



Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE

CONVENIO ESPECÍFICO

entre

TRAGSATEC S.A.

y

LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

para

Definición de la concentración objetivo de
nitrato en las masas de agua subterráneas de las
cuencas intercomunitarias

Valencia, lunes, 02 de noviembre de 2009

Documento dirigido y coordinado por:

Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua del
Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino

Responsable del Convenio:

D. Miguel Ángel Pérez Martín

Colaboraciones:

D. Alberto Campanero Rodhes

D^a. Ana Belén Yuste

ÍNDICE

1	Introducción	1
1.1	Objetivo	3
1.2	Antecedentes	4
2	La contaminación por nitratos en las aguas subterráneas en España.....	29
2.1	Factores determinantes y presiones	30
2.2	Redes de medida.....	40
2.3	Situación actual	43
3	La Directiva de Nitratos: Estado y seguimiento en aguas subterráneas	47
3.1	Objetivos de la directiva de nitratos	49
3.2	Aguas afectadas	50
3.3	Designación de zonas vulnerables	51
3.4	Programas de acción	53
4	Los objetivos medioambientales en la planificación: Estado químico en las aguas subterráneas	61
4.1	Estado químico y nitratos.....	64
4.2	Exenciones en los objetivos: Prórrogas y objetivos menos rigurosos ..	68
4.3	Necesidad de las exenciones	70
5	Metodología para la justificación de las exenciones.....	73
5.1	Introducción	73
5.2	Modelación	74
5.3	Análisis y propuesta de escenarios	105
6	Resultados obtenidos	113
7	Referencias.....	163

Índice detallado

1	Introducción	1
1.1	Objetivo	3
1.2	Antecedentes	4
1.2.1	Agencia Ambiental Europea y los indicadores IRENA	4
1.2.2	Informes de la Comisión.....	10
1.2.3	Informes del JRC.....	13
1.2.4	El ciclo del nitrógeno en el suelo	22
1.2.4.1	Componentes y procesos del ciclo del nitrógeno en el suelo....	22
1.2.4.2	Nitrato lixiviado.....	26
2	La contaminación por nitratos en las aguas subterráneas en España.....	29
2.1	Factores determinantes y presiones.....	30
2.1.1	Presiones de origen difuso	31
2.1.1.1	Ganadería.....	31
2.1.1.2	Agricultura	36
2.1.2	Presiones de origen puntual	39
2.2	Redes de medida.....	40
2.3	Situación actual	43
3	La Directiva de Nitratos: Estado y seguimiento en aguas subterráneas	47
3.1	Objetivos de la directiva de nitratos	49
3.2	Aguas afectadas	50
3.3	Designación de zonas vulnerables	51
3.4	Programas de acción	53
4	Los objetivos medioambientales en la planificación: Estado químico en las aguas subterráneas	61
4.1	Estado químico y nitratos.....	64
4.2	Exenciones en los objetivos: Prórrogas y objetivos menos rigurosos ..	68
4.3	Necesidad de las exenciones	70
5	Metodología para la justificación de las exenciones.....	73
5.1	Introducción	73
5.2	Modelación	74
5.2.1	Balance de nitrógeno en el suelo	75
5.2.1.1	Balance de nitrógeno año 2004	75

