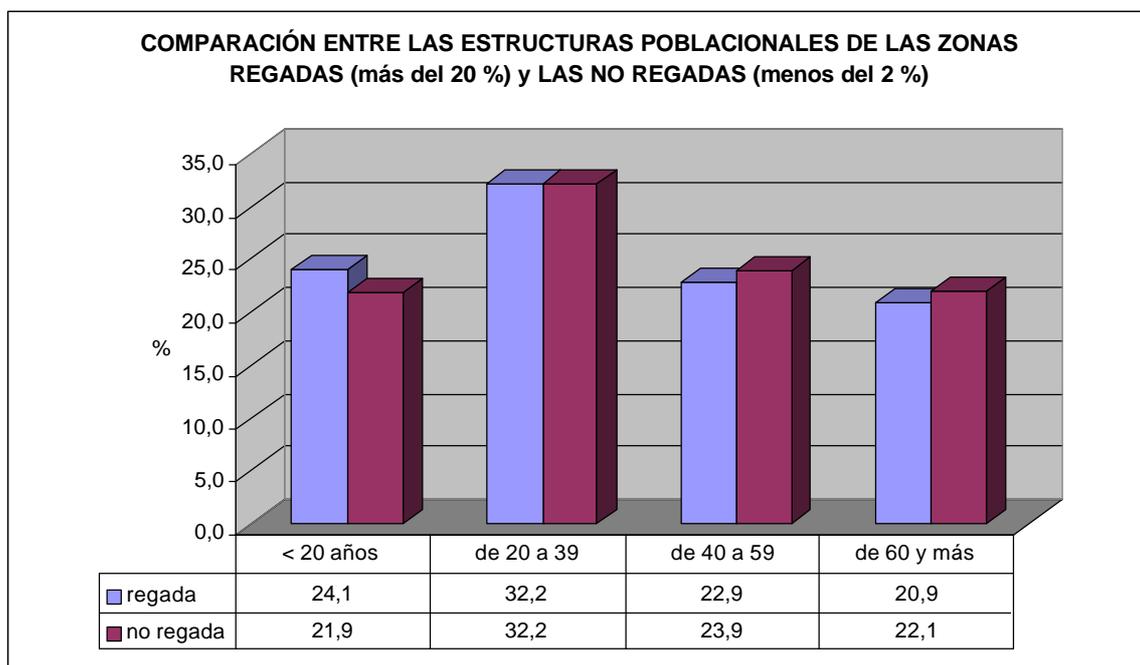
muchos casos histórica, de comarcas con proporciones muy altas de superficie regada y gran diversificación ocupacional.

La estructura de la población comparada entre las comarcas con y sin regadío evidencia las diferencias de respuesta demográfica en los aspectos siguientes:

- La estructura por edades de las zonas de riego se encuentra a varios puntos por encima de la correspondiente a las zonas sin riego en la proporción de población joven, lo que no es sino expresión de las mayores oportunidades de empleo de las primeras.
- Coherentemente con lo anterior, el envejecimiento de la población es más importante en las zonas sin regadío.

El mundo rural en general presenta una grave tendencia al despoblamiento de población femenina, sobre todo en edad genésica, problema que se hace considerablemente más grave en las zonas sin riego que en aquellas regadas: la razón entre sexos es de equilibrio en estas últimas (100,52) en tanto que para las comarcas no regadas es de 95,3 %.

El índice de sustitución o reemplazamiento de la población que entra y sale en actividad es mucho más favorable en las zonas regadas, situándose en torno al 120 % en tanto que las zonas sin regadío afrontan el problema de mantenimiento de la actividad junto con el de mantenimiento del reemplazo de las cohortes de población que alcanzan la edad de jubilación.



6.12 PROBLEMAS AMBIENTALES CAUSADOS POR LAS INFRAESTRUCTURAS DE REGADÍO

6.12.1 Consideraciones previas

El regadío para su funcionamiento necesita de una serie de infraestructuras, entendiéndose como tales, cualquier tipo de obra, construcción emplazamiento de

equipos o cualquier otro tipo de actividad encaminada, dentro del marco de la ingeniería rural, al establecimiento de las mejoras del entorno que favorezcan la explotación, transformación y conservación de los recursos naturales, así como la mejora en el bienestar y progreso de la sociedad rural.

Además de estas estructuras hidráulicas propiamente dichas, por extensión contemplaremos las instalaciones, bien temporales o bien permanentes, que corresponden a las necesarias para la construcción y funcionamiento de las infraestructuras hidráulicas tales como canteras, vertederos o instalaciones provisionales de obra.

También se van a tener en consideración aquellas estructuras necesarias para la protección de los cultivos y de las parcelas, tales como túneles de plástico, cerramientos y, en general, todas aquellas estructuras que se sitúan dentro del perímetro regado y que tienen una relación con la explotación agrícola o hidráulica.

6.12.2 Infraestructuras hidráulicas en los regadíos

A continuación se relacionan las infraestructuras de regadíos más usuales, agrupadas según la función que desempeñan.

Función que desempeña	Elemento de la infraestructura
Captación de agua	Azud
	Toma en río
	Sondeos
Regulación de volúmenes de agua	Depósito
	Balsa
	Embalse
Distribución de agua	Red de acequias
	Red de tuberías enterradas
	Equipos de riego
Elevación, filtración y fertirrigación de agua	Estación de bombeo
	Centro de transformación
	Línea eléctrica
	Deposito elevado
	Cabezal de filtrado
	Tanque de fertirrigación
Evacuación de agua	Encauzamientos
	Red de azarbes
	Red de colectores de tubería enterrada

Accesos	Red de caminos
	Camino de acceso a elementos singulares
Sistematización de tierras	Nivelación de parcelas
	Caballones surcos, etc.
Instalaciones auxiliares	Edificios: casetas almacenes cobertizos
	Vallados y cerramientos
	Barreas corta vientos
	Protección de cultivos

6.12.3 Problemas ambientales causados por las infraestructuras de regadío

6.12.3.1 Fase de construcción:

Para minimizar los problemas ambientales que pueden causar las infraestructuras de regadío durante la fase de construcción hay que atender a tres principios básicos:

- Excluir en la fase de diseño las zonas de protección del entorno, así como evitar que los trazados las afecten.
- Ser riguroso en el diseño de proyecto.
- Minimizar de los residuos de obra y restauración del medio una vez terminada la obra.

A continuación se detalla un listado de acciones que se pueden llevar a cabo durante de la fase de construcción y sus principales afecciones ambientales.

Acción	Afecciones ambientales
Deforestación.	Su magnitud depende del valor de la zona afectada. En el caso de zonas cultivadas los relictos de vegetación adquieren una mayor importancia en el mantenimiento de la biodiversidad y de la conservación de la diversidad del paisaje
Zanjas de tubería.	Puede provocar aislamiento de poblaciones durante la fase de construcción que quedan minimizadas si se emplean medidas correctoras
Zanjas para azarbes revestidos o no.	Aislamiento de poblaciones de invertebrados y pequeños vertebrados. Alteración del régimen hidrológico por reducción de tiempos de concentración.
Encauzamientos.	Alteración y destrucción de la vegetación de ribera con disminución de zonas de refugio y cobijo para la fauna. Disminución y/o eliminación de la diversidad de hábitats en especial de las zonas húmedas junto con su riqueza específica. Alteraciones de lo regímenes hidrológicos por reducción de los tiempos de concentración.

	Empobrecimiento paisajístico por aumento de la monotonía en el paisaje y artificialidad al modificar los cursos naturales por trazados rectilíneos.
Desmontes.	Erosión y estabilidad de taludes. Alteraciones en el paisaje.
Terraplenes.	Erosión o inestabilidad de taludes Alteraciones en el paisaje
Vertederos.	Alteración de la geomorfología general. Aumento de riesgo de incendios. Alteración e inestabilidad de taludes. Contaminación de cursos de agua.
Uso de canteras.	Alteración de la geomorfología general. Erosión e inestabilidad de taludes.
Azudes en ríos.	Elevación de nivel freático en el entorno. Alteraciones en el cauce de agua. Aislamiento de poblaciones acuática por efecto barrera. Modificaciones en la vegetación de ribera y alteraciones en el paisaje.
Embalses.	Destrucción de formaciones vegetales. Modificaciones de hábitats. Alteraciones del régimen hidrológico. Afecciones al paisaje.
Canales.	Efecto barrera para la fauna. Grandes canales, alteraciones en el paisaje.
Tuberías de gran diámetro en superficie.	Efecto barrera para la fauna.
Red de acequias.	Elevación del nivel freático. Efecto barrera para poblaciones de invertebrados y pequeños vertebrados terrestres.
Estaciones de bombeo	Alteraciones en el paisaje (cuando no están integradas).
Centro de transformación intemperie.	Alteraciones en el paisaje. Daños a la avifauna.
Línea eléctrica aérea	Daños a la avifauna. Alteraciones en el paisaje.
Nivelación de parcelas.	Alteración en la disposición natural de horizontes.

	En suelo inadecuados inestabilidad de bancales.
Invernaderos.	Modificaciones en el suelo. Alteraciones en el paisaje. Incrementos de residuos.
Red de caminos.	Aislamiento de poblaciones por efecto barrera.

6.12.3.2 Fase de explotación.

Las afecciones medioambientales causadas por el regadío durante la fase de explotación puede tener dos orígenes principalmente. El primero como consecuencia directa del un diseño incorrecto del regadío. En segundo lugar, el uso intensivo del mismo, es el que provoca es el que provoca los efectos medioambientales indeseados.

A continuación se presenta una relación de los posibles problemas ambientales causados por las infraestructuras e instalaciones de riego durante la fase de explotación del proyecto.

ACCION	PROBLEMAS AMBIENTALES
Captación en río	Alteraciones del régimen hidrológico del río, Alteraciones en la flora y fauna.
Pozos.	Sobreexplotación de acuíferos. Intrusión marina.
Red de acequias.	Aumento del nivel freático por pérdidas de agua.
Red de azarbes.	Ascenso del nivel freático. Salinización.
Fertilizantes.	Contaminación de curso de agua superficial y subterránea. Eutrofización de masas de agua.
Fitosanitarios.	Contaminación de curso de agua superficial y subterránea. Eutrofización de masas de agua. Reducción de la biodiversidad.
Red de caminos.	Efecto barrera. Aumento de la mortandad de las poblaciones por atropellos. Aumento del riesgo de incendios.
Nivelación.	Pérdidas de agua por falta de uniformidad
Surcos.	Pérdidas de agua cuando el riego es defectuoso o falta de uniformidad. Erosión del suelo.
Equipos de riego en parcela.	Posibles pérdidas por escorrentía o percolación. Erosión de los suelos por el efecto energético de las gotas de agua de

	los aspersores mal diseñados.
Residuos de la actividad agrícola.	<p>Acumulación de residuos de plástico en los alrededores.</p> <p>Deterioro del paisaje.</p> <p>Posibles focos de contaminación procedentes de la descomposición incontrolada de la materia orgánica.</p> <p>Contaminación atmosférica por riesgos de incendios incontrolados.</p> <p>Contaminación de masas de agua por lixiviados.</p>

6.12.3.3 Fase de abandono

Hasta ahora los proyectos de regadío nacían con vocación de permanecer durante muy largo plazo, por lo que hasta la fecha el análisis de las condiciones de abandono no se ha incluido en ningún proyecto, pero la tendencia a la baja en materia de precios y de competencia comercial de la nueva Política Agraria Comunitaria, hacen pensar cada vez más en la posibilidad del cese de la actividad de riego y de los problemas ambientales que las infraestructuras existentes pueden provocar.

El hecho de que desde la propia Administración del Estado se estén primando los abandonos del cultivo en tierras, tanto de secano como de regadío, apoya esta idea.

La recuperación ambiental de una zona de regadío dependerá del uso que se le pretenda dar posteriormente. En principio, si va a pasar simplemente al cultivo de secano la recuperación es sencilla. Quizá el obstáculo más importante serían las redes de acequias, especialmente si son muy densas.

La consideración del coste del abandono y de cambio a otra actividad, en las fases iniciales de la transformación de una zona regable, modificaría los actuales criterios de diseño.

7 LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y REGADÍO

7.1 LEGISLACIÓN DE EIA Y REGADÍO

Las transformaciones en regadío y su evaluación ambiental se encuentran reguladas por gran cantidad de leyes según el territorio donde se efectúen. Las diferentes localizaciones geográficas y la variedad de obras inmersas en estos proyectos de puesta en riego desde caminos rurales a transformación eléctrica hace preciso un análisis de la totalidad de las legislaciones aplicables. Como se verá en las páginas siguientes el riego no está siempre citado textualmente entre las actividades obligadas a E.I.A. por lo que es necesario seguir la pista de infraestructuras o actuaciones contempladas en los proyectos de transformación. La comparación entre administraciones permite observar la variedad de criterios a la hora de evaluar las mismas actividades.

Para un mayor conocimiento de la actual situación de la evaluación de impacto ambiental en España, ha sido necesario realizar una serie de bases de datos donde se pudieran sistematizar todos los contenidos de las legislaciones que controlan la aplicación de este trámite administrativo. Las administraciones consideradas han sido la Unión Europea, el estado español y todas y cada una de las comunidades autónomas españolas. La diversidad de las fuentes así como del vocabulario utilizado en la redacción de estas legislaciones ha hecho necesaria una homogeneización previa que pudiera permitir la comparación de todos los términos incluidos.

La organización de las diferentes actividades económicas sujetas a evaluación de impacto ambiental recogidas en la legislación aplicable en el estado español es muy diversa en vocabulario y agrupación o definición de las actividades reguladas. En unos casos el criterio que se sigue para realizar esta división está basado en el tipo sectorial mientras que en otros casos el criterio utilizado es el tipo de promotor o la localización de la actividad legislada. Incluso en el caso de dimisión de realizadas en base a criterios sectoriales las diferentes oscilaciones los agrupan de formas diversas. En estos casos algunas leyes estiman oportuno realizar un apartado referente a ordenación separado incluso de los sectores económicos a los que hace referencia dicha ordenación mientras que en otros casos el criterio sectorial domina sobre la división realizada en cuanto a actividades o infraestructuras y la ordenación de éstas.

7.1.1 Estructura de la base de datos

La informatización de los datos legislativos sobre Evaluación de Impacto Ambiental se ha organizado en diferentes tablas:

- TABLA SOBRE ADMINISTRACIONES AMBIENTALES: En ella se han incluido los datos referentes a los diferentes órganos ambientales y sus correspondientes servicios de Evaluación de Impacto Ambiental.

Tabla 1: Estructura de la base de datos sobre Órganos Ambientales

CAMPO	INFORMACIÓN
ADMON	Nombre de la Administración Pública
LEG EIA ESPECÍFICA	Existencia de legislación específica sobre EIA
LEGISLACIÓN	Título genérico o numeración de la legislación publicada
DENOMINACIÓN	Subtítulo de la legislación
FECHA	Fecha de publicación
PUBLICACIÓN	Boletín donde se publicó, N° y fecha de edición
ORGANO AMBIENTAL	Nombre oficial del órgano competente ambiental según ley

COMENTARIOS SECCIÓN EIA	Comentarios sobre cambios realizados en la estructura Denominación de la sección a cargo de las DIA
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

- TABLA SOBRE LEYES REFERENTES A LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REVISADAS: En ella se listan las 88 leyes revisadas de las administraciones de la Unión Europea, Estado Español y las diecisiete comunidades autónomas, citando las fuentes donde se publicaron, hasta el año 2000 inclusive.

Tabla 2: Estructura de la base de datos sobre la lista de legislación de EIA revisada

CAMPO	INFORMACIÓN
ADMON	Nombre de la Administración Pública
LEGISLACIÓN	Título genérico o numeración de la legislación publicada
DENOMINACIÓN	Subtítulo de la legislación
FECHA	Fecha de publicación
PUBLICACIÓN	Boletín donde se publicó, N° y fecha de edición
CONTENIDO	Anexos

- TABLA SOBRE SUPUESTOS DE ACTIVIDADES SUJETAS A EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: para su construcción ha sido necesario realizar un gran esfuerzo de sistematización de los contenidos debido al diferente tipo de organización que seguían los textos legales en sus anexos. Para una más fácil comparación entre ellas las actuaciones se han dividido según un campo principal y tres subcampos. En muchos casos la actuación y la condición necesaria para que ésta sea sujeta a E.I.A. han sido desligadas para poder establecer una más fácil comparación entre las distintas legislaciones a la hora de definir qué y cuándo ha de aplicarse este procedimiento. Asimismo se ha establecido una ordenación en cuatro niveles de Evaluación de impacto ambiental de forma que sea posible comparar los distintos tipos establecidos en las administraciones con muy diversas denominaciones pero que reflejan en una misma tipología de E.I.A.

Tabla 3: Estructura de la base de datos de Legislación sobre E.I.A.