5.2.1.2	Reconstrucción histórica del balance de nitrógeno.	85
5.2.2	Simulación de transporte de nitrato en el ciclo hidrológico.....	87
5.2.2.1	Módulo hidrológico.....	90
5.2.2.2	Módulo de calidad del agua	93
5.2.2.2.1	Modelación de los nitratos	95
5.2.2.2.1.1	Formulación del modelo.....	95
5.2.2.2.1.2	Parámetros del modelo	101
5.3	Análisis y propuesta de escenarios	105
5.3.1	Aplicación del modelo de simulación	105
5.3.2	Propuesta de escenarios futuros.....	109
5.3.2.1	Escenario base, situación actual. Mantenimiento de las prácticas agrícolas actuales.	110
5.3.2.2	Previsión “Inversión y mejora”	111
5.3.2.3	Escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización en las zonas afectadas	112
6	Resultados obtenidos	113
6.1.1	Cuenca del Miño-Limia	115
6.1.2	Cuencas de Galicia Costa	116
6.1.3	Cuencas internas del País Vasco.....	117
6.1.4	Cuencas del Cantábrico	118
6.1.5	Cuencas del Bidasoa, Nive, Nivelle	119
6.1.6	Cuenca del Duero	120
6.1.7	Cuenca del Tajo.....	124
6.1.8	Cuenca del Guadiana	126
6.1.9	Cuenca del Guadalquivir	128
6.1.10	Cuencas Mediterráneas Andaluzas	132
6.1.11	Cuencas Atlánticas Andaluzas	136
6.1.12	Cuenca del Segura	137
6.1.13	Cuenca del Júcar	141
6.1.14	Cuenca del Ebro	147
6.1.15	Cuencas Internas de Cataluña	153
6.1.16	Cuencas de las Islas Baleares	156
6.1.17	Cuencas de las Islas Canarias	160
7	Referencias.....	163

Índice de tablas

Tabla 1. Listado de indicadores y subindicadores IRENA (EEA, 2006).	5
Tabla 2. Rango de variación de los coeficientes de producción de nitrógeno (izquierda KgN/cabeza-año) y fósforo (derecha KgP/cabeza-año) producido por cabeza de ganado y año (JRC, 2007b).	13
Tabla 3. Cabaña ganadera por especies en España (UGM año 2004).	31
Tabla 4. Densidad ganadera media en España (año 2004).	32
Tabla 5. Coeficientes de producción de nitrógeno de las diferentes especies. ...	33
Tabla 6. Superficie agraria de España y su distribución del año 2004.	36
Tabla 7. Superficie agraria en secano y regadío total en España de 2004 (ha).	37
Tabla 8. Principales cultivos de secano de herbáceos y leñosos, 2004 (ha).	37
Tabla 9. Principales cultivos en regadío de herbáceos y leñosos, 2004 (ha).	38
Tabla 10. Red de control de nitratos (MARM, 2008).	42
Tabla 11. Red de control de nitratos MARM, 2008.	43
Tabla 12. Resumen de las tendencias en la red de control de nitratos MARM, 2008.	44
Tabla 13. Superficie de Zonas Vulnerables designadas en la EU-15 (COM, 2007).	52
Tabla 14. Periodos de prohibición de aplicación de fertilizantes (ARG, 2005)...	57
Tabla 15. Cantidades máximas de nitrógeno en los diferentes cultivos (ARG, 2005).	58
Tabla 16. Cantidades máximas de fertilizantes en función del tipo de cultivo y sistema de riego (VAL, 2003).	60
Tabla 17. Transposición de los Art. 4 (1), 4 (4) y 4 (5) de la DMA (MARM, 2008c).	63
Tabla 18. Definición de buen estado químico de las masas de agua subterráneas (CE, 2000).	64
Tabla 19. Normas de calidad para las masas de aguas subterráneas (CE, 2006).	66
Tabla 20. Componentes del balance de nitrógeno (MAPYA, 2005).	75
Tabla 21. Ejemplo de obtención del balance de nitrógeno por municipios (MAPYA, 2005).	77
Tabla 22. Cifras globales del balance de nitrógeno en el suelo del año 2004 (MAPYA, 2005).	79
Tabla 23. Aportes, extracciones y excedente de nitrógeno (kg de N) para el año 2004 (MAPYA, 2005).	80

Tabla 24. Valores de los parámetros para la simulación del transporte de nitratos.....	101
Tabla 25. Cifras globales del balance de nitrógeno en el suelo en el escenario base situación actual (MARM, 2008).....	110
Tabla 26. Aportes, extracciones y excedente de nitrógeno (kg de N) en el escenario base situación actual (MARM, 2008).	110
Tabla 27. Cifras globales del balance de nitrógeno en la previsión “Inversión y mejora.	111
Tabla 28. Cifras globales del balance de nitrógeno en el suelo en el escenario de dosis óptimas de fertilización (MARM, 2008).	112
Tabla 29. Aportes, extracciones y excedente de nitrógeno (kg de N) en el escenario de dosis óptimas de fertilización (MARM, 2008).	112

Índice de figuras

Figura 1. Balance bruto de nitrógeno a escala nacional en la EU-15 para el año 2000 (EEA, 2005a).	7
Figura 2. Aportes y extracciones de nitrógeno a escala nacional en la EU-15 para el año 2000 (EEA, 2005a).	8
Figura 3. Mapa de densidad ganadera (EEA, 2005a).	9
Figura 4. Nitrógeno (izquierda) y fósforo (derecha) orgánico (estiércol) aplicado en la fertilización (COM, 2007).	10
Figura 5. Nitrógeno (izquierda) y fósforo (derecha) total aplicado en la agricultura, de origen orgánico y mineral (COM, 2007).	11
Figura 6. Cabaña ganadera en la EU-15 (JRC, 2007b).	14
Figura 7. Toneladas de nitrógeno (izquierda) y fósforo (derecha) generadas por la ganadería en la EU-15 (JRC, 2007b).	14
Figura 8. Toneladas de nitrógeno generadas por la ganadería en la EU-15 comparadas con el indicador IRENA 18 (JRC, 2007b).	15
Figura 9. Exceso de nitrógeno en tnN (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	15
Figura 10. Balance bruto de nitrógeno en tnN (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 comparado con el indicador IRENA (JRC, 2007b).	16
Figura 11. Exceso de fósforo en tnP (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	16
Figura 12. Mapa de aportes de nitrógeno procedente de la fertilización mineral en KgN/ha (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	17
Figura 13. Mapa de aportes de fósforo procedente de la fertilización mineral en KgP/ha (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	17
Figura 14. Mapa de aportes de nitrógeno procedente de la fertilización orgánica (estiércoles) en KgN/ha (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	18
Figura 15. Mapa de aportes de fósforo procedente de la fertilización orgánica (estiércoles) en KgP/ha (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	18
Figura 16. Mapa aportes totales de nitrógeno en KgN/ha (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	19
Figura 17. Mapa de aportes totales de fósforo en KgP/ha (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).	19
Figura 18. Mapa de balance bruto de nitrógeno en KgN/ha total en la EU-15 (JRC, 2007b).	20
Figura 19. Mapa de balance bruto de fósforo en KgN/ha total en la EU-15 (JRC, 2007b).	21

Figura 20. Procesos del ciclo del nitrógeno en el suelo, (modificado de Havlin et al., 1999).....	22
Figura 21. Lixiviado y producción según la dosis de fertilizante en una zona agrícola con maíz (adaptado de EEA, 2000).	27
Figura 22. Lixiviación frente abonado y drenaje. Izquierda Nielsen et al. (1979), derecha Pratt (1984).....	27
Figura 23. Concentraciones de nitrato de los últimos años en dos masas de agua subterráneas (Vic-Collsabra y Lillo-Quintanar).	29
Figura 24. Ciclo del nitrógeno (Miljøstyrelsen, 1984).....	30
Figura 25. Densidad ganadera total por comarcas (UGM/ha SAU).....	32
Figura 26. Presión relativa de la cabaña ganadera por especies.....	33
Figura 27. Densidad ganadera porcina por comarcas (UGM/ha SAU)	34
Figura 28. Densidad ganadera bovina por comarcas (UGM/ha SAU)	34
Figura 29. Densidad ganadera aviar (izquierda) y ovina (derecha) por comarcas (UGM/ha SAU)	35
Figura 30. Densidad ganadera caprina (izquierda) y equina (derecha) por comarcas (UGM/ha SAU).....	35
Figura 31. Evolución de la cabaña ganadera en España (UGM).....	35
Figura 32. Superficie agraria total en España (ha/año).	36
Figura 33. Emisiones de nitrato (tn/año) de las estaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas (PNC).	39
Figura 34. Mapa con red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).....	42
Figura 35. Valores medios de la red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).	43
Figura 36. Valores máximos de la red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).	44
Figura 37. Valores de tendencias de la red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).	45
Figura 38. Proceso de implementación de las Directiva 91/676/CEE.....	48
Figura 39. Zonas vulnerables declaradas por las Comunidades Autónomas a lo largo de los años.	51
Figura 40. Zonas vulnerables declaradas por las Comunidades Autónomas a lo largo de los años.	52
Figura 41. Ejemplo del resultado obtenido tras la aplicación de diferentes escenarios futuros.....	73
Figura 42. Metodología de análisis con el empleo de los dos modelos de simulación.....	74