CAMPO	INFORMACIÓN	EJEMPLO	Nº DE ENTRADAS
ADMÓN	Nombre de la Administración legisladora	CASTILLA Y LEÓN	19
CAMPO	Tipo genérico de campo de actividad	AGRÍCOLA-FORESTAL	12
SUBCAMPO 1	Entrada 2 de campo de actividad (opcional)	AGRÍCOLA	118
SUBCAMPO 2	Entrada 3 de campo de actividad (opcional)	CULTIVOS	201
SUBCAMPO 3	Entrada 4 de campo de actividad (opcional)	REGADÍOS	77
Actuación	Denominación de la actuación sometida a evaluación ambiental	Proyectos de regadío	1844
Ley	Ley ambiental que recoge dicho supuesto (incluyendo el nº de anexo si lo hay)	Ley 8/94 (Anexo I)	64 (sin anexos)
Tipo	Denominación del tipo de evaluación ambiental	Evaluación Ordinaria de Impacto Ambiental	21
Condición	Condiciones que debe cumplir la actividad para su evaluación obligatoria	> 300 Ha	541
Última disposición	Año de la última legislación sobre la actuación	1994	13
Nivel EIA	Tipo de EIA por niveles	EVALUACIÓN	4

7.1.2 Contenido de la base de datos

De la explotación de la base de datos descrita en la tabla 3, se han podido establecer las consultas sobre supuestos, número, tipología y distribución. A través de estos datos se establecido la situación actual tanto por comunidades autónomas como por campos de actividad de las explotaciones en riego y sus proyectos asociados desde el punto de vista ambiental.

Tabla 4: Legislación específica de E.I.A. por administraciones y número de tipos

ADMÓN	Legislación de E.I.A. específica	Nº de tipos de E.I.A.
UNIÓN EUROPEA	Sí	2
ESPAÑA	Sí	2
ARAGÓN	No	1
ASTURIAS	Sí	2
CASTILLA-LA MANCHA	Sí	3

CATALUÑA	No	1
GALICIA	No	1
PAÍS VASCO	Sí	3
RIOJA	No	1
ANDALUCÍA	Sí	3
ISLAS BALEARES	Sí	3
CANARIAS	Sí	2
CANTABRIA	Sí	2
CASTILLA-LEÓN	Sí	3
COMUNIDAD VALENCIANA	Sí	2
EXTREMADURA	Sí	2
MADRID	Sí	3
MURCIA	Sí	2
NAVARRA	Sí	2

Tal y como refleja la tabla 4 la práctica totalidad de las comunidades autónomas han desarrollado su propia legislación desde la transposición de la legislación europea en el estado español. Además han ampliado el número de tipos de Evaluación de Impacto Ambiental, aparte del nombramiento de órgano ambiental competente correspondiente a cada administración autonómica.

De las cuatro comunidades autónomas que no han ampliado la legislación española sólo dos, la Rioja y Aragón, se han conformado con la simple transposición del texto legal estatal. Cataluña y Galicia han avanzado más aunque de formas diferentes.

En Galicia la legislación establece 2 ó 3 tipos de evaluación de impacto ambiental pero no llega a desarrollarlos. En la actualidad las disposiciones ambientales gallegas se encuentran dispersas por las ordenanzas sectoriales.

El Gobierno catalán sin embargo pese a mantener un único supuesto añadido para la Evaluación de Impacto Ambiental (sobre actividades que afecten a Espacios Naturales Protegidos) ha creado una nueva figura con la intervención integral de la administración ambiental como respuesta a la Directiva de Control y Prevención integrado de Contaminación ambiental (Directiva "IPPC" 96/61/CE). Este trámite difiere bastante de la E.I.A. y se acerca más al concepto de la auditoría ambiental. Se mantiene la evaluación pero añadiendo trámites complementarios de autorización, licencia, comunicación y control ambiental. Estos, sin embargo quedan fuera de

En la siguiente tabla se describen los órganos ambientales de cada comunidad autónoma con su correspondiente publicación de la ubicación del departamento a cargo de las ovaciones de impacto ambiental.

En los últimos años los dos hechos más frecuentes son el cambio de la denominación de Agencia por Consejería de Medio Ambiente (Andalucía, Asturias, Extremadura, Madrid y Valencia) y la formación en la Consejería de Medio Ambiente exclusiva, escindida de Agricultura (Aragón), Transportes, Ordenación del Territorio. En algunos casos el órgano ambiental recae específicamente en una Comisión (Canarias, Cataluña, Galicia, La Rioja) o Dirección General (Valencia). Resulta curioso el caso de Navarra donde el órgano es, literalmente, el Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda según el Decreto Foral 580/1995.

Los continuos cambios en la estructura de las Administraciones hace difícil mantener la vigencia de estos datos. No obstante, la tendencia a formar una consejería o ministerio de medio ambiente denota la creciente preocupación política por este tema. Ello ha multiplicado el número de legislación autonómicas que paulatinamente han ido modificando las atribuciones de los consejeros implicadas en cada una de las administraciones.

Tabla 5: Órganos Ambientales de las 19 Administraciones contempladas

ADMÓN	LEGISLACIÓN	DENOMINACIÓN	FECHA	PUBLICACIÓN	ORGANO AMBIENTAL	COMENTARIOS	SECCIÓN EIA
ANDALUCÍA	Ley 7/94	Protección Ambiental	18/5/94	BOJA 79 del 31 de Mayo de 1994	CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE de la Junta de Andalucía	El cambio de Agencia, como ente autónomo, a Consejería se produjo a través de la Ley de Presupuestos	Departamento de Impacto Ambiental Sección de prevención Ambiental
ARAGÓN	Decreto 45/94	Evaluación de Impacto Ambiental	4/3/94	BOA 35 del 18 de Marzo de 1994	Consejería de Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón	Escisión en Consejerías de Agricultura y M.A.	DG de Calidad, Evaluación y Planificación Ambiental Servicio de Planificación Ambiental
ASTURIAS	Decreto 95/99	Regulación de la estructura orgánica básica de la Consejería de Medio Ambiente	12/8/99	BOPA 189 del 12 de Agosto de 1999	Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias	Cambio de Agencia por Consejería	DG de Calidad Ambiental Servicio de Restauración y EIA
BALEARES	Decreto 4/1986	Implantación y Regulación de los Estudios de EIA	23/1/86	BOCAIB 5 del 10 de Febrero de 1986	Comité de EIA de la Comisión Permanente de la Comisión Balear de Medio Ambiente	-	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Calidad Ambiental
CANARIAS	Ley 11/1990	Prevención del Impacto Ecológico	13/7/90	BOC 92 del 23 de Julio de 1990, BOE 229 del 18 de Septiembre de 1990	Comisión de Urbanismo y Medio Ambiente de Canarias	-	-
CANTABRIA	Decreto 50/1991	Evaluación de Impacto Ambiental	29/4/91	BOC 97 del 15 de Mayo de 1991	Consejería de Ecología, Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Cantabria Dirección General de Calidad Ambiental	-	DG de Montes y Conservación de la Naturaleza Servicio de Producción y Sanidad vegetal
CASTILLA-LA MANCHA	Decreto 126/1999	Asignación de competencias en materia de EIA	29/7/99	BOCLM 51 del 30 de Julio de 1999	Consejería de Medio Ambiente de las Juntas de Castilla y León	-	DG de Calidad Ambiental Subdirección de Impacto Ambiental
CASTILLA Y LEÓN	Decreto Legislativo 1/2000	Por la que se aprueba el texto refundido de la Ley de E.I.A. Y Auditorías Ambientales de Castilla y León	18/5/00	BOCL 209 del 27 de Octubre de 2000	Consejería de Medio Ambiente de las Juntas de Castilla y León	Servicios Territoriales Ambientales Zamora 980510361, León 987296100, Salamanca 923296026	Servicio de EIA y Auditorías Ambientales Sección EIA
CATALUÑA	Decreto 114/1988	Evaluación de Impacto Ambiental	7/3/88	DOGC 1000 del 3 de Junio de 1988	Subcomisión de Técnica de la Comisión Central de Industrias y Actividades Clasificadas MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Secretaría Gral. de M.A.	Ver Ley de Plan de Espacios Protegidos, EIA de riegos > 10 ha Paso de Secretaría de MA en MOPMA a Mº de MA	DG de Patrimonio Natural Sección de Control y Evaluación de Impacto
ESPAÑA	RD 1131/1988	Evaluación de Impacto Ambiental	30/9/88	BOE 239 del 5 de Octubre de 1988	Consejería de Agricultura y Medio Ambiente	Cambio de Agencia por Consejería	DG de Calidad y Evaluación Ambiental
EXTREMADURA	Decreto 89/99	Establecimiento de la estructura orgánica de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente	29/7/99	DOE 90 del 3 del 8 del 99	Consejería de Agricultura y Medio Ambiente	Cambio de Agencia por Consejería	DG de Medio Ambiente Sección EIA

GALICIA	Decreto 442/90	Evaluación de Impacto Ambiental para Galicia	13/9/90	DOG 188 del 25 de Septiembre de 1990	Comisión Gallega del Medio Ambiente de la Consellería de Medio Ambiente	-	Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
MADRID	Ley 10/1991	Protección del Medio Ambiente	4/4/91	BOCM 91 del 18 de Abril de 1991	Consejería de Medio Ambiente de la CAM	Cambio de Agencia por Consejería	DG de Calidad y Evaluación Ambiental Servicio de Información Ambiental DG de Medio Ambiente
MURCIA	Ley 1/1995	Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia	8/3/95	BORM 78 del 3 de Abril de 1995	Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la CA de la Región de Murcia	-	Negociado de EIA Sección de Prevención y Control Técnico Ambiental
NAVARRA	Decreto 580/1995	Asignación de funciones relativas a la EIA	28/9/95	BON 121 de 30 de Septiembre de 1995	Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda	Según el Decreto el "órgano" es el "Consejero"	DG de Medio Ambiente Servicio de Calidad Ambiental
PAÍS VASCO	Ley 3/1998	Ley General de Protección del Medio Ambiente	27/2/98	BOPV 59 del 27 de Marzo de 1998	Viceconsejería de Medio Ambiente de la Consejería de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco	En caso de las provincias el O.A. es el Dpto. de M.A. de las Diputaciones forales	Servicio de EIA
RIOJA	Decreto 88/1995	Regulación de las competencias, composición y funcionamiento de la Comisión de Medio Ambiente de La Rioja Aprobación del	28/9/95	BOLR 121 del 30 de Septiembre de 1995	Comisión de Medio Ambiente de La Rioja de la Secretaría General de Medio Ambiente	-	DG de Calidad Ambiental Servicio de Calidad Ambiental
VALENCIA	Decreto 90/99	Reglamento orgánico y funcional de la Consellería de Medio Ambiente Por la que se crea la Agencia Europea de Medio Ambiente y la	30/7/99	DOGV 3551 del 2 de Agosto de 1999	DG de Planificación y Gestión del Medio	Cambio de Agencia por Consejería	Servicio de Programación y EIA
UNIÓN EUROPEA	Reglamento CEE 1210/90	Red Europea de Información y de observación sobre el Medio Ambiente	7/5/90	DOCE 120 del 11 de Mayo de 1990	Agencia Europea de Medio Ambiente	No es un órgano Ambiental propiamente dicho	No existe

En el listado precedente se citan los órganos ambientales de las 19 administraciones contempladas. La Unión Europea no posee un órgano ambiental propiamente dicho al no tener competencia específica en E.I.A. No obstante para la obtención de información ambiental la Agencia Europea de Medio Ambiente es quien cubre esta labor coordinando los ministerios de los Estados miembros. El Ministerio de Medio Ambiente Español es el órgano ambiental en España para toda obra para la cual sea preciso una licencia desde otro ministerio estatal. Sin embargo para las actuaciones a realizar dentro de una sola comunidad y cuyo permiso depende de un órgano

sustantivo autonómico con las transferencias realizadas esta competencia reside en las Consejerías de Medio Ambiente.

La historia de estos organismos ambientales ha sido muy movida desde su fundación. En el Estado Español las competencias de Medio Ambiente residían en un principio en el Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Más tarde la denominación de éste fue cambiada por Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. La titularidad ambiental tenía carácter de Secretaría en este organismo. La integración en esta administración de órganos sustantivos, ambientales y promotores públicos resultaba algo confusa como se comentará con posterioridad. Años más tarde el Gobierno dotaba al Medio Ambiente de su propio Ministerio.

Las Comunidades Autónomas también han tenido una política cambiante respecto a la definición de sus atribuciones ambientales en su estructura organizativa. En un principio las Consejerías a cargo de las competencias ambientales fueron inauguradas como agencias. Esta figura cambio con el tiempo adquiriendo el carácter de Dirección General integrada en otra consejería. Después las Vicenconsejerías o Consejerías mezclaban varias competencias se escindieron formando una de Medio Ambiente.

La combinación de varios aspectos en la consejería donde se encuentra el órgano ambiental tiene gran cantidad de formas. La Ordenación del territorio, el Urbanismo, el agua o la agricultura comparten consejería con el Medio Ambiente. Para la E.I.A. de los regadío esta última combinación resulta que puede facilitar la tarea o al contrario representar un conflicto interno como puede ocurrir en Murcia o antiguamente en Aragón. La autoridad ambiental también reside en varias comunidades en una comisión mixta donde se puedan plantear una consejo con representantes de la administración y otros estamentos.

Tabla 6: Distribución anual y administrativa de las leyes sobre E.I.A. de la base de datos

ADMÓN	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total general
ESPAÑA		1	1	3	2					1	1	1	1			1	1	12
CASTILLA Y LEÓN			1		1			1		1	3	1	1			2		11
NAVARRA			2	1			1	1	1		1				1			8
GALICIA						1	1				3		1	1				7
UNIÓN EUROPEA	1					1	1					1	1					5
CANTABRIA							1					2			2			5
CASTILLA-LA MANCHA						2									2	1		5
CANARIAS						1				1	2							4
ASTURIAS			1				1			1					1			4
ANDALUCÍA										1	2	1						4
VALENCIA					1	1									1			3
EXTREMADURA							1					1			1			3
ARAGÓN										2				1				3
MADRID							1	1				1						3
RIOJA				1			1				1							3
CATALUÑA				1											2			3
BALEARES		1													1			2
PAÍS VASCO					1									1				2
MURCIA											2							2
TOTAL GENERAL	1	2	4	6	5	6	8	3	1	7	15	7	4	4	11	4	1	89

Observando la distribución de las leyes sobre E.I.A. incluidas en la base de datos se puede comprobar que El Estado español y la Junta de Castilla y León constituyen el 13 y 11% respectivamente. Galicia y Navarra les siguen con un 9 y 8% respectivamente. Baleares, País Vasco y Murcia con un par de leyes son las que menos aportan al total. Las otras 12 administraciones oscilan entre el 6% y el 4%.

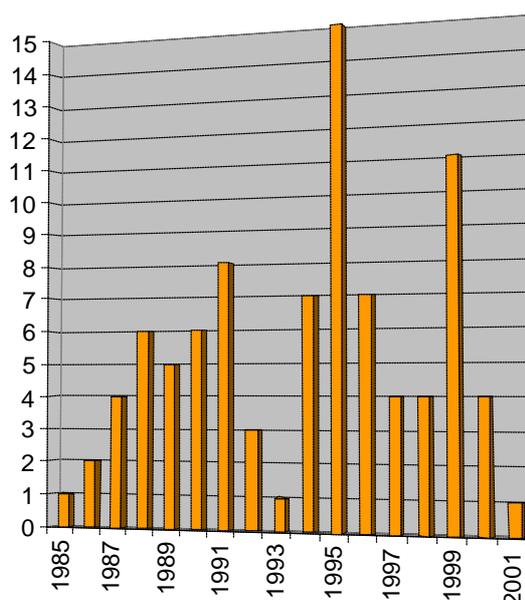
Dentro de cada administración el reparto de cada nueva disposición legal se puede concentrar en un corto periodo de años o los que las han repartido por un largo lapso. En ambos extremos se encuentra el Estado Español que ha emitido 8 entre 1986 y 2000 y La Región de Murcia con 2 en un solo año, 1995. Un año antes Aragón y Andalucía fueron las penúltimas Comunidades en incorporar la E.I.A. a su propia legislación. En 1999 casi el 60% de las administraciones realizaron nuevas aportaciones. Además del caso de Murcia, Canarias y La Rioja no publican nada novedoso desde 1996.

Tabla 7: Primera y última disposición sobre E.I.A. por Administraciones

ADMÓN	Unión Europea	Baleares	España	Asturias	Navarra	Rioja	Cataluña	Castilla y León	País Vasco	Valencia	Canarias	Galicia	Castilla-La Mancha	Madrid	Cantabria	Extremadura	Andalucía	Aragón	Murcia
PRIMERA DISPOSICIÓN	1985	1986	1986	1987	1987	1988	1988	1989	1989	1989	1990	1990	1990	1991	1991	1991	1994	1994	1995
ÚLTIMA DISPOSICIÓN	1997	1999	2001	1999	1999	1995	1999	2000	1998	1999	1995	1998	2000	1996	1999	1999	1996	1998	1995

Desde un punto de vista cronológico, la Unión Europea abrió el fuego con su directiva en 1985. Al año próximo Baleares se adelantó en 5 meses a la aparición del RD 1302 que transponía dicha directiva a España. Desde entonces, una vez transferidas las competencias ambientales, las distintas Comunidades han ido sacando sus propias legislaciones nombrando sus correspondientes órganos ambientales. Desde 1986 se han multiplicado las leyes autonómicas que con la flexibilidad del Anexo II de la directiva del Consejo han aceptado un mayor número de supuestos a las que aplicar la E.I.A. que la realizada por el Estado.