Figura 43. Mapa municipal de aportes de nitrógeno orgánico en el año 2004 (MAPYA, 2005).	77
Figura 44. Mapa municipal de aportes de nitrógeno mineral en el año 2004 (MAPYA, 2005).	78
Figura 45. Mapa municipal de aportes de nitrógeno total por fertilización en el año 2004 (MAPYA, 2005).	78
Figura 46. Mapa municipal de exceso de nitrógeno en el año 2004 (MAPYA, 2005).	79
Figura 47. Estimación y rango de variación en las estimaciones de producción de nitrógeno (tn) de origen ganadero (JRC, 2007b).	80
Figura 48. Balance bruto de nitrógeno en KgN/ha agrícola en la EU-15 comparado con el indicador IRENA (JRC, 2007b).	81
Figura 49. Mapa de usos de suelo de España, Corine Land Cover 2000.	82
Figura 50. Principales agrupaciones de usos de suelos obtenidas a partir de mapa Corine Land Cover 2000. Usos de agricultura de regadío, de secano y cultivos mixtos.	83
Figura 51. Principales agrupaciones de usos de suelos obtenidas a partir de mapa Corine Land Cover 2000. Usos de pastizales, áreas boscosas, áreas arbustivas y zonas de vegetación escasa.	83
Figura 52. Georeferenciación del exceso de nitrógeno dentro del municipio con el cruce con el Corine Land Cover del año 2000.	84
Figura 53. Reconstrucción histórica del exceso de nitrógeno (tn de nitrógeno/año).	85
Figura 54. Exceso de nitrógeno medio (kgN/ha de cultivo).	85
Figura 55. Evolución del consumo de fertilizantes en España (IFA, 2005).	86
Figura 56. Régimen natural y régimen alterado en la componente subterránea y evaluación de afecciones.	88
Figura 57. Metodología para la simulación de la calidad del agua, resultados y aplicaciones.	89
Figura 58. Modelación del ciclo en dos capas, zona superficial y zona profunda o acuífero.	90
Figura 59. Esquema de flujo del modelo conceptual del ciclo hidrológico Patricial.	91
Figura 60. Precipitación temperatura y aportación en la red fluvial en octubre de 2000.	92
Figura 61. Caudales mensuales en régimen natural al embalse de Alarcón (m ³ /s), y niveles piezométricos en la Plana de Castellón (m.s.n.m.). Contraste entre el modelo y los datos históricos.	92
Figura 62. División del terreno para la simulación de la calidad química del agua.	94