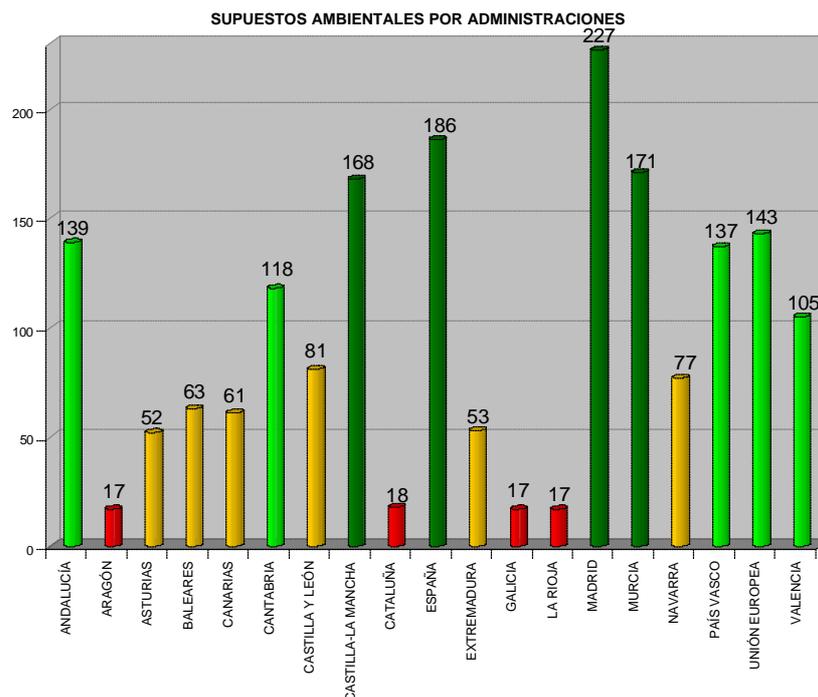
Gráfico 1: Evolución del Número de leyes sobre E.I.A. por años



La tendencia creciente experimentada de 1985 a 1991 se interrumpió súbitamente durante 1992 y 1993 cuando sólo surgió un Decreto Foral en Navarra. 1994 supuso el

año de su recuperación y un año después se disparó el número de leyes concernientes a la E.I.A. con 15 edictos. Entre este año y 1998 se mantuvo una media de 5 disposiciones anuales. En 1999 se produce un segundo máximo con 11 nuevas leyes. El año 2000 sin embargo sólo ha originado 4 leyes sobre E.I.A. Pese a carecer aún de un reglamento que aclare algunos de los puntos pendientes, sus nuevas condiciones supondrán evidentemente una cascada de reacciones en las autonomías para armonizar las posiciones nacionales. En el 2001 además se espera la aprobación de nuevas directivas europeas que doten aún de mayor variedad a las posibilidades de aplicación de la Evaluación, como la estratégica o la participación pública.

Gráfico 2: N° de supuestos de actividades sujetas a E.I.A. por administraciones



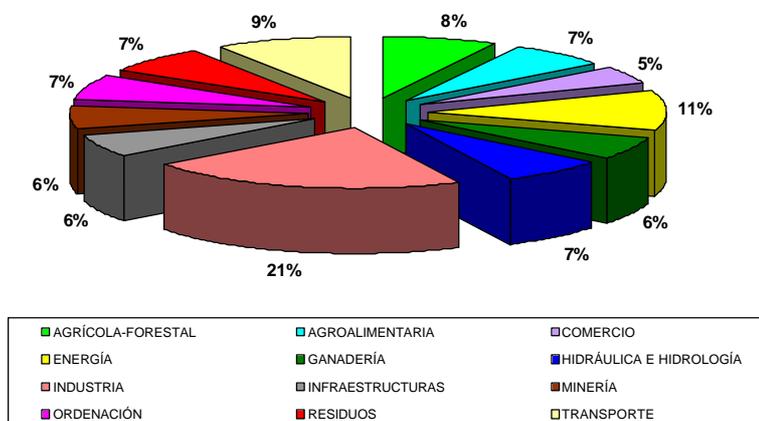
Existen 4 grupos de Administraciones según el número de supuestos a E.I.A. En un primer escalón tenemos a las 4 Comunidades que no han sumado ninguna actividad a las reflejadas por el RD 1302 en 1986. La siguiente fase se encuentra entre los 50 y los 100 supuestos con 6 Comunidades Autónomas. La Unión Europea encabeza junto a otras 4 autonomías a las administraciones que abarcan entre 100 y 150 actuaciones. Por último están las que han rebasado este límite. Entre ellas se haya España que con su último Real Decreto ha superado en mucho el contenido del anterior. La Comunidad de Madrid es además la que debido a sus tres niveles alcanza la cifra de 227 tipologías.

De los 1850 supuestos incluidos en la base de datos más de una quinta parte, 403, están centradas en las actuaciones del sector industrial. El sector energético alcanza la segunda posición con prácticamente la mitad de las actividades. Las infraestructuras de transporte son terceras en importancia para los supuestos sujetos a Evaluación con 167. A partir de aquí los otros 9 sectores varían entre el 8% de las industrias agroalimentarias y el 5% del comercio.

Una de las aportaciones desarrollada por las autonomías ha sido la aparición de diferentes niveles de evaluación. Si consideramos la E.I.A. como el expediente básico obligatorio se han considerado procedimientos más rápidos para actuaciones con menor trascendencia. Ese nivel ha recibido el nombre de informe y requiere un menor detalle

de estudio ambiental y unos plazos menores a la Evaluación. Aún más abajo se encuentra la Calificación. Esta se reduce a un proceso de permiso municipal o supramunicipal para ciertas actividades de ámbito muy local. El estudio es aún más simplificado y supone un menor número de pasos a seguir en la obtención de la licencia para comenzar la actividad.

Gráfico 3: Distribución por sectores de la base de datos de legislación sobre E.I.A.



En el extremo contrario se encuentra la Evaluación Estratégica. Esta se aplica al nivel superior por encima de las actuaciones dentro del ámbito de los Planes, Políticas y Programas. Aunque se encuentra pendiente de una propuesta de directiva europea y su futura aplicación en España se recoge en el RDL 9/2000 este nivel sólo se ha planteado en 3 Autonomías hasta el momento.

Tabla 8: Equivalencia entre tipos de E.I.A. y niveles

TIPO POR NOMBRES	Equivalente a ESTRATÉGICA	Equivalente a EVALUACIÓN obligatoria	Equivalente a INFORME	Equivalente a CALIFICACIÓN	
ANDALUCÍA	Evaluación Estratégica de Planes y Programas de Impacto Ambiental Evaluación Ambiental Previa de Planes y Programas	Evaluación de Impacto Ambiental	Informe Ambiental	Calificación Ambiental	
ARAGÓN		Evaluación de Impacto Ambiental			
ASTURIAS		Evaluación de Impacto Ambiental	Evaluación Preliminar de Impacto Ambiental	Evaluación básica de Impacto Ecológico	
BALEARES		Evaluación de Impacto Ambiental detallada	Evaluación de Impacto Ambiental simplificada		
CANARIAS		Evaluación de Impacto Ambiental	Evaluación detallada de Impacto Ecológico		
CANTABRIA		Evaluación de Impacto Ambiental	Estimación de Impacto Ambiental		
CASTILLA Y LEÓN			Evaluación Ordinaria de Impacto Ambiental	Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental	
CASTILLA-LA MANCHA			Evaluación de Impacto Ambiental obligatoria	Evaluación de Impacto Ambiental simplificada	
CATALUÑA			Evaluación de Impacto Ambiental		
ESPAÑA			Evaluación de Impacto Ambiental obligatoria	Evaluación de Impacto Ambiental caso a caso	
EXTREMADURA			Estudio de Impacto Ambiental Detallado	Estudio de Impacto Ambiental Simplificado	
GALICIA			Evaluación de Impacto Ambiental		
LA RIOJA			Evaluación de Impacto Ambiental		
MADRID			Evaluación de Impacto Ambiental	Calificación Ambiental por la Agencia de Medio Ambiente	Calificación Ambiental por Competencia Municipal
MURCIA			Evaluación de Impacto Ambiental	Calificación Ambiental por Competencia Municipal	

NAVARRA	Evaluación Conjunta de Impacto Ambiental	Evaluación de Impacto Ambiental	Estudio de Afecciones Medioambientales
PAÍS VASCO		Evaluación Individualizada de Impacto Ambiental	Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental
UNIÓN EUROPEA		Evaluación de Impacto Ambiental obligatoria	Evaluación de Impacto Ambiental optativa
VALENCIA		Evaluación de Impacto Ambiental	Estimación de Impacto Ambiental

Unos de los problemas a la hora de sistematizar y comparar las legislaciones sobre evaluación de impacto ambiental es la diferente terminología usada para nombrar a los distintos niveles de evaluación. En la tabla siguiente se adjudican los nombres acuñados en cada administración con su nivel correspondiente. Se han utilizado 4 niveles que jerárquicamente se ordenan como estratégica, evaluación, informe y calificación. Esta ordenación está basada en la disminución progresiva en cuanto al alcance de la actividad y a la correspondiente simplificación del procedimiento. Si la estratégica puede adjudicarse a los Planes, Políticas y Programas, la evaluación a los proyectos de gran alcance, los informes a ampliaciones de los anteriores o de menor ámbito ambiental y finalizando por una calificación utilizada para valorar actividades locales y prácticamente de índole comercial.

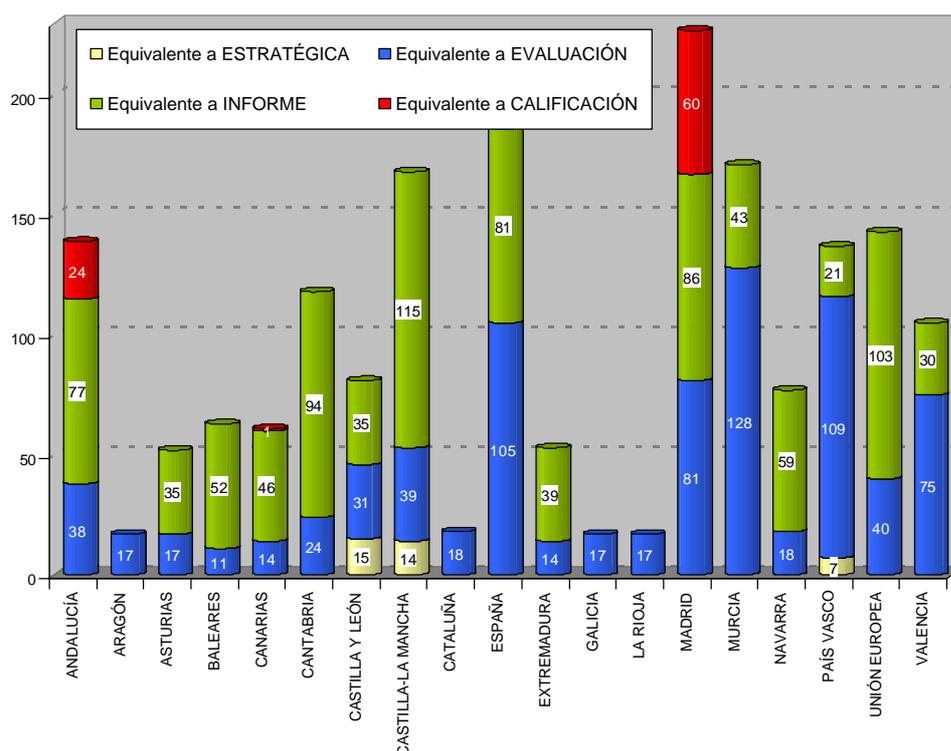
Inicialmente se parte de una Evaluación de Impacto Ambiental Obligatoria, tal y como la plasmó en su momento la Unión Europea en su Directiva de 1985. Paralelamente se propone una lista, el anexo II, donde se deja a los países miembros la posibilidad de incorporar unos nuevos supuestos al procedimiento. Entre ambas E.I.A. sólo existe la diferencia de su aceptación o no por las administraciones involucradas. En caso de ser aceptadas, el procedimiento sería exactamente el mismo que el de la E.I.A. Esta posibilidad no se planteaba en territorio español hasta la reforma legislativa del 2000. Sin embargo el estado español sí cambia el procedimiento. Los supuestos del anexo II, los denominados caso a caso, pasan una criba previa por la que se decide si cada actuación es sometida a E.I.A. o no. Esta variación en el procedimiento ha hecho que finalmente sea incluida, aunque con esta discusión previa, dentro del grupo correspondiente a informes, puesto que en caso de pasar el estudio preliminar no existiría E.I.A. Esto resulta por tanto casi un procedimiento simplificado comparable al citado informe.

Desde la transferencia de las competencias ambientales a las Comunidades Autónomas éstas comenzaron a desarrollar su propia legislación. Las principales aportaciones surgieron con la definición de subtipos de evaluación. El nivel de informe fue el más aceptado para realizar análisis más rápidos de proyectos considerados de menor relevancia. Este nivel simplificado se aplicaba a actividades de rango inferior o a los mismos proyectos pero bajo condiciones diferentes. Estos supuestos con rangos delimitaban muchas veces la inclusión en uno u otro proceso según se superasen unos límites establecidos. Los parámetros usados podían ser de localización, como encontrarse dentro de un perímetro protegido legalmente o por razones inherentes a la propia actividad, como superar una determinada producción o dimensión. Este mismo sistema se utilizó para proponer en algunas comunidades el más sencillo de los procedimientos evaluadores, la calificación.

Al tiempo que se simplificaban los procedimientos administrativos también comenzó a surgir la preocupación por el establecimiento de una aplicación de la evaluación a una escala superior a la E.I.A. tradicional de proyectos. La EPPP (Evaluación de Planes, Políticas y Programas) o SEA (Evaluación Ambiental Estratégica) pretende aplicar los conceptos ambientales a la fase previa a los proyectos

en los que se pueden detectar impactos y establecer correcciones que en los proyectos resulta demasiado tarde. El implicar principios ecológicos en las decisiones políticas relativas al planeamiento y la ordenación permite que la ejecución de proyectos se realicen una vez superados los impactos más generales pero más difíciles de variar cuando se han proyectado las obras. Evitar reconsideraciones en fases tardías es el objetivo principal de este tipo de evaluación mediante la aceptación de unos preceptos ambientales en el proceso de toma de decisiones. Mientras que la Unión Europea sigue preparando una directiva sobre el tema, algunas Comunidades como Castilla y León, País Vasco y Castilla-La Mancha han asumido una evaluación estratégica para sus Planes de Ordenación General.

Gráfico 4: Subtipos de E.I.A. por Administraciones



En el gráfico superior se puede ver la distribución de supuestos de cada legislación ambiental en base a estos cuatro niveles de evaluación. Así nos encontramos con Administraciones con un solo nivel (a falta de actualizarse con la nueva ley estatal), con 2 o con 3. La única combinación de dos es la de Evaluación con Informe, nunca con las otras dos posibles. Ninguna ha incorporado los cuatro niveles. Si se acepta la Evaluación Estratégica al parecer no se plantea la Calificación.

Para una mayor extensión sobre las distintas actividades relacionadas con los proyectos de regadío, refiérase al **ANEXO 4**. En él se desglosan las leyes europeas, estatales y autonómicas sobre EIA, así como los supuestos contemplados en dichas legislaciones y que pueden encontrarse dentro de los proyectos de transformación en riego.

A su vez en el **ANEXO 5** se listan las leyes temáticas que afectan de un modo u otro al Programa de Vigilancia Ambiental del PNR.

7.2 DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL DE REGADÍOS

7.2.1 Introducción

Según “Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental” en su Artículo 18. Declaración de Impacto Ambiental, dice:

La declaración de impacto ambiental determinará, a los solos efectos ambientales, la conveniencia o no de realizar el proyecto, y en caso afirmativo, fijará las condiciones en que debe realizarse.

Las condiciones, además de contener especificaciones concretas sobre protección del medio ambiente, formarán un todo coherente con las exigidas para la autorización del proyecto: se integrarán, en su caso, con las previsiones contenidas en los planes ambientales existentes; se referirán a la necesidad de salvaguardar los ecosistemas y su capacidad de recuperación.

Las condiciones a que se refiere el apartado 1 de este artículo deberán adaptarse a las innovaciones aportadas por el progreso científico y técnico que alteren la actividad autorizada, salvo que por su incidencia en el medio ambiente resulte necesaria una nueva Declaración de Impacto

La Declaración de Impacto Ambiental incluirá las prescripciones pertinentes sobre la forma de realizar el seguimiento de las actuaciones de conformidad con el programa de vigilancia ambiental

En su Artículo 26. Objetivos de la vigilancia, dice:

- La vigilancia del cumplimiento de lo establecido en la Declaración de Impacto tendrá como objetivos:
- Velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el proyecto y según las condiciones en que se hubiere autorizado.
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en la Declaración de Impacto.
- Verificar la exactitud y corrección de la Evaluación de Impacto Ambiental realizada.

En su Artículo 27. Valor del condicionado ambiental, dice:

- A todos los efectos, y en especial a los de vigilancia y seguimiento del cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental, el condicionado de ésta tendrán el mismo valor y eficacia que el resto del condicionado de la autorización.

7.2.2 Listado de DIA del regadío realizadas por el MIMAM

MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 30-7-2001. Plan coordinado para la transformación en regadío de la zona regable del IV tramo del canal de Monegros (Huesca). Segunda parte (sector II). BOE. 5-9-2001

MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 3-7-2001. Proyecto de construcción del embalse de La Verné, regulador de la acequia de Sora, término municipal de

Ejea de los Caballeros (Zaragoza). Comunidad General de Regantes del Canal de Bárdenas. BOE. 25-7-2001

MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 19-10-2000. Proyecto de plan coordinado de obras de la fase IV, segunda parte de la zona regable de Bárdenas II, Cuenca del Arba (Zaragoza), Sector XVII y XVIII de la Confederación Hidrográfica del Ebro. MAPA. Departamento de Agricultura, Dirección General de Estructuras Agrarias de la Diputación General de Aragón. BOE. 23-11-2000

MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 24-1-2000. Proyecto de Azud de Derivación y Conducción Principal de la Zona Regable del río Adaja (Ávila) y del Plan de Transformación Económica y Social de la Zona Regable del río Adaja (Ávila). Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del MIMAM. Dirección General de Estructuras Agrarias de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. BOE. 11-2-2000

MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 17-5-1999. Proyecto de canal de Navarra y la transformación de sus zonas regables. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Gobierno de Navarra. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Dpto. de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. BOE. 20-5-1999

MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 14-1-1999. Proyecto de Balsa Reguladora de la Acequia Mayor de Riego de Piñana (Lérida). Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. BOE. 5-2-1999

MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 22-9-1997. Plan coordinado para la transformación en regadío de los sectores I, II, III y IV de la zona regable de la margen izquierda del Tera (Zamora). Dirección General de Planificación y Desarrollo Rural. BOE. 1-11-1997

MOPTMA. Dirección General de Política Ambiental. Resolución 19-5-1994. Plan coordinado para la transformación en regadío de la Zona Centro de Extremadura 1ª fase. Dirección General de Obras Hidráulicas. BOE. 29-6-1994

7.2.3 Zonas regables incluidas en los programas de actuación del PNR con DIA

Se han encontrado ocho Declaraciones de Impacto Ambiental para transformaciones en regadío publicadas en el Boletín Oficial del Estado. De las mismas, cinco DIA corresponden a regadíos en ejecución, contenidos en el programa de actuación Regadíos en Ejecución del Plan Nacional de Regadíos.

Superficie (ha) de las zonas regables:

Zona Regable	Dominada	Regable	Regada 97	H - 2008	H > 2008
Monegros I (4º tramo)	4.617	1.699	1.358	341	0
Bárdenas II	48.456	27.355	11.392	6.045	9.918
Canal de Navarra	78.826	57.713	0	5.707	52.006
Margen Izquierda del Tera	17.000	10.403	1.461	2.479	6.463
Centro de Extremadura	27.000	13.831	0	9.008	4.823

Las zonas “Canal de Navarra” y “Centro de Extremadura”, a fecha de 1997, tienen una superficie regada nula, correspondiendo su ejecución al horizonte 2008, incluso más

allá del mismo, especialmente en “Canal de Navarra”, por lo que aún no pueden vigilarse las afecciones ambientales derivadas de su ejecución y explotación. En cambio, otras zonas como “Monegros I (4º tramo)”, con una superficie regada del 80% en 1997, sí permiten una primera valoración ambiental de su ejecución final. La zona “Bárdenas II” destaca por la entidad de la superficie regada, 11.392 en 1997, por lo que podemos asociar esta gran superficie a determinados efectos ambientales. La zona “Margen Izquierda del Tera” sería un caso intermedio en el que ya existe una superficie regada superior a “Monegros I (4º tramo)” y en cambio sólo es del 14% de la prevista, lo que permite ir ajustando la vigilancia ambiental a su ejecución.

7.2.4 Esquema de contenido de las DIA

El contenido completo de las citadas DIA se encuentra en el **ANEXO 6** de este trabajo.

7.2.4.1 Zona Centro de Extremadura 1ª fase

MOPTMA. Dirección General de Política Ambiental. Resolución 19-5-1994. Plan coordinado para la transformación en regadío de la Zona Centro de Extremadura 1ª fase. Dirección General de Obras Hidráulicas. BOE. 29-6-1994

7.2.4.1.1 Declaración de Impacto Ambiental:

- Protección de ecosistemas naturales
- Vegetación de ribera
 - dragado y encauzamiento de ríos y arroyos
- Avifauna
 - no afectar a la ZEPA
 - no ensanchar camino
 - mejor alternativa de trazado de línea eléctrica
 - no transformar el uso del suelo en:
 - zonas sensibles
 - parte de sectores de riego
 - respetar las encinas
- Secuencia en la realización de las obras de transformación
 - minimizar efectos adversos en la fauna
- Prevención de la erosión y recuperación paisajística de la obra
 - recomendaciones hechas en el EsIA
 - implantación de arbustos autóctonos en lindes, bordes de caminos y zanjas
 - recuperación de los lugares de vertido
- Seguimiento y vigilancia
 - población de animales protegidos

- siniestro de aves en tendidos eléctricos
- contaminación de las aguas por fertilizantes y fitosanitarios
- Documentación adicional
 - proyecto de medidas contra erosión y recuperación ambiental e integración paisajística de la obra
- PVA referido al seguimiento y vigilancia
- Financiación de medidas correctoras
 - medidas correctoras
 - PVA

7.2.4.1.2 Conclusión hecha en la DIA

Analizada la documentación presentada se considera que para que el proyecto de regadío pueda ser compatible con el uso razonable de los recursos ambientales de la zona en que se ubica, deberá cumplir lo condicionado en la presente DIA.

7.2.4.2 Sectores I, II, III y IV de la zona regable de la margen izquierda del Tera

MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 22-9-1997. Plan coordinado para la transformación en regadío de los sectores I, II, III y IV de la zona regable de la margen izquierda del Tera (Zamora). Dirección General de Planificación y Desarrollo Rural. BOE. 1-11-1997

7.2.4.2.1 Declaración de Impacto Ambiental:

- Protección de ecosistemas
 - periodo de menor actividad biológica para las obras de dragado y encauzamiento de ríos y arroyos
 - especialista en medio natural para que las obras causen el mínimo efecto
- Secuencia en la realización de las obras de transformación
 - minimizar efectos adversos en la fauna
- Defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra
 - zonas de préstamo y vertederos
 - márgenes de arroyo
 - viario de acceso a obras y red de caminos
 - parque de maquinaria y zonas auxiliares
- Protección del patrimonio cultural
 - trazado definitivo del canal y las acequias por existencia de yacimientos arqueológicos
- Seguimiento y vigilancia

- actuaciones realmente ejecutadas en protección de ecosistemas, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra, y protección del patrimonio. (informe previo a la emisión del acta de recepción de las obras)
- estado y evolución de la áreas de recuperación referentes al EsIA y de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra
- evolución de calidad de aguas, suelo, vegetación y fauna referidos en el EsIA
- Documentación adicional
 - trazado definitivo del canal y acequias
 - localización de vertederos
 - proyecto de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra
- PVA referido al seguimiento y vigilancia
- Financiación de medidas correctoras
 - medidas correctoras
 - PVA

7.2.4.2.2 Conclusión hecha en la DIA

La ejecución y explotación de dicho proyecto deberá observar las recomendaciones y medidas correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental y deberán cumplir las condiciones establecidas en la presente DIA.

7.2.4.3 Canal de Navarra y la transformación de sus zonas regables

MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 17-5-1999. Proyecto de canal de Navarra y la transformación de sus zonas regables. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Gobierno de Navarra. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Dpto. de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. BOE. 20-5-1999

7.2.4.3.1 Metodología por potenciales impactos significativos señalados en la EIA

- Fauna esteparia
 - exclusión de espacios en la transformación
- Espacios protegidos
 - exclusión de sus zonas periféricas
 - exclusión de sus cuencas de recarga
 - cuidado en la construcción de sifones elevados con la vegetación de ribera
 - zanja de alta transmisividad para el canal en la zona que atraviesa el acuífero que alimenta laguna

- Patrimonio arqueológico
 - traslado de cazoletas
 - medidas para el resto
- Canal sobre vegetación y su efecto barrera
 - trazado por un extremo del coscojar
 - provisión de pasos para ganado y maquinaria
- Canteras, zonas de préstamo y vertederos
 - explotaciones de canteras con autorización
 - localización de zonas de préstamo en zonas sin problemas
 - localización del vertedero en zonas sin problemas
- Calidad de las aguas
 - reglamentación de los productos empleados
 - lagunas endorreicas excluidas de la transformación

7.2.4.3.2 Conclusión hecha en la DIA

Se considera que el proyecto, con la documentación aportada por los promotores a los efectos de determinar la conveniencia o no de su realización, incluidas las razones por las que atienden o no las alegaciones formuladas en la información pública, y habida cuenta de cuales de ellas atienden, no presenta potenciales impactos significativos residuales aplicando las medidas correctoras y el programa de vigilancia ambiental que presentan en su estudio de impacto ambiental, por lo que se declara ambientalmente viable.

7.2.4.4 Fase IV, segunda parte de la zona regable de Bárdenas II, Cuenca del Arba

MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 19-10-2000. Proyecto de plan coordinado de obras de la fase IV, segunda parte de la zona regable de Bárdenas II, Cuenca del Arba (Zaragoza), Sector XVII y XVIII de la Confederación Hidrográfica del Ebro. MAPA. Departamento de Agricultura, Dirección General de Estructuras Agrarias de la Diputación General de Aragón. BOE. 23-11-2000

7.2.4.4.1 Metodología por consideraciones al proyecto, medidas correctoras y programa de vigilancia ambiental

- Proyecto
 - corredores de vegetación natural para el tránsito faunístico
 - establecimiento de dos zonas húmedas mediante acondicionamiento de balsas
 - revegetación de desagües y barrancos
- Medidas correctoras
 - cuidado de yacimientos arqueológicos

- cuidado de vías pecuarias
- buena práctica ambiental en la construcción
- PVA
 - control de la contaminación por fitosanitarios y fertilizantes
 - sobre la calidad de las aguas
 - sobre la vegetación natural
 - sobre la fauna asociada
 - utilización de parámetros indicadores de alerta
 - emisión de informes sobre el cumplimiento de lo pronosticado

7.2.4.4.2 Conclusión hecha en la DIA

No se observan potenciales impactos adversos residuales significativos sobre el medio ambiente por la ejecución de este proyecto con el diseño, controles y medidas correctoras propuestas por los promotores y las aceptadas para dar satisfacción a las demandas surgidas en las alegaciones (dichas alegaciones no suponen una preocupación medioambiental).

7.2.4.5 Zona regable del IV tramo del canal de Monegros

MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 30-7-2001. Plan coordinado para la transformación en regadío de la zona regable del IV tramo del canal de Monegros (Huesca). Segunda parte (sector II). BOE. 5-9-2001

No se añade información alguna en la DIA sobre lo que figure en el proyecto y EsIA

7.2.4.5.1 Conclusión hecha en la DIA

No se observan potenciales impactos adversos residuales significativos sobre el medio ambiente por la construcción de este proyecto con el diseño, controles y medidas correctoras presentadas por el promotor y lo que prevé hacer en función de los datos reales a obtener en el Programa de Vigilancia que va a realizar.

7.2.5 Conclusiones sobre las DIA analizadas

Mera enumeración de puntos a considerar, lo que implica una indefinición de los límites ambientales afectados y del problema concreto de la zona de estudio que permita ligar un correcto y oportuno Programa de Vigilancia Ambiental

Evolución hacia una menor especificación de condicionantes en la DIA y una mayor referencia a lo establecido en el proyecto y el EsIA

Si se pretende enlazar un PVA, dado lo poco o nada que dicen las DIA, no queda más remedio que acudir a los EsIA, encontrando como mayores dificultades su heterogeneidad y escasa definición del programa de vigilancia ambiental.

Redundancia al incluir cuestiones ya determinadas por, baste como ejemplo el hecho de especificar que deben financiarse las medidas correctoras y el programa de vigilancia ambiental, y al mismo tiempo, incumplimiento de, lo establecido en el propio

Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental”, particularmente en lo contemplado en su “Artículo 18. Punto 4. La Declaración de Impacto Ambiental incluirá las prescripciones pertinentes sobre la forma de realizar el seguimiento de las actuaciones de conformidad con el programa de vigilancia ambiental”

7.2.6 Modelo de sistematización de información de DIA

E	T	N	B	M
MOPTMA. Dirección General de Política Ambiental. Resolución 19-5-1994. Plan coordinado para la transformación en regadío de la Zona Centro de Extremadura 1ª fase. Dirección General de Obras Hidráulicas. BOE. 29-6-1994	MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 22-9-1997. Plan coordinado para la transformación en regadío de los sectores I, II, III y IV de la zona regable de la margen izquierda del Tera (Zamora). Dirección General de Planificación y Desarrollo Rural. BOE. 1-11-1997	MIMAM. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Resolución 17-5-1999. Proyecto de canal de Navarra y la transformación de sus zonas regables. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Gobierno de Navarra. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Dpto. de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. BOE. 20-5-1999	MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 19-10-2000. Proyecto de plan coordinado de obras de la fase IV, segunda parte de la zona regable de Bárdenas II, Cuenca del Arba (Zaragoza), Sector XVII y XVIII de la Confederación Hidrográfica del Ebro. MAPA. Departamento de Agricultura, Dirección General de Estructuras Agrarias de la Diputación. General de Aragón. BOE. 23-11-2000	MIMAM. Secretaría General de Medio Ambiente. Resolución 30-7-2001. Plan coordinado para la transformación en regadío de la zona regable del IV tramo del canal de Monegros (Huesca). Segunda parte (sector II). BOE. 5-9-2001

La sistematización de esta información implicaría una tabla de doble entrada, por un lado de los aspectos contemplados en la DIA:

- Factores del medio
- Proyecto y sus Acciones
- Medidas Correctoras
- Programa de Vigilancia Ambiental
- Documentación adicional

Y por otro, de las acciones propuestas en dicha declaración para cada aspecto.

PVA: programa de vigilancia ambiental; M-C: medidas correctoras; D-A: documentación adicional

Aspectos contemplados ⇒	Factores del medio									Proyecto y sus acciones							M-C	PVA		D-A	
	Ríos y arroyos	Desagües y barrancos	Agua	Vegetación de ribera	Fauna	Yacimiento arqueológico	Vías pecuarias	Espacios protegidos	Factores del Es/IA	Canal y acequias	Sifones elevados	Línea eléctrica	Red de caminos	Vialto de acceso obra	Vertedero	Zonas de préstamo		Parque de maquinaria	Parámetros indicadores alerta		Informes cumpl. pronosticado
Acciones propuestas ↓																					
Trazado de alternativas										TN		E									T
Localización															N	N					T
Recuperación ambiental				T					E				T	T	ET	T	T				ET
Integración paisajística				T					E				T	T	T	T	T				ET
Medidas contra la erosión		B		T					E				T	T	T	T	T				ET
Especialista en medio natural					T																
Provisión de pasos para fauna										N											
Zanja de alta transmisividad										N											
Cuidado en la construcción											N							B			
Exclusión de espacios					EN																
Secuencia minimizadora					ETN			N													
Traslado de cazoletas						N															
Reglamentación de productos			N																		
Dragado y encauzamiento	ET																				
Seguimiento y vigilancia			E		E				T									T			ET
Financiación																		ET			ET
Respetar arbolado					E																
Control contam. fitos. - fertil.																			B	B	
Corredores vegetación natural					B																
Establec. zonas húmedas					B																
M-C						B	B														
Documentación adicional																					ET

8 CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS

La contaminación por nitratos representa una de las causas más comunes de deterioro de la calidad de las aguas, siendo un problema compartido por todos los Estados miembros de la Unión Europea. Esta contaminación tiene su origen, en la mayoría de las ocasiones, en fuentes difusas, manifestándose especialmente en un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas, así como en la eutrofización de los embalses, estuarios y aguas litorales.

En los últimos años se ha potenciado una agricultura intensiva basada en la disponibilidad de fertilizantes sintéticos de alto rendimiento y en el cultivo de especies vegetales de rápido crecimiento y de creciente rentabilidad para el agricultor. Este rápido e intenso desarrollo agrícola, al igual que ha ocurrido con la actividad industrial ha generado una serie de efectos nocivos con implicaciones medioambientales negativas. También en lo referente a la ganadería, el volumen y el número de estabulaciones ha aumentado de forma considerable, constituyendo una fuente potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas por compuestos nitrogenados.

Para paliar este problema, la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura, incluye dos objetivos fundamentales:

- Reducir la contaminación causada o provocada por los nitratos de origen agrario.
- Actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase.
- Esta Directiva obliga a cada uno de los Estados miembros a:
 - Identificar las aguas afectadas (o que podrán verse afectadas) por la contaminación.
 - Designar zonas vulnerables (aquellas superficies que contribuyan a la contaminación cuya escorrentía fluya hacia las masas de agua afectadas).
 - Elaborar códigos de buenas prácticas agrarias que podrán poner en efecto los agricultores de forma voluntaria.
 - Establecer unos programas de acción respecto a las zonas vulnerables designadas, cuya eficacia ha de ser evaluada mediante programas de control adecuados.
- La Directiva 91/676/CEE fue transpuesta al Estado Español mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

8.1 CONTENIDO DE LOS CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS

El contenido que deberán tener los códigos de buenas prácticas aparece reflejado en la propia Directiva 91/676/CEE en su Anexo II. Esta Directiva establece una serie de puntos, de carácter obligatorio, para la consecución del objetivo de reducir la contaminación provocada por nitratos. También recomienda la inclusión de otras medidas, que si bien satisfacen dicho objetivo, implican, a su vez, una mejora en la conservación de los suelos agrícolas, en particular, una reducción de la erosión hídrica. En todo caso, las implicaciones ambientales del mundo agrario abarcan otras muchas cuestiones, a parte de la contaminación por nitratos, que no quedan contempladas.