Figura 63. Reducción del contenido de nitrato en el suelo debido a la desnitrificación por larga estancia del nitrato en el suelo ($k_{desn}=0,02$).....	101
Figura 64. Porcentaje de nitrato del suelo arrastrado por el agua, en función de la cantidad de agua (excedente hidrológico en mm) y de la capacidad de retención de agua en el suelo (H_{max} en mm) ($k_{ss}=2$).....	102
Figura 65. Porcentaje de nitrato del suelo arrastrado por el agua, en función del agua que se infiltra (mm) y de la capacidad de infiltración del agua en el terreno (I_{max} en mm) ($k_{ns}=0,06$ y espesor del medio no saturado = 1 m).....	102
Figura 66. Porcentaje de nitrato del suelo arrastrado por el agua, en función del agua que se infiltra (mm) y de la capacidad de infiltración del agua en el terreno (I_{max} en mm) ($k_{ns}=0,06$ y espesor del medio no saturado = 10 m).....	103
Figura 67. Evolución del tiempo de paso del nitrato por el medio no saturado para diferentes espesores, 1, 5, 10, 50 y 100 m ($k_{ns}=0,06$, carga 100 unidades, $I_{max}=100$ mm, Infiltración=50 mm).....	103
Figura 68. Caudales simulados en régimen alterado y aforados en el embalse de Entrepeñas de la cuenca del Tajo (izquierda) y el embalse de Tranco de Beas de la cuenca del Guadalquivir (derecha).....	105
Figura 69. Niveles piezométricos simulados en régimen alterado y niveles registrados en la masa de agua subterránea de Mancha Occidental II en el Guadiana (izquierda) y en la masa de Ascoy-Sopalmo en el Segura (derecha).	106
Figura 70. Concentración de nitrato en la masa de agua de Villafáfila en la cuenca del Duero (izquierda) y en la masa de agua de Guadalajara en la cuenca del Tajo (derecha).	106
Figura 71. Concentración de nitrato en la masa de agua de Rus-Valdelobós en la cuenca del Guadiana (izquierda) y en la masa de agua de Vic-Collsabra en Cuencas Internas de Cataluña (derecha).....	107
Figura 72. Concentración de nitrato en la masa de agua Depresión de Granada en la cuenca del Guadalquivir (izquierda) y en la masa de agua Medio-Bajo Andarax en Cuencas Internas Andaluzas (derecha).....	107
Figura 73. Concentración de nitrato en la masa de agua Campo de Cartagena en la cuenca del Segura (izquierda) y en la masa de agua Plana de Valencia Sur en la cuenca del Júcar (derecha).....	107
Figura 74. Evolución de la concentración de nitrato en el río Uromea (superior izquierda), en el río Pisuerga aguas arriba del río Esgueva (superior derecha) y en el río Duero aguas abajo de la confluencia con el río Adaja (inferior).	108

1 Introducción

Actualmente existe en España un importante número de masas de agua subterráneas con concentraciones de nitrato superiores a los 50 mg/l de NO_3 , valor establecido como límite legal para que el agua sea apta para el consumo humano. Las altas concentraciones de nitrato registradas en estas masas de agua subterráneas tienen su origen, de forma mayoritaria, en las prácticas agrícolas y ganaderas que se realizan dentro de la cuenca hidrográfica.

La vigente Directiva Europea Marco del Agua 2000/60/CE, aprobada en el año 2000, así como la Directiva 91/676/CEE de nitratos, requiere la mejora paulatina de la calidad del agua en todas las masas de agua subterráneas y superficiales, por que se hace necesario el conocimiento del estado actual de las concentraciones de nitrato, el conocimiento de la evolución histórica, el conocimiento de las tendencias futuras y el conocimiento de la efectividad de las medidas que puedan aplicarse para reducir la concentración de nitrato de estas masas de agua.

Para realizar este análisis es necesaria la construcción de un modelo de simulación hidrológica con calidad del agua a escala nacional, concretamente la simulación de la concentración de nitrato, que incluya todas las masas de agua subterráneas. Para ello se utilizará el módulo Patrical (Precipitación Aportación en tramos de red integrados con calidad de las aguas) desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia, que incluye la simulación de transporte de nitrato en el ciclo hidrológico a través de la cuenca hidrográfica, que actualmente es el único modelo de simulación que puede abordar este análisis para una superficie de este tamaño. **Los resultados que se obtengan con este modelo son exclusivamente el objeto del presente convenio.**

Por ese motivo la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, realizo la contratación con Tragsatec S.A: de la *ASISTENCIA TÉCNICA PARA "EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS FUENTES AGRARIAS DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS POR NITRATOS"* (clave 21.807-001/0411), empresa que a su vez ha suscrito el presente Convenio de Investigación con el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

Los trabajos realizados dentro de este Convenio Investigación se describen en el presente informe, cuyos principales objetivos consisten en aplicación del módulo Patrical (Pérez, 2005) a un modelo a escala nacional, mediante el cual se realizará la simulación del ciclo hidrológico y de las concentraciones de nitrato para todas las masas de agua superficiales y subterráneas de España, para un periodo de tiempo representativo. Los resultados de este modelo de simulación permitirán conocer la evolución histórica media de las concentraciones de nitrato en las masas de agua subterránea, de forma que será posible obtener las

tendencias históricas y las posibles evoluciones futuras que pueda tener la concentración de nitrato en estas masas de agua.