Los puntos que contempla dicho Anexo II “Códigos de Buenas Prácticas Agrarias” son los siguientes:

- El código o los códigos de buenas prácticas agrarias, cuyo objetivo sea reducir la contaminación provocada por los nitratos y tener en cuenta las condiciones de las distintas regiones de la Comunidad, deberían contener disposiciones que contemplen las siguientes cuestiones, en la medida en que sean pertinentes:
 - los períodos en que no es conveniente la aplicación de fertilizantes a las tierras
 - la aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos inclinados y escarpados;
 - la aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos hidromorfos, inundados, helados o cubiertos de nieve;
 - las condiciones de aplicación de fertilizantes a tierras cercanas a cursos de agua;
 - la capacidad y el diseño de los tanques de almacenamiento de estiércol, las medidas para evitar la contaminación del agua por escorrentía y filtración en aguas superficiales o subterráneas de líquidos que contengan estiércol y residuos procedentes de productos vegetales almacenados como el forraje ensilado;
 - procedimientos para la aplicación a las tierras de fertilizantes químicos y estiércol que mantengan las pérdidas de nutrientes en las aguas a un nivel aceptable, considerando tanto la periodicidad como la uniformidad de la aplicación.
- Los Estados miembros también podrán incluir las siguientes cuestiones en su(s) código(s) de buenas prácticas agrarias:
 - la gestión del uso de la tierra con referencia a los sistemas de rotación de cultivos y a la proporción de la superficie de tierras dedicada a cultivos permanentes en relación con cultivos anuales;
 - el mantenimiento durante períodos (lluviosos) de un manto mínimo de vegetación que absorba el nitrógeno del suelo que, de lo contrario, podría causar fenómenos de contaminación del agua por nitratos;
 - el establecimiento de planes de fertilización acordes con la situación particular de cada explotación y la consignación en registros del uso de fertilizantes;
 - la prevención de la contaminación del agua por escorrentía y la filtración del agua por debajo de los sistemas radicales de los cultivos en los sistemas de riego.

8.2 LOS CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN CADA CC.AA.

Una vez transpuesta la Directiva 91/676/CEE al Estado Español mediante el Real Decreto 261/1996, cada Comunidad Autónoma ha ido publicando su propio código de buenas prácticas agrarias (Véase **ANEXO 7**).

- Aragón: Decreto 77/1997 de 27 de mayo por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias y se designan determinadas áreas zonas a la contaminación de aguas por nitratos procedentes de actividad agraria. (BOA 66 de 11 de junio de 1997).
- Andalucía: Decreto 261/1998 de 15 de diciembre por el que se designan zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedente de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA 5, de 12 de enero de 1999).
- Asturias: Resolución del 4 de marzo del 1999 por la que se modifica la Resolución del 26 de mayo 1997 por la que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias (BOPA 64, de 18 de marzo de 1999).
- Baleares: Orden de 24 de febrero de 2000 de designación de las zonas vulnerables en relación con la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrícolas y Programa de Actuación en materia de seguimiento y control del dominio público hidráulico (BO Baleares núm. 31, de 11 de marzo de 2000).
- Canarias: Orden de 11 de febrero de 2000, por la que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma de Canarias (BO Canarias núm. 23, de 23 de febrero de 2000).
- Canarias: Decreto 49/2000, de 10 de abril, por el que se determinan las masas de agua afectadas por la contaminación de nitratos de origen agrario y se designan las zonas vulnerables por dicha contaminación (BO Canarias núm. 48, de 19 de abril de 2000).
- Castilla y León: Decreto 109/1998 de 11 de junio por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias (BOCyL 112 de 16 de junio de 1998).
- Castilla la Mancha: Resolución del 24 de septiembre de 1998 por la que se hace público el Código de Buenas Prácticas Agrarias de Castilla La Mancha para la protección de aguas contra la contaminación de nitratos de origen agrario (BOCM 46 de 1 de octubre de 1998).
- Cataluña: Orden 22 de octubre de 1999 del Código de Buenas Prácticas Agrarias en relación al nitrógeno (DOGC 2761 de 9 de noviembre de 1998).
- Cataluña: Decreto 283/1998, de 21 de octubre, de designación de las zonas vulnerables en relación con la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias (DOGC núm. 2760, de 6 de noviembre de 1998).
- Extremadura: Orden de 30 de noviembre de 1999, sobre declaración de inexistencia de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Extremadura (DO Extremadura núm. 147, de 16 de diciembre de 1999).
- Extremadura: Orden del 24 de noviembre de 1998 por la que se publica el Código de Buenas Prácticas Agrarias (DOE 141 de 10 de diciembre 1998).
- Galicia: Orden del 7 de septiembre de 1999 por la que se aprueba el Código Gallego de Buenas Prácticas Agrarias (DOG 181, de 17 de septiembre de 1999).

- La Rioja: Resolución de 2559/1999 por la que se hace público el Código de Buenas Prácticas Agrarias para la protección de aguas contra la contaminación por nitratos de origen agrario.(BOLR 156, de 23 de diciembre de 1999).
- Madrid: Resolución del 4 de febrero de 1999 por la que se publica el Código de Buena Prácticas Agrarias (BOCM 41 de 18 de febrero de 1999).
- Murcia: Orden de 31 de marzo de 1998 por la que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias (BORM 85 de 15 de abril de 1998).
- Navarra: Orden Foral de 22 de noviembre de 1999, por la que se procede a la publicación de la aprobación del Código de Buenas Prácticas Agrarias de Navarra (BO Navarra núm. 155,de 13 de diciembre de 1999; corrección de errores BO Navarra núm. 19, de 11 de febrero de 2000).
- País Vasco: Orden de 18 de diciembre de 2000 por la que se aprueba el plan de actuación sobre las zonas declaradas vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria (BOPV núm. 247, de 28 de diciembre de 2000).
- País Vasco: Decreto 390/1998, de 22 de diciembre, por el que se dictan normas para la declaración de Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma del País Vasco (BOPV núm. 18, de 27 de enero de 1999).
- Valencia: Orden de 29 de marzo de 2000, por la que se aprueba el Código Valenciano de Buenas Prácticas Agrarias (DOGV núm. 3727, de 10 de abril de 2000).
- Valencia: Decreto 13/2000, de 25 de enero, del Gobierno Valenciano, por el que se designan, en el ámbito de la Comunidad Valenciana, determinados municipios como zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias (DOGV núm. 3677, de 31 de enero de 2000).

8.3 RECOMENDACIONES A LOS CÓDIGOS DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS EN EL REGADÍO

La integración ambiental de la agricultura implica un estilo, una forma de entender y de aproximarse a los problemas y sus soluciones. En este sentido, una actividad no está bien gestionada si no configura un único sistema con su entorno; actividad y entorno no son entidades contrapuestas sino aspectos indisolubles de una única realidad.

La integración ambiental de una actividad puede aplicarse de forma preventiva, en las fases de planificación y proyectos, pero también puede entenderse en el sentido de actuar de forma correctiva para dar a la actividad coherencia con su entorno, para formar un todo con éste y con los diferentes factores ambientales que lo forman.

La idea de integración del conjunto de prácticas y actuaciones agroambientales no determina una agricultura propia de enfoques ecologistas, sino que se trata de una agricultura profesional, productiva y moderna, que cumple las tres condiciones básicas que se le exige a cualquier actividad en el momento actual:

- Ser económicamente viable

- Ser socialmente útil y aceptable
- Ser ambientalmente sostenible

En este apartado se pretende recopilar una serie de recomendaciones o prácticas agrarias que sigan la tendencia actual de la Política Agraria Común (PAC), la cual ha propiciado programas específicos con el objetivo de favorecer el desarrollo de la agricultura a través de un uso sostenible de los recursos naturales integrando así la agricultura con su entorno.

El objetivo global de la integración ambiental se divide en cinco objetivos generales, relativos a recursos e insumos, emisión de contaminantes, medio natural y paisaje, y seguridad e higiene del agricultor y de la población.

Los objetivos de las recomendaciones a los códigos de buenas prácticas agrarias en el regadío son los siguientes:

- Utilizar racionalmente los recursos e insumos
 - Conservar el suelo como recurso agrario básico
 - Utilizar eficientemente el agua
 - Optimizar la utilización de la energía
 - Racionalizar el uso de fertilizantes
 - Utilizar racional y cuidadosamente los productos fitosanitarios
 - Conservar la diversidad biológica y los recursos genéticos agrícolas
 - Adoptar sistemas de cultivo ambientalmente integrados
- Reducir la contaminación de origen agrario
 - Limitar las emisiones a la atmósfera
 - Reducir la producción de residuos sólidos
 - Minimizar la producción de efluentes líquidos
- Conservar y mejorar el medio
 - Conservar y mejorar los paisajes agrarios
 - Conservar y mejorar los ecosistemas
 - Conservar los procesos ecológicos
 - Conservar las infraestructuras rurales tradicionales
- Mantener unas buenas condiciones de seguridad e higiene del agricultor y de la población
- A continuación, se desarrolla una serie de recomendaciones a los códigos de buenas prácticas sobre aspectos prioritarios del regadío:
 - Conservación del suelo como recurso agrario básico
 - Utilización eficiente del agua de riego

- Racionalización del uso de fertilizantes en el regadío
- Racionalización del uso de fitosanitarios en el regadío
- Medidas preventivas y correctoras en las infraestructuras de regadío

8.3.1 Conservación del suelo como recurso agrario básico

El suelo es esencial en la producción agrícola, soporte del cultivo y reserva de agua y nutrientes. No se trata de un sistema inerte y estable, sino de un sistema complejo con unos componentes físicos, químicos y biológicos interactuando en equilibrio dinámico, sobre el que intervienen diversas prácticas agrícolas

Cualquier acción sobre el suelo debe evitar la degradación de sus componentes.

Las principales alteraciones y efectos negativos derivados de la actividad agraria sobre el suelo permiten subdividir el objetivo general de conservación en los siguientes objetivos específicos:

- Prevenir y corregir la erosión y degradación física del suelo
- Conservar y mejorar las condiciones de fertilidad del suelo
- Conservar el agua del suelo
- Limitar la contaminación del suelo

8.3.1.1 Prevenir y corregir la erosión y degradación física del suelo

8.3.1.1.1 Laboreo de conservación

Las técnicas agrícolas modernas se han desarrollado con labores más rápidas y más agresivas, que actúan pulverizando los agregados del suelo, disgregándolos y deteriorando la estructura del mismo. Estas agresiones repetidas conducen con el tiempo a una compactación e impermeabilización del suelo, haciendo más difícil el crecimiento de los cultivos. El paso continuo de maquinaria pesada sobre el suelo puede conducir en muchos casos a una compactación en profundidad (suela de labor) por acumulación de arcillas procedentes de los procesos de desestructuración.

Ante esta situación se han desarrollado técnicas de laboreo del suelo menos agresivas, alternativas a las tradicionales, englobadas en el denominado laboreo de conservación.

La práctica del laboreo de conservación puede incluir la utilización de técnicas muy variadas tales como laboreo mínimo o laboreo en siembra, cultivo en bandas, cultivo en curvas de nivel y no quemar los rastrojos.

Las recomendaciones prácticas en el laboreo mínimo son las siguientes:

- El ángulo de ataque de las labores superficiales con cultivador, chisel, etc debe ser superior a 90° para evitar los atascos, y las labores se realizarán en ángulo (de 30° a 45°) con las líneas del rastrojo para minimizar los problemas de arrastre de residuos, siendo conveniente la utilización de aperos con tres filas de brazos.
- Se ha de evitar introducir el ganado para pastorear los rastrojos cuando el suelo está húmedo pues crearía problemas de compactación superficial.

En el sistema denominado “no laboreo”, en cultivos herbáceos se deberán considerar los siguientes puntos:

- No se debe realizar en suelos encharcadizos o con alta compactación inicial.
- La decisión de aplicar este sistema de trabajo debe tomarse en el momento de cosechar el cultivo anterior, ya que el manejo de los residuos vegetales es fundamental para llevarlo a buen término.
- Si se va a empacar el residuo vegetal, debe hacerse cuanto antes para retirar la mayor cantidad posible de residuo del suelo.
- Es conveniente aumentar ligeramente la densidad de siembra, entre un 7 y 10% sobre las recomendaciones, para compensar así las pérdidas de semillas producidas por un mal enterrado.
- Durante el cultivo, se prestará especial atención al desarrollo de malas hierbas que es diferente al del laboreo tradicional, ya que al no haber labrado el suelo las semillas que estaban sobre él no se han eliminado.
- Antes de la siembra, de 7 a 10 días, debe darse un tratamiento con herbicidas no residuales para el control de las malas hierbas que se hayan desarrollado desde el cultivo anterior.

8.3.1.1.2 Cultivo en bandas o fajas

El cultivo en bandas consiste en la ordenación de los cultivos de tal forma que se sucedan alternativamente las fajas de terreno descubierto o con escasa vegetación con otras cubiertas de vegetación densa y resistente a la erosión hídrica o eólica.

En los suelos expuestos a la erosión hídrica, las fajas siguen la línea a nivel del terreno. Las sucesivas bandas dispuestas a lo largo de la pendiente distribuyen el agua y aminoran su velocidad, con lo cual aumenta la posibilidad de que penetre en el suelo y se controle la erosión.

En los suelos afectados por la erosión eólica, las fajas se orientan perpendicularmente a la dirección de los vientos para minorar el efecto de esta erosión.

El cultivo en bandas no es una práctica aislada. Para alcanzar la efectividad máxima, esta práctica generalmente está combinada con rotaciones de cultivos, picado de residuos y siembras de protección.

8.3.1.1.3 Cultivo en curvas de nivel

Otra práctica ambiental destinada al control de la erosión hídrica es el cultivo en curvas de nivel. Esta práctica consiste en realizar las labores y otras prácticas de cultivo en el sentido de la curva de nivel del terreno con el propósito de eliminar o reducir la escorrentía superficial del agua y correspondiente arrastre del suelo.

Las recomendaciones prácticas para que el cultivo en curvas de nivel sea efectivo son las siguientes:

- El laboreo se debe hacer en los terrenos con una pendiente comprendida entre el 3 y el 5%. En pendientes superiores y cuando se registran lluvias de gran intensidad, hay peligro de rotura de los surcos que puede dar origen a la formación de pequeños arroyos y cárcavas.

- No se recomienda el trazado de surcos completamente a nivel en los terrenos muy arcillosos e impermeables, así como en los climas de gran volumen pluviométrico. En estos casos puede ser contraproducente.
- No es posible establecer el cultivo a nivel en parcelas estrechas si sus lados mayores no coinciden con la curva de nivel.
- El laboreo a nivel puede dar lugar a peligrosos desplazamientos del suelo, si se emplean sistemáticamente aperos de volteo de tierra en suelos con alto contenido en materiales finos.

8.3.1.1.4 Evitar la quema de rastrojos

Evitar la quema de rastrojos es otra de las prácticas que favorecen la conservación de los suelos. La quema de rastrojos ha sido y sigue siendo una práctica habitual y muy extendida, que, sin embargo, produce numerosos efectos indeseables desde el punto de vista ambiental, especialmente sobre el suelo (incremento de la erosión y pérdida de fertilidad a largo plazo), sobre la atmósfera (contaminación y emisión de gases que incrementan el efecto invernadero), la vegetación y la fauna silvestre (incendio de zonas naturales adyacentes a las parcelas agrícolas y pérdida de fauna asociada a los cultivos), y sobre el paisaje.

Además, la quema de residuos de las cosechas implica la destrucción de una fuente importante de materia orgánica del suelo agrícola. La destrucción de este aporte en suelos con un contenido bajo en humus supone la progresiva degradación de la estructura del suelo, lo que favorece la erosión además de la consiguiente disminución de la fertilidad por pérdida de nutrientes.

La quema de rastrojos produce una desnudez total del suelo durante un tiempo que aunque no muy largo, coincide con una época en la que son frecuentes las lluvias de origen torrencial, con las importantes pérdidas de suelo por erosión que tienen lugar en estas superficies agrícolas desnudas.

Asimismo, en determinados tipos de suelos la deshidratación del mismo, como consecuencia del aumento de la temperatura motivado por la combustión, puede provocar algunos efectos negativos tanto físicos como químicos en la capa superficial.

Esta práctica afecta igualmente al contenido de agua almacenada en el suelo, que se pierde con mayor facilidad, aparte de la reducción de la capacidad de retención por pérdida de los residuos vegetales y mineralización de la materia orgánica.

Las recomendaciones prácticas alternativas al empleo de la quema de rastrojos son las siguientes:

- Utilización de la paja en usos alternativos.
- Picado y esparcido de la paja en la superficie de las parcelas, de manera que quede protegido el suelo y a salvo de la erosión.
- Picado e incorporación mediante laboreo al suelo, mejorando las características físicas y químicas del mismo.
- Utilización de las rastrojeras como alimento del ganado en régimen extensivo o semiextensivo, especialmente ovino y caprino.

8.3.1.1.5 Control del riego

El riego puede ocasionar la erosión de los suelos. La pendiente del terreno, el caudal empleado y el tipo de suelo son los tres factores que intervienen en el proceso erosivo. Los métodos de riego utilizados deberán considerarlos y las técnicas de diseño de instalaciones y aplicación del agua evitarán que se produzcan pérdidas de suelo.

Las medidas de conservación a adoptar en los terrenos regados deberán tener como doble objetivo reducir las pérdidas de agua y disminuir el arrastre de suelo y deterioro de su estructura.

- En el riego por inundación, para minimizar la erosión hay que evitar pendientes fuertes en las parcelas de riego y grandes longitudes en dichas pendientes. La pendiente óptima está comprendida entre el 0,2 y 0,5%, pudiendo llegar como máximo al 2%.
- Se debe controlar el caudal y el tiempo de permanencia del flujo para reducir la escorrentía al mínimo.
- En el riego por aspersión, la intensidad de lluvia no debe superar la capacidad de infiltración del suelo, para no crear situaciones de saturación y escorrentía que provoquen arrastre de suelo o deterioro de su estructura.

8.3.1.2 Conservar y mejorar la fertilidad del suelo.

Se entiende por fertilidad la capacidad del suelo agrícola para aportar nutrientes a las plantas cultivadas. Desde una perspectiva más amplia se puede entender como, la capacidad del suelo agrícola para mantener un alto nivel de producción a lo largo del tiempo, sin perder su diversidad biótica ni su complejidad estructural.

La funcionalidad productiva del suelo es fruto de una compleja interrelación que se establece entre los componentes vivos que mantiene y el soporte físico y químico en que se desenvuelven aquellos.

En este sentido, los condicionantes que van a determinar el mantenimiento de la fertilidad global del suelo serán los que determinen la viabilidad presente y futura del manejo dado al mismo. La elección de determinadas prácticas agronómicas y su correcta realización permitirán el mantenimiento de la fertilidad en el sentido global, optimizando así el rendimiento agronómico del cultivo y el aumento de la productividad del sistema de cultivos.

En términos generales las prácticas agronómicas a considerar son las siguientes:

- El sistema y la rotación de cultivos adecuado a la capacidad agrológica de producción del suelo.
- La aportación de enmiendas y fertilizantes orgánicos, tanto para mejorar el contenido en materia orgánica del suelo como para reducir la cantidad de abonos minerales aportados.
- La reducción en número y cantidad de los fitosanitarios aplicados, debido a las consecuencias que su uso indiscriminado tiene sobre el ciclo de nutrientes y el ciclo orgánico del suelo.
- La minimización de la erosión del suelo, adecuando los sistemas de laboreo y considerando la necesidad de mantener el suelo protegido por una cubierta vegetal durante la mayor parte del año.

8.3.1.2.1 Rotación de cultivos

Las rotaciones muy intensivas y las realizadas con cultivos que dejan pocos residuos suelen proporcionar balances húmicos muy desequilibrados que conducen a la mineralización de los suelos cultivados.

De entre los beneficios de las rotaciones y alternativas de cultivo cabe destacar los siguientes:

- Proporcionar una variedad de exigencias de las plantas cultivadas, lo que supone una diversificación de aprovechamientos de los recursos edáficos y climáticos.
- Explotar el suelo a diferentes profundidades del perfil en beneficio del mejor aprovechamiento por los sistemas radiculares de la planta.
- Combatir de forma indirecta, pero muy eficazmente, las enfermedades y plagas endémicas al cambiar los huéspedes y sus subproductos.
- Evitar la acumulación de toxinas en el suelo.
- Conseguir una óptima obtención de diversos productos, diversificando la producción dentro de las alternativas de explotación de la finca.
- Permite crear una mayor diversidad en el ecosistema agrario, dándole a éste una mayor estabilidad y aumentando su capacidad de respuesta frente a las adversidades.

De una manera general deberán establecerse rotaciones de cultivo que:

- Favorezcan la eliminación de las malas hierbas, de manera que pueda reducirse la dependencia de la utilización de herbicidas.
- Controlen los efectos nocivos de enfermedades y plagas, disminuyendo también el uso excesivo de fitosanitarios.
- Incrementen el nitrógeno utilizable del suelo y disminuyan las necesidades de fertilización.
- Conduzcan, en el más breve plazo posible, a mejorar la estructura del suelo.
- Reduzcan las necesidades de fertilizantes adquiridos fuera de la explotación agrícola.
- Colaboren adecuadamente con los métodos de laboreo para aminorar la erosión del suelo.
- Incrementen el contenido en materia orgánica del suelo.

En el siguiente cuadro se reflejan algunas conclusiones extraídas de varios estudios llevados a cabo en los estados Unidos, sobre el efecto regulador que las prácticas de rotación de cultivo tienen sobre las plagas, así como, los factores involucrados.

Sistema de cultivo múltiple	Plagas reguladas	Factores involucrados
Coles con cultivo intercalado de trébol	Mosca de la col (<i>Erioischia brassicae</i>), pulgón de la col y mariposa pequeña de la col	Interferencia con la colonización e incremento de

Algodón con cultivo intercalado de sorgo o maíz	(<i>Pieris rapae</i>) Oruga del maíz (<i>Heliothis = Helicoperpa zea</i>)	los escarabajos del suelo Mayor abundancia de depredadores
Cultivo en franjas de algodón y alfalfa	Chinchas (<i>Lygus hesperus</i> y <i>L. elisus</i>)	Protección de la emigración y sincronización en la relación entre plagas y enemigos naturales
Maíz con cultivo intercalado de judías	Cicadélido (<i>Empoasca kraemeri</i>), crisomélido (<i>Diabrotica balleata</i>) y cogollero del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Aumento de insectos beneficiosos e interferencia con la colonización
Cultivo intercalado de judía de vaca y sorgo	Coleóptero (<i>Ootheca bennigseni</i>)	Interferencia con las corrientes de aire
Cacahuete con cultivo intercalado de maíz	Oruga barrenadora del maíz (<i>Ostrinia furnacalis</i>)	Abundancia de arañas (<i>Lycosa</i> sp.)
Calabaza con cultivo intercalado de maíz	Crisomélidos (<i>Acalymma thiemei</i> y <i>Diabrotica balteata</i>)	Mayor dispersión debido a la falta de plantas huésped por la sombra del maíz e interferencia del vuelo por los tallos del maíz
Tomate y tabaco con cultivo intercalado de coles	Pulguilla de las crucíferas (<i>Phyllotreta cruciferae</i>)	Inhibición de la alimentación por los olores de las plantas no huéspedes
Tomate con cultivo intercalado de coles	Polilla de la col (<i>Plutella xylostella</i>)	Repelencia química o enmascaramiento.

8.3.1.3 Conservación del agua del suelo

La conservación de la humedad del suelo se consigue realizando prácticas agrícolas de manera que no se produzcan pérdidas de agua y ésta sea aprovechada por los cultivos lo más eficientemente posible.

Desde un punto de vista genérico pueden fijarse cuatro objetivos principales para la correcta conservación del agua del suelo en la producción de cultivos:

- Aumentar la infiltración para reducir pérdidas por escurrimiento
- Aumentar la capacidad de almacenamiento
- Reducir pérdidas por evapotranspiración
- Evitar el crecimiento de malas hierbas.

Estos objetivos pueden lograrse adoptando distintas prácticas culturales, tales como:

- Seleccionar cultivos dentro de la rotación y variedades dentro de cada especie de cultivo apropiados que tengan una buena eficiencia en la utilización del agua.

- Mantener el rastrojo o residuos de cosecha, ya que la capa de residuos vegetales hace disminuir la temperatura del suelo y reduce la tasa de evaporación.
- Manejo adecuado de las labores, de manera que se efectúen en épocas oportunas y de forma correcta, permitiendo un aumento de la infiltración y de la retención del agua en el suelo.
- Controlar a niveles adecuados las malas hierbas, ya que éstas utilizan la misma cantidad de agua, o más, que los cultivos, disminuyendo por tanto el agua disponible para uso del propio cultivo.

8.3.1.4 Limitar la contaminación del suelo

Para limitar la contaminación del suelo debe tenerse en cuenta el control de calidad de las aguas de riego, además de las prácticas relacionadas con la racionalización en el uso de fertilizantes y fitosanitarios.

El agua de riego lleva una cantidad variable de sales disueltas y otros elementos. Los problemas que pueden provocar las sustancias aportadas con el agua de riego se basan en los siguientes hechos:

Las sales disueltas contenidas en las aguas de riego se acumulan en el suelo, en función de las características de éste y de las posibilidades de lavado.

La pobreza en sales o la presencia de sodio deterioran la estructura del suelo y reducen la permeabilidad.

La presencia de determinadas sustancias puede producir toxicidad en el suelo.

Los riesgos inherentes a la utilización de aguas de mala calidad son de tal magnitud que obligan a adoptar una precaución fundamental de toda explotación agrícola de regadío que es la realización de análisis del agua de riego. Entre los parámetros que miden las sales presentes en el agua destacan: conductividad eléctrica, cationes y aniones, pH y sólidos disueltos.

8.3.2 Utilización eficiente del agua de riego

El agua es un recurso cada vez más escaso, no sólo en cantidad sino también en calidad, por lo que resulta imprescindible su manejo de forma eficiente.

Para una utilización eficiente del agua, ha de tenerse en cuenta dos consideraciones importantes, una reducción del consumo del agua y una administración racional del mismo.

8.3.2.1 Reducción del consumo del agua

La reducción del consumo de agua de riego puede lograrse maximizando el ajuste de las dosis y de la época de aplicación del riego a las necesidades del cultivo, mediante la distribución uniforme del agua sobre las parcelas regadas, y minimizando las pérdidas por evaporación, esorrentía e infiltración.

Desde un punto de vista práctico, es mediante la adopción de sistemas de riego más eficaces y mediante el manejo adecuado del riego, independientemente del sistema de que se disponga, la forma de lograr el objetivo básico perseguido.

Es necesario aportar agua en la cantidad y en el momento oportuno según las necesidades reales de los cultivos, y a su vez, ser capaces de reducir al máximo las pérdidas en la conducción, distribución y aplicación del agua de riego.

Las nuevas tecnologías han permitido mejorar los sistemas de riego adaptándolos a los diferentes condicionantes existentes en cada caso concreto. A medida que aumenta dicha tecnología, y para lograr su máximo aprovechamiento, es preciso una mejor formación del agricultor que debe conocer todas las posibilidades de su sistema de riego.

Para corregir los errores más frecuentes se deberá:

- Emplear elemento de aforo y control en las redes de riego para poder así aplicar los volúmenes deseados en cada parcela.
- En el regadío por aspersión, diseñar los sistemas de adecuándolos a las condiciones de cultivo; presiones, marcos de riego, aspersores goteos,
- En los regadíos por superficie realizar una correcta nivelación de las parcelas que con el paso de la maquinaria y con la práctica del riego no ser vayan desnivelando.
- Elegir el sistema de riego adecuado a las condiciones de calidad del agua que vayamos a emplear.
- Efectuar evaluaciones en la instalación de riego para conocer en qué condiciones se está regando.

8.3.2.2 Administración racional del agua de riego

Las prácticas de riego son numerosas y variadas, por lo que tan sólo señalaremos las recomendaciones o actuaciones generales que deben guiar la práctica del riego.

Como principio general debe partirse de una estimación correcta de las necesidades de agua de los cultivos, adecuando los turnos de riego en frecuencia y en duración en cada época a las necesidades del cultivo. La instalación de elementos de aforo y control en las redes de riego será fundamental para aplicar los volúmenes deseados en cada parcela y evitar un consumo innecesario.

Por otra parte, se debe seguir un control de la humedad de los suelos que se han regado mediante el empleo de técnicas adecuadas, siendo muy utilizado en riego de alta frecuencia el tensiómetro.

A continuación se realizan una serie de recomendaciones según el sistema de riego sea por gravedad, aspersión o localizado.

Para una mejor gestión del agua en el riego por gravedad se recomienda:

- Una correcta sistematización del terreno con pendientes uniformes y tamaño de canteros correctamente diseñados, adecuados según la pendiente y las características hidrofísicas del suelo. La correcta nivelación de las parcelas permiten un movimiento regular del agua tendiendo a uniformizar los tiempos de contacto y en consecuencia a disminuir las pérdidas especialmente por infiltración profunda en la cabecera.
- Módulos de riego adecuados a los canteros diseñados y a las propiedades hidrofísicas del suelo, que permitan un buen manejo del riego.

- Manejo de tomas correcto (no aumentar las secciones de toma prefijadas). Utilizando a ser posible aparatos de control diseñados para tal fin.
- Correcto estado de las acequias que evite el crecimiento de plantas que disminuyen la capacidad y aumentan el calado.

Para una mejor gestión del agua en el riego por aspersión se recomienda:

- Tratar de evitar las presiones superiores a 400kPa, ya que se producen mayor proporción de gota pequeña, que es más fácilmente arrastrada por el viento.
- Aprovechar al máximo el riego nocturno al tener menores pérdidas por evapotranspiración y coincidir normalmente con menores velocidades de viento.
- No conviene regar cuando la velocidad del viento es superior a 4 m/s con aspersores sobre el suelo porque provoca pérdidas por arrastre y evaporación.

En el riego por goteo el principal problema para una buena uniformidad son las obturaciones, con lo que es importante un sistema de filtración según el tipo de agua utilizada. Otras consideraciones a tener en cuenta son:

- Que el tiempo de aplicación de riego sea el adecuado que generalmente es el que determina la lámina de agua aportada
- Cuando se emplee fertirrigación, determinar la cantidad de nutrientes necesarios para la evitar el exceso de flete a las capas profundas produciendo problemas de contaminación
- Emplear aparatos de medida de agua para ajustar el riego a las necesidades reales

Sin embargo, el diseño no lo es todo, el mantenimiento de los sistemas de riego, se hace indispensable para el buen funcionamiento del regadío. Entre las actividades que han de hacerse para mantener en buen uso tanto los sistemas de conducción como los de riego cabe destacar:

- Conservación e impermeabilización de estanques y acequias
- Limpieza de los mismos, especialmente si las aguas tienen sólidos disueltos o existen problemas de eutrofización
- Limpieza de las conducciones, aspersores y goteros
- En suelos limosos o mal estructurados, vigilar el encostramiento superficial que evite una buena permeabilidad
- Cuando se lleve a cabo un cambio de cultivo, comprobar que el sistema de riego sigue siendo el adecuado

8.3.3 Racionalización del uso de fertilizantes en el regadío

El empleo de fertilizantes de manera indiscriminada produce graves afecciones en el Medio Ambiente. Como ya se ha comentado al principio de este capítulo, las afecciones provocadas por el lixiviado del exceso de nutrientes en las aguas continentales y subterráneas ha motivado una legislación específica.

El código de Buenas Prácticas Agrarias desarrollado por las Comunidades Autónomas desarrolla recomendaciones con respecto al uso correcto de los fertilizantes.

Es este apartado, se recogen las siguientes recomendaciones para evitar y/o reducir la contaminación por nitratos:

- Determinación cuidadosa de la dosis a aplicar de fertilizantes sobre la parcela, en función de las necesidades.
- Seleccionar el tipo de abono adecuado en función de las características del suelo y de la época de aplicación.
- Se fraccionarán las dosis si esto responde mejor a las necesidades de los cultivos y especialmente si se trata de terrenos arenosos y con escasa profundidad.
- Reducir las aplicaciones de nitrógeno en otoño e invierno.
- Procurar la máxima cobertura vegetal a lo largo de todo el año.
- Reducir el laboreo en otoño.
- Evitar (ver conservación del suelo) quema de rastrojos enterrando pajas que mejoran el suelo e incrementan el poder retentivo del agua y disminuyen la erosión.
- Evitar una sobrefertilización por una excesiva carga ganadera o por empleo de lodos o aguas ricas en nutrientes.
- Aplicar métodos alternativos a la roturación de parcelas, que favorecen un lavado y despilfarro considerable de nitrógeno.
- Cuando se prevén periodos de alta mineralización, pueden estudiarse la utilización de inhibidores de la nitrificación para retrasar la transformación de nitratos en productos nitrogenados.
- En terrenos inclinados y escarpados, se procurará el empleo de abonos sólidos y estiércol (enterrándolos en el caso de los suelos desnudos)
- Se evitará el empleo de compuestos nitrogenados sobre suelos de inundados o encharcados ya que la capacidad de ser absorbido el nitrógeno en estas condiciones es muy baja, viéndose favorecidos los procesos de escorrentía superficial.
- Debe dejarse una franja sin abonar de entre 2 y diez metros de ancho en todos los curso de agua.
- Deben respetarse los perímetros de protección de fuentes, pozos, o perforaciones que suministren agua para el consumo humana. De manera general no deben aplicarse efluentes y desechos orgánicos a menos de 35 –50 metros de dichas localizaciones.
- Se recomienda mantener con hierba las orillas, desagües, setos, taludes y fondos de vaguadas.
- Establecer planes de abonado para cada parcela y llevar los libros de registro de aplicación de fertilizantes.
- Realizar una buena práctica del riego para evitar la percolación y la escorrentía superficial del agua.
- No emplear el riego a manta en aquellas zonas con riesgo de lixiviación elevado y moderado.