Una vez construido, y calibrado, este modelo de simulación con los datos históricos de concentración de nitrato, se analizarán diferentes escenarios futuros de aplicación de medidas correctoras en las prácticas agrícolas y ganaderas, evaluando las reducciones en la concentración media de nitrato que produzcan dichas medidas, y el periodo de tiempo en el que se producen estas reducciones. De esta forma se evaluará la efectividad de cada una de las medidas que se planteen y el plazo de tiempo en el que se alcanzarán dichas reducciones.

Para el funcionamiento del modelo de simulación hidrológica con calidad del agua, específicamente la concentración de nitrato, será necesario como dato de entrada, la evolución histórica del exceso de nitrógeno, y del lixiviado de nitrógeno, que se produce en la superficie del suelo, debido a las prácticas agrícolas y ganaderas. Además, deberá proporcionarse el exceso de nitrógeno y el lixiviado de nitrógeno, que se producirá en el futuro, tras la aplicación de las diferentes medidas correctoras que se definan en este trabajo. La información de exceso y lixiviado de nitrógeno será proporcionada mediante la actualización del balance de nitrógeno que realiza actualmente el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM, 2008).

1.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo consiste en la estimación de la evolución futura de las concentraciones medias de nitrato en las masas de agua subterráneas de España, concretamente para los plazos temporales fijados en la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000) el año 2015 y dos sucesivas revisiones en los años 2021 y 2027. La determinación de las concentraciones medias en las masas de agua subterráneas se realiza mediante el empleo de los modelos de simulación del transporte de nitrato a través del ciclo hidrológico en la cuenca hidrográfica, mediante la evaluación de diferentes escenarios.

En este documento se estiman las concentraciones de nitrato futuras en las masas de agua subterráneas de España, proporcionando un rango de variación de dichos resultados en función de las hipótesis futuras que se consideren más probables.

1.2 Antecedentes

En los últimos años se han elaborado diversos estudios a nivel europeo, sobre indicadores de presión relativos a la contaminación difusa de origen agrícola y ganadero. Parte de los resultados de estos estudios se incluyen en los informes que la Comisión remite al Consejo y al Parlamento Europeo con el objeto de realizar un seguimiento del cumplimiento por parte de los estados miembros de las Directivas Europeas (COM, 2007). Los principales trabajos a escala europea proceden de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AAE) o del Centro de Investigación Conjunta (Joint Research Center, JRC). En los apartados siguientes se resumen los principales estudios elaborados por estos organismos.

1.2.1 Agencia Ambiental Europea y los indicadores IRENA

Según se indica en el informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente *"Integration of environment into EU agriculture policy – the IRENA indicator-based assessment report"* (EEA, 2006), conjuntamente varias Direcciones Generales de la Comisión Europea (DG Agricultura y Desarrollo Rural, DG Medioambiente, DG de Eurostat y DG Joint Research Centre) y la Agencia Europea de Medio ambiente (EEA), han desarrollado el sistema de indicadores IRENA (Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agriculture Policy), que es un sistema de indicadores agroambientales para el seguimiento de la integración de los aspectos medioambientales en la política agrícola en la Unión Europea (UE-15).

El sistema de indicadores IRENA tiene origen en el Consejo de la Unión Europea celebrado en Cardiff (junio de 1998), donde el Consejo hizo suyo el principio de que las principales propuestas de las políticas europeas propuestas por parte de la Comisión deberían ir acompañadas de una evaluación de su impacto ambiental, de forma que invitó a todas las formaciones del Consejo a establecer sus propias estrategias para dar efecto a la integración del medio ambiente y el desarrollo sostenible dentro de sus respectivos ámbitos de la política Europea. Esto marcó el inicio del llamado proceso de Cardiff. El Consejo de la Unión Europea de Helsinki (diciembre de 1999), aprobó la estrategia para la integración de la dimensión ambiental dentro de la Política Agraria Comunitaria (PAC). Los instrumentos de control de la PAC se incluyeron como la Agenda 2000. En la estrategia de integración destaca el papel fundamental de los Estados miembros en la aplicación de las medidas y requirió el desarrollo de indicadores agroambientales