8.3.4 *Racionalización del uso de fitosanitarios en el regadío*

Los objetivos específicos que se plantean para reducir los problemas derivado de su utilización son:

- Reducir el consumo de fitosanitarios
- Utilizar productos de bajo impacto ambiental
- Utilizar técnicas de aplicación que aumenten la eficiencia y reduzcan el impacto
- Utilizar sistemas alternativas al control químico

8.3.4.1 *Reducir el consumo de fitosanitarios*

Tomando como base la integración de técnicas de lucha química y cultural, junto con la utilización de otro tipo de medidas, se hacen una serie de recomendaciones para el control integrado de malas hierbas:

- Practicar el mínimo laboreo, integrando el empleo de herbicidas de baja peligrosidad y labores superficiales
- Alternar labores profundas con vertedera y laboreo mínimo o siembra directa
- Utilizar variedades de talla alta y/o elevado ahijamiento que contribuye a reducir el desarrollo de malas hierbas
- Usar semilla seleccionada para garantizar la ausencia de semillas contaminantes de malas hierbas
- Emplear estiércoles y purines libres de malas hierbas o inóculo de enfermedades

8.3.4.2 *Utilizar productos de bajo impacto ambiental*

Desde un punto de vista ambiental, los efectos producidos por los plaguicidas están condicionados por el modo de acción, por la toxicidad intrínseca y por permanencia en el medio, si bien el riesgo final estará en función de la toxicidad y del grado de exposición a la que se ve sometido los organismos.

Las recomendaciones que se pueden establecer para el empleo de fitosanitario de bajo impacto ambiental son:

- Empleo de productos autorizados para cada cultivo.
- Empleo de productos de bajo espectro de acción.
- Empleo de tratamientos que utilicen a bajas dosis, extremando, en cualquier caso, la calidad del tratamiento.
- Empleo de formulaciones granuladas o encapsuladas que permiten reducir la volatilidad de la materia activa, el riesgo de contaminación en vertidos accidentales del producto y la adsorción cutánea en caso de contacto con la piel.
- Empleo de formulaciones microencapsuladas y de liberación lenta que pueden contribuir a la reducción del movimiento y lixiviación de los pesticidas en el suelo.

- Tener en cuenta un plazo mínimo de seguridad para la recolección de los productos o la entrada del ganado.

8.3.4.3 Utilizar técnicas de aplicación que aumenten la eficiencia y reduzcan el impacto

Entre las normas de carácter práctico cuyo correcto seguimiento puede evitar afecciones negativas al medio ambiente se han recogido las siguientes:

- Reducir al mínimo la deriva, controlando la presión de trabajo, las boquillas, la altura de la barra o la velocidad del disco de pulverización y el volumen de agua
- No tratar directamente sobre arroyos, canales de riego, lagos, embalses o cualquier curso de agua, dejando bandas sin tratar en el entorno de los mismos y no permitiendo que los alcance la deriva del pulverizado
- No realizar tratamientos en condiciones meteorológicas inadecuadas. Así es recomendable realizar las aplicaciones en horas frías, fuera del período de actividad de las abejas, en condiciones calma o viento muy ligero, y en tiempo sin lluvia
- Calcular las cantidades a aplicar preferentemente por defecto y agotar los excesos y los sobrantes del lavado de los equipos en la propia parcela de cultivo
- Utilizar productos lo más específicos posible la problema detectado y restringir la aplicación a las zonas o parcelas infestadas
- Los métodos de aplicación recomendables serán aquellos sistemas que disminuyan la cantidad de agente tóxico usado y mejoren su localización

Para conseguir una buena eficacia en la aplicación de fitosanitarios empleando pulverizadores habrá que considerar:

- Las características técnicas de sus diferentes componentes que garantizan la calidad de la aplicación
- El tamaño del equipo que se necesita, que deberá ser proporcional a las superficies que se deben cubrir y a los tiempos disponibles para hacerlo
- La calibración y el mantenimiento del equipo para ajustarse a lo que exigen los diferentes fitosanitarios y de manera que sea operativo en el tiempo

Para alcanzar las condiciones de homogeneidad de la mezcla, volumen de la aplicación y cobertura suficiente, y tanto para pulverizadores hidráulicos como hidroneumáticos, se debe:

- Contar con un depósito que no resulte afectado por los productos químicos se limpie con facilidad y ofrezca una buena resistencia mecánica.
- Emplear bombas que aseguren una impulsión constante con independencia de trabajo realizado.
- Elegir un tamaño de la malla en función del tipo de boquilla, que además facilite su limpieza.

Para el caso de pulverizadores hidráulicos además se debe:

- Emplear un sistema de regulación, preferente de caudal proporcional al motor o al avance, con válvula de seguridad y manómetro con escala apropiada y fácil de leer.
- Usar un sistema de barras suficientemente que aseguran la posición estable de las boquillas con respecto al suelo.

En el caso de pulverizadores hidroneumáticos se debe tener en cuenta además:

- Utilizar un sistema regulador de la presión que permita mantenerla constante en los límites que exige el tratamiento.
- Ajustar un circuito de aire en el que las velocidades de salida no lleguen a superar los 50-55 m/s con un caudal suficiente para que el aire expandido ocupe totalmente la zona tratada.
- Emplear sistemas de barras porta boquillas adaptadas a la salida del aire, de manera que las gotas

8.3.4.4 Utilizar sistemas alternativas al control químico

Como recomendaciones generales siempre deberán considerarse los siguientes medios alternativos al control químico para el manejo de plagas:

- Considerar la rotación de cultivos como medio de limitar el desarrollo del patógeno
- Utilizar asociaciones de cultivos con efectos inhibidores sobre determinado patógenos o utilizar ciertas especies como cultivos trampa
- Modificar en la medida de lo posible los calendarios de siembra y plantación si éstos coinciden con el desarrollo de determinadas plagas
- Realizar correctamente el riego y las labores, de manera que no favorezca el crecimiento de patógenos del suelo
- Cubrir los cultivos con mallas o agrotexiles en zonas de alto riesgo de enfermedades transmitidas por insectos vectores

A su vez, pueden darse un conjunto de buenas prácticas de tipo cultural para el control de malas hierbas:

- La utilización de variedades competitivas
- El uso de semilla seleccionada
- La diversificación de cultivos
- La siembra de cultivos de escarda
- El incremento en la dosis normal de siembra
- El drenaje de los campos con problemas de encharcamiento

8.3.5 Medidas preventivas y correctoras en las infraestructuras de riego

A continuación se presenta una relación de acciones de construcción con las medidas que es preciso adoptar para prevenir o corregir los principales problemas ambientales que ocasionan.

Acción	Medidas preventivas y correctoras
Deforestación	Por principio, intentar evitarla. Estudiar trazados alternativos para las obras lineales que no atraviesen masas arboladas y, en general, emplazamiento y formas de ejecución de obras que minimicen los daños. En caso de que fuese imprescindible deforestar tierras para su puesta en cultivo, conservar las áreas más valiosas, conservar los restos de vegetación dispersos por la zona en los emplazamientos menos productivos. Incluir las exigencias de protección idóneas para cada caso durante la ejecución de la obra en el pliego de condiciones.
Eliminación de setos arbustivos y arbóreos	Respetar cierta proporción de setos, haciéndolos compatible con el proyecto.
Despeje y desbroce	Acopiar la tierra vegetal necesaria para la utilizarla en eventuales revegetaciones. A ser posible, extendido en parcelas contiguas mejor que creación de caballones.
Zanjas para tubería	Acopiar la tierra vegetal necesaria para utilizarla en eventuales revegetaciones. A ser posible, extendido en parcelas contiguas mejor que creación de caballones
Zanjas por azarbes revestidos o no	Analizar bien la necesidad de desagüe y que el emplazamiento sea correcto. Analizar la necesidad de revestimiento en su caso. Asegura ña capacidad de evacuación en los punto de concentración.
Encauzamientos	Analizar bien la necesidad de desagüe. A veces se dimensionan cauces para cuantiosos caudales invernales, cuando en la situación de seco no hay ningún problema y los excedentes de riego se producen en verano y son pequeños. Comparar el daño que se producirá en cada tramo por una eventual inundación de las tierras adyacentes en la época que corresponda, incluso si hubiera que dejar esas tierras sin riego, con los daños ambientales del encauzamiento. Asegurar la capacidad de evacuación en los puntos de concentración. Si son imprescindibles adoptar medidas de restauración de la vegetación y creación de refugios de la fauna.

Desmontes	<p>Diseño adecuado de taludes.</p> <p>Compensación de volúmenes con terraplén.</p> <p>Procurar reducir el movimiento de tierras y que las cotas rojas máximas sean pequeñas (< 2m).</p> <p>En caso de taludes muy grandes (canal) estudiar posibilidades de revegetar</p>
Terraplenes	<p>Diseño adecuado de taludes.</p> <p>Compensación de volúmenes con terraplén.</p> <p>Procurar reducir el movimiento de tierras y que las cotas de terraplén máximas sean pequeñas (< 2m).</p> <p>En caso de taludes muy grandes (balsa, presa) revegetar</p>
Vertederos	<p>Selección de emplazamientos y diseño de taludes adecuados con integración en las formas naturales del entorno</p> <p>Estudiar la posibilidad de rellenar y restaurar canteras con excedentes</p> <p>Recubrimiento con tierra vegetal de desbroces y desmontes</p> <p>Entramado de materiales combustibles</p>
Uso de canteras	<p>Selección adecuada de emplazamientos</p> <p>Elaboración de un plan de explotación y restauración del entorno antes de iniciar las extracciones</p> <p>Restauración del entorno una vez terminada</p>
Construcción de pozo	<p>Restauración del entorno una vez concluido</p> <p>Prever la evacuación de caudales de aforo sin causar daños</p> <p>Ejecución del sondeo con sujeción a un proyecto técnico adecuado</p>
Azudes en ríos	<p>Selección de emplazamiento, diseño y ejecución que minimicen los problemas</p> <p>Posible restricción del funcionamiento a la época de riegos</p>
Embalses	<p>Realización de Estudio de Impacto Ambiental</p>
Canales	<p>Reducir en lo posible la eliminación de vegetación</p> <p>Revegetación de los tramos que lo requieran</p>
Tuberías de gran diámetro en superficie	<p>Analizar posibilidades de enterrarla</p>
Red de acequias	<p>Analizar posibilidades de sustituir por tuberías de baja presión en áreas no llanas</p>

Estaciones de bombeo	Revestir con material adecuado las acequias en tierra en los tramos de suelos permeables Diseño integrado en el entorno Selección de emplazamientos adecuados En caso necesario, utilización de pantallas vegetales
Centro de transformación intemperie	Selección adecuada de emplazamiento En caso necesario, utilización de pantallas vegetales
Línea eléctrica aérea	Diseño de elementos de la línea de acuerdo con las normas de protección de la avifauna
Depósito elevado	Sustitución de depósito por otro sistema de regulación del bombeo en paisajes valiosos
Nivelación de parcelas	Ajustar la nivelación a un proyecto técnico que contemple las características del suelo, el agua y el sistema de riego
Invernaderos	Asegurar la capacidad de evacuación en los puntos de concentración

9 GESTIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL CON LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Según la metodología seguida para el desarrollo del Programa de Vigilancia Ambiental del PNR, al Bloque III corresponde el establecimiento de una Red de Vigilancia Ambiental de Gestión con las Comunidades Autónomas.

9.1 LA ESPECIFICIDAD LOCAL DE LOS INDICADORES AGROAMBIENTALES

La participación de las partes interesadas va a ser fundamental para el éxito de la aplicación del VI Programa, así como en cada una de las etapas del proceso político, desde la determinación de metas hasta la puesta en práctica de medidas. La elaboración, aplicación y evaluación de la política de medio ambiente se apoyará en conocimientos científicos sólidos, datos e informaciones sobre medio ambiente actualizados y fidedignos y el uso de indicadores. (1)

Las reformas emprendidas en el marco de la Agenda 2000 permiten impulsar notablemente la incorporación de las consideraciones medioambientales en la política agrícola. La Comisión, los Estados miembros, las autoridades locales y las comunidades rurales y agrarias disponen ahora de un amplio abanico de instrumentos para propiciar una agricultura sostenible. Para mejorar la transparencia y fiabilidad y garantizar la validez de los procesos de seguimiento, control y evaluación, es importante contar con indicadores agroambientales adecuados, los cuales harán posible que las actuaciones que se lleven a cabo sean considerablemente más eficaces y contribuirán a los procesos de evaluación global. (2)

A efectos del seguimiento de las políticas rurales y los programas agroambientales, y para que puedan considerarse significativos, los indicadores deben reflejar los rasgos propios de los distintos lugares y los criterios específicos de los programas. El recurso a indicadores menos ajustados a la especificidad local, de los que se podría disponer con mayor facilidad, no permite conocer los efectos registrados en una determinada zona. Tales indicadores pueden, de hecho, ocultar cambios importantes que se produzcan a nivel local o regional. (2)

(1) COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL CONSEJO, AL PARLAMENTO EUROPEO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES sobre el Sexto Programa de Acción de la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente. “Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos” – VI Programa de medio ambiente – Propuesta de DECISIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se establece el Programa Comunitario de Acción en materia de Medio Ambiente para 2001-2010. Bruselas, 24.01.2001. COM (2001) 31 final. 2001/0029 (COD).

(2) COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL CONSEJO Y AL PARLAMENTO EUROPEO. COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. Indicadores para la integración de las consideraciones medioambientales en la Política Agrícola Común. Bruselas, 26.01.2000. COM(2000) 20 final.

9.2 LA PARTICIPACIÓN DE LAS CC.AA. EN EL PVA

La Política Agraria Común, configurada y regulada por sus Estados Miembros, y a su vez por las Regiones que los constituyen, requiere de una participación vertical.

Las Comunidades Autónomas tienen una oportunidad clara en hacer valer su rico patrimonio natural y cultural, futuro motor, cada vez más presente, de su economía rural.

Las Regiones tienen la responsabilidad de indicar el estado y la evolución ambiental de su entorno rural, de suerte que permita recibir fondos de la UE para su propio desarrollo sostenible.

Las inversiones correspondientes a las Administraciones Públicas Agrarias y el apoyo económico a los agricultores, se financiará por parte de la Administración Central (MAPA) y de las Comunidades Autónomas.

El desarrollo del PNR requiere de una estrecha coordinación entre todas las Administraciones con competencias relacionadas con el regadío:

- MAPA: competencia en planificación y ordenación del regadío.
- MIMAM: competencia en otorgamiento de recursos hidráulicos y ejecución de las grandes obras hidráulicas.
- CC.AA.: competencia en regadíos de su propio interés.

El PNR propugna para su desarrollo el procedimiento de convenio entre las Administraciones implicadas.

Establecido el marco legal y el administrativo, se deben desarrollar los mecanismos de instrumentalización. La premisa de llevar a cabo una propuesta de indicadores agroambientales consensuados con las distintas Comunidades Autónomas, implica el establecimiento de una comunicación directa y coordinada desde la DGDR del MAPA. Su articulación conlleva el intercambio de consultas ambientales con cada una de las Consejerías de Agricultura y Medio Ambiente, la gestión de los datos mediante un sistema de información geográfico, y la elaboración de informes sobre el estado y la evolución ambiental de los regadíos.

La colaboración se inició con la visita a todas las Consejerías de Agricultura y Confederaciones Hidrográficas para la presentación del Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos en una fase previa a su aprobación. En dichas visitas se expusieron las implicaciones ambientales del PNR y los objetivos planteados para el PVA, haciendo partícipe a cada CC.AA. en el futuro desarrollo del mismo. Con este interés, se pidió de cada administración la asignación de un interlocutor de la Red de Vigilancia Ambiental en su CC.AA.

Posteriormente, era necesaria la redacción de los documentos de trabajo y elaboración de presentaciones de reunión con las CC.AA., la elaboración de informes de consulta ambiental con las CC.AA., la valoración de la relevancia de los datos ambientales disponibles y la redacción del informe anual de la participación ambiental de las distintas CC.AA.

9.2.1 Reunión I

La Reunión I con los Interlocutores de la Red de Vigilancia Ambiental del Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos se celebró en la Dirección General de Desarrollo Rural del MAPA en abril de 2001.

A esta reunión asistieron representantes de las Comunidades Autónomas de Andalucía, Aragón, Canarias (Las Palmas y Tenerife), Cantabria, Castilla - La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Madrid, Región de Murcia, País Vasco y Comunidad Valenciana.

En dicha Reunión se hizo entrega de un Documento de Trabajo sobre Indicadores Agroambientales para el Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos.

9.2.1.1 Antecedentes y Objeto de la Reunión

Al ponerse en marcha los Estudios y Asistencias Técnicas de Apoyo del PNR, con objeto de dar a conocer su contenido, a finales de 1999 y primeros de 2000 se celebraron reuniones entre los técnicos de la D. G. de Desarrollo Rural y de TRAGSATEC, encargados de la ejecución de dichos estudios, y los de las Comunidades Autónomas afectadas. Entre tales estudios y asistencias estaba el Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos (PVA).

Después de un trabajo de diseño y elaboración de indicadores de la incidencia ambiental de los regadíos, los trabajos del PVA deberán continuar desarrollándose paralelamente al PNR y ello requiere la colaboración entre las administraciones encargadas de su puesta en práctica y una imprescindible coordinación con el seguimiento medioambiental que cada Comunidad Autónoma efectúe para sus propias actuaciones.

La reunión se convocó con objeto de dar cuenta del trabajo realizado hasta la fecha y presentar y discutir con los Servicios responsables la estrategia común de la aplicación sobre el terreno del PVA.

9.2.1.2 Contenido de la Reunión:

Se inició la reunión con la intervención del Subdirector General de Regadíos e Infraestructuras Agrarias, destacando la importancia clave que tiene el Programa de Vigilancia Ambiental dentro del Plan Nacional de Regadíos y la necesaria participación de las Comunidades Autónomas.

Seguidamente, el Director del Programa de Vigilancia Ambiental describió el marco comunitario en el que se encuentra el Programa, haciendo referencia a la Política Agraria Común y la Agenda 2000, los V y VI Programas de Acción de la Comunidad Europea en materia de medio ambiente, y la estrategia de integración ambiental para la PAC acordada por el Consejo Europeo en Helsinki en diciembre de 1999. Asimismo expuso cuáles son los antecedentes de los indicadores agro-ambientales, destacando su importancia en las políticas de la UE y concluyó exponiendo la necesidad que tiene el Estado de recabar la información ambiental necesaria de las distintas Comunidades Autónomas, para dar respuesta a nivel nacional a la UE.

A continuación se procedió a una exposición visual del PVA en la que se mostraron los siguientes puntos:

- objetivos generales
- programas de apoyo del PNR
- ámbito de actuación del PVA y el marco legal y competencial
- concepto de indicador ambiental y su marco causal
- metodología seguida y el funcionamiento del PVA
- objetivos que persiguen los indicadores agroambientales del PVA.

Finalmente, se propuso el procedimiento a seguir en el futuro, con las siguientes actuaciones:

- nombramiento de un interlocutor en cada CC.AA.
- revisión crítica del documento de trabajo entregado
- celebración de una segunda reunión para discutir las propuestas y comentarios de las C.C.A.A. sobre el contenido del documento, en especial, la posibilidad de establecer nuevos indicadores o modificar los propuestos y el estudio de la disponibilidad de información en cada caso
- confección de una primera relación de los indicadores que, de común acuerdo, se consideren prioritarios y más viables

Asimismo tuvo lugar un intercambio de comentarios, ideas y propuestas entre los representantes de las CC.AA. y del MAPA, destacando los siguientes:

- Hubo consenso general en la necesidad de hacer un seguimiento de los efectos medioambientales de los regadíos, tanto a nivel nacional como autonómico
- Se subrayó el importante papel que tienen los indicadores agro-ambientales en la ecocondicionalidad de las ayudas comunitarias.
- La diversidad de características específicas de las zonas regables entre las distintas CCAA, y dentro de éstas, requiere definir unos indicadores locales y regionales que reflejen esta variedad.
- Existe a nivel nacional e internacional una cierta tendencia a considerar sólo los efectos medioambientales negativos provocados por los regadíos, por lo que sería necesario establecer indicadores que también muestren los beneficios ambientales del regadío, incluyendo los efectos que como motor del desarrollo rural tienen.
- Se puso de manifiesto la dificultad de aislar al regadío como fuente difusa de degradación del medio natural, lo que requiere de un acertado planteamiento causal en los indicadores, que delimite responsabilidades ambientales.
- La dificultad de manejar un gran número de indicadores ambientales podría obligar a centrarse en aquellos para los que se acuerde su condición de prioritarios y cuyas fuentes de datos se muestren más disponibles a corto y medio plazo.
- No obstante, es necesario profundizar en el cálculo de otros indicadores contemplados para permitir ampliar el abanico de los factibles.

- Los indicadores agro-ambientales deberían permitir, en caso necesario, reflejar las implicaciones medioambientales de los regadíos a escala nacional, más allá del ámbito de actuación del propio PNR.
- Al estudiar las tendencias reflejadas por un determinado indicador, es necesario tener en cuenta el corto y el largo plazo.
- La existencia de experiencias en redes de control de la calidad del agua de riego y drenaje en algunas CCAA, como el caso de Extremadura (Recarex), constituyen importantes experiencias que pueden ser aplicables a otras CC.AA. y al desarrollo del PVA.
- El PVA debe ser un instrumento clave para hacer frente a las propuestas y demandas que viene haciendo la UE en materia de agricultura y medio ambiente a nivel nacional, y servir de factor coordinador para las políticas ambientales autonómicas

9.2.2 Reunión II

La Reunión II con los Interlocutores de la Red de Vigilancia Ambiental del Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos se celebró en la Dirección General de Desarrollo Rural del MAPA en junio de 2001.

A esta reunión asistieron representantes de las Comunidades Autónomas de Andalucía, Canarias (Las Palmas y Tenerife), Castilla La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Madrid, Región de Murcia, Navarra y País Vasco.

En esta reunión se hizo entrega de la siguiente documentación:

- Documento de Discusión sobre la Propuesta de Indicadores Agroambientales para el Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos
- Borrador de la Guía para Vigilancia Ambiental de Proyectos de Regadío
- Respuesta de Castilla y León, Canarias y País Vasco al documento entregado en la Reunión I

9.2.2.1 Objeto de la Reunión

La reunión se convocó con objeto de analizar la pertinencia de los indicadores incluidos en el documento inicial, las propuestas de indicadores de las CC.AA. (nuevos indicadores), las dificultades para su desarrollo (medios disponibles; método de cálculo de los indicadores) y, finalmente, la selección de una relación de indicadores agroambientales prioritarios.

9.2.2.2 Contenido de la Reunión

En la Reunión II tuvo lugar la lectura y discusión de cada uno de los indicadores agroambientales propuestos para el PNR destacándose los siguientes aspectos:

- Todos los bloques de indicadores considerados fueron aceptados, manteniendo la estructura de la propuesta

- Asimismo, ninguno de los objetivos inicialmente propuestos fue discutido, dando por hecho su conformidad.
- Discusión de cada uno de los indicadores
- Exposición de la existencia una dificultad añadida para el desarrollo de los indicadores de hábitats y, especialmente, de paisaje debido a la carencia de una temática inicial de partida.
- El bloque de hábitats y biodiversidad requiere, para la aplicación de buena parte de los indicadores propuestos, de una caracterización de los hábitats afectados por el regadío, que permita conocer el capital natural existente. Dicho trabajo podría comenzar con los espacios protegidos, donde se contaría con mayor información, y extrapolar el método al resto del regadío.
- El bloque de paisaje, cada vez de mayor trascendencia socioeconómica y ambiental, requiere de una caracterización y definición de tipologías, para la valoración de las consecuencias que sobre el paisaje rural tiene el regadío; en todo caso, se puede iniciar una aproximación con los datos existentes a partir de la morfología agraria.
- Se convino en que cada CC.AA. enviara a la DGDR sus comentarios sobre los indicadores propuestos.

En la tabla siguiente figura la discusión sobre cada uno de los indicadores propuestos.

DISCUSIÓN SOBRE LOS INDICADORES PROPUESTOS

AGUA		
Reducción de la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales	*	
Calidad del agua subterránea por el uso de fertilizantes nitrogenados en el regadío	Si	La medida en concentración no nos favorece. Difícil exclusión de la fuente
Calidad general del agua fluvial en tramos vinculados al regadío	Si	Parámetro del ICG (fósforo). Difícil exclusión de la fuente
Eutrofización de las aguas superficiales por el uso de fertilizantes en el regadío	-	Inclusión dentro de hábitats
Balance de nutrientes en el regadío	Si	Apoyo teórico sobre la fuente
Reducción del consumo indebido de agua	*	
Sobreexplotación de acuíferos por el regadío	Si	Regadío de origen subterráneo
Intrusión marina en acuíferos explotados para regadío	Si	Regadío de origen subterráneo

Modernización y mejora del regadío	Si	Gasto acumulado frente la presupuestado
Eficiencia del uso del agua en el regadío	Si	Contemplar eficiencia técnica, económica y según ETc
Reutilización y desalación del agua en el regadío	Si	Separar origen en volumen y unir ambos al reflejarlo en hectáreas
Origen del agua	No	Dato de apoyo
Sistema de riego	No	Dato de apoyo
Coste del agua de riego	No	Dato de apoyo
SUELO		
Reducción de la erosión y fomento de sistemas agrarios adecuados	*	
Erosión del suelo en el regadío	Si	Superficie total de regadío
Capacidad de retención de agua en los suelos de regadío	Si	Dato sin continuidad previsible
Reducción de la degradación química, física y biológica del suelo	*	
Tierras abandonadas por degradación de los suelos bajo riego	Si	Problemas de salinización y drenaje
HÁBITATS Y BIODIVERSIDAD		
Conservación de la biodiversidad genética en el regadío	*	Difícil vinculación al regadío. Posible reducción a cultivares en el regadío
Conservación “ex situ” de las especies de cultivo de regadío	-	
Conservación “in situ” del material genético de especies de cultivo de regadío	-	
Erosión genética	-	
Especies con modificación genética	-	
Conservación de la biodiversidad de especies en el regadío	*	Supeditado al trabajo en hábitats
Índice de diversidad de especies	-	
Variación del tamaño poblacional de las especies indicadoras (bioindicadores) en las zonas de regadío	-	
Especies que favorecen la producción agraria	-	
Especies existentes en los regadíos bajo alguna categoría de protección	-	
Especies existentes en los regadíos con planes de recuperación	-	

Conservación de la biodiversidad de ecosistemas en el regadío	*	Supeditado al trabajo en hábitats	
Índice de Capitalización Natural del regadío	-		
Conservación de la diversidad de hábitats en el regadío	*	Necesidad de trabajo previo inicial sobre los espacios naturales protegidos que coinciden con regadíos	
Extensión de los distintos tipos de explotación agrícola de regadío	-		
Utilización de hábitats por las especies	-		
Índice de fragmentación de hábitats	-		
Estado de conservación de las distintas zonas regables	-		
Existencia de estructuras lineales naturales	-		
Conservación de humedales	-		
Hábitats de ribera alterado por los usos agrícolas de regadío	-		
Conservación de hábitats de interés comunitario	Si		Espacios Naturales Protegidos
Humedales alterados por usos agrícolas de regadío	Si		Estrategia Nacional de Humedales
PAISAJE			
Preservación de los paisajes agrarios en regadío	*	Necesidad de previa caracterización y definición de tipologías del paisaje rural	
Control de la intrusión del regadío en el carácter cultural del paisaje	-		
Seguimiento de las modificaciones en la morfología del paisaje agrario por el regadío	*	Trabajo de aproximación al paisaje a través de la morfología agraria. Elaboración de informe inicial sobre paisaje de regadío	
Modificaciones de la geometría en las explotaciones del regadío	Si		
Evolución de la cobertura de los suelos en regadío	Si		
AGROQUÍMICOS			
Reducción de los riesgos ambientales del uso de pesticidas en el regadío	*		
Uso de pesticidas en el regadío	No	Difícil vinculación al regadío	
Uso de abonado mineral en el regadío	-	Difícil vinculación al regadío. Valorar en balance de nutrientes	
RESIDUOS			
Reducción en la generación de residuos inorgánicos por el regadío	*		
Reciclado de residuos plásticos y envases procedentes del regadío	Si	Datos en las CC.AA.	
Aumento en la recepción del regadío de residuos orgánicos	*		

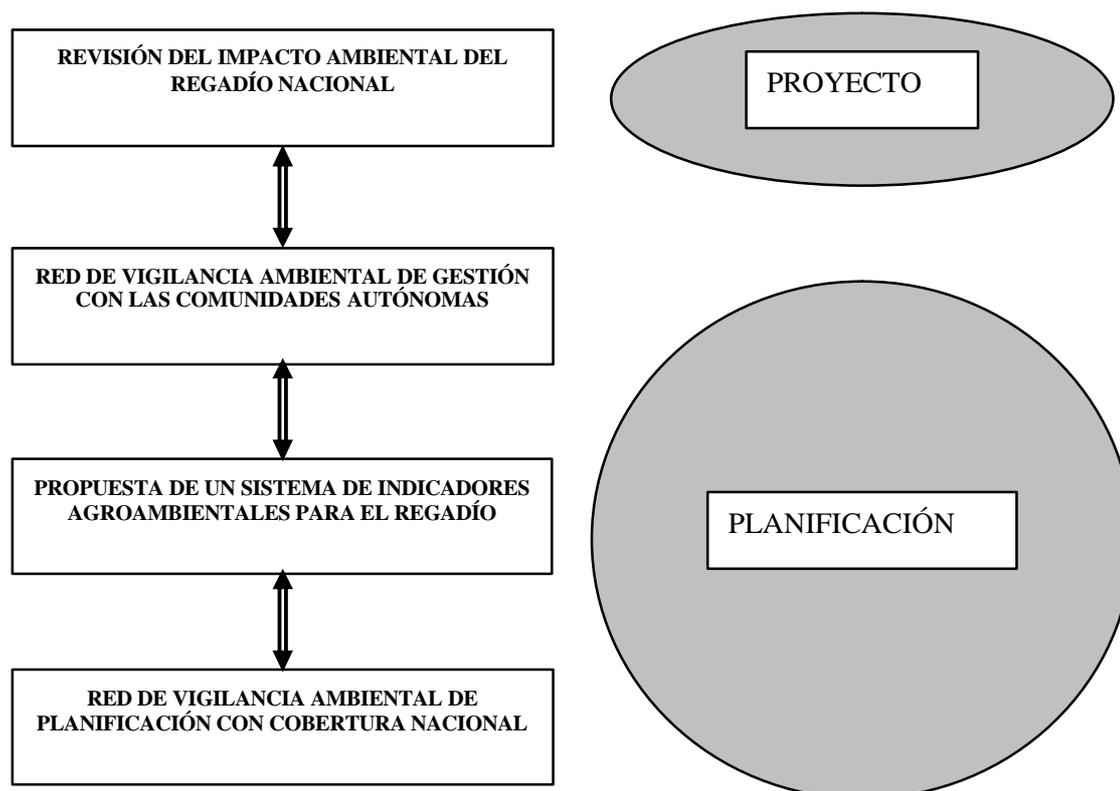
Balace de residuos orgánicos en el regadío	Si	Registro Nacional de lodos. Información en balance de nutrientes
CAMBIO CLIMÁTICO		
Promoción del uso de energía renovable procedente de la biomasa y los biocombustibles con regadío	*	
Contribución del regadío a las energías renovables	Si	Datos en las CC.AA.
Reducción de metano, óxido nitroso y otros gases de efecto invernadero en el regadío	*	
Emisiones brutas de gases de efecto invernadero en el regadío	Si	Modelo teórico
CONTEXTUALES. GESTIÓN		
Mejora ambiental en las prácticas de gestión de las explotaciones en regadío	*	
Agricultura ecológica bajo riego	Si	Datos en las CC.AA. posible inclusión dentro de ayudas agroambientales
Superficie de regadío acogida a ayudas agroambientales	Si	Datos en las CC.AA.
Aumento en la capacidad de gestión ambiental de las explotaciones en regadío	*	
Gasto ambiental del Plan Nacional de Regadíos	Si	Inversión anual (PVA)
Gasto público en la mejora ambiental del regadío	No	Disgregable en otros indicadores
Evolución del asociacionismo	Si	Disponible
Personal técnico agrario de la zona regable	Si	Disponible
Nivel de formación de los agricultores que utilizan el regadío	Si	Disponible
Nivel de formación ambiental de los agricultores que utilizan el regadío	No	Difícil disponer de datos
CONTEXTUALES. SOCIOECONOMÍA		
Mantenimiento de la población en su medio rural con el regadío	*	
Entrada de nuevos agricultores en el sector agrícola con regadío	No	Asumible por otros indicadores más factibles
Tasa de envejecimiento de la población	Si	Disponible
Tasa de actividad y paro agrario	Si	Disponible
Mejora de la estructura social del medio rural en regadíos	*	

Desequilibrios sociales relacionados con el regadío	Si	Inversión en el programa de regadíos sociales del PNR
-----------------------------------------------------	----	-------------------------------------------------------

10 ACTUACIONES DEL PVA AL HORIZONTE 2008

La vigilancia ambiental se desarrolla, necesariamente, en el tiempo. Es, precisamente, con el seguimiento de los impactos ambientales provocados por el regadío con lo que es posible determinar su verdadera magnitud y esclarecer el marco causal.

Atendiendo a la metodología seguida, estructurada en cuatro bloques interdependientes, el PVA tiene una doble futura línea de actuación.



- Por un lado, a nivel de proyecto, seguir en campo aquellos impactos ambientales, medidas correctoras y programas de vigilancia ambiental definidos en los EsIA de regadío y publicados oficialmente en las DIA. Para la consecución de esta línea se requiere la participación del bloque I.
- Bloque I: Revisión del Impacto Ambiental del regadío nacional.
- Y por otro, a nivel de planificación, es necesario llenar de contenido el sistema de indicadores agroambientales propuesto para el regadío. Para la consecución de esta línea se requiere la participación de los bloques:
- Bloque II: Propuesta de un Sistema de Indicadores Agroambientales para el regadío.
- Bloque III: Red de Vigilancia Ambiental de Gestión con las Comunidades Autónomas.
- Bloque IV: Red de Vigilancia Ambiental de Planificación con cobertura nacional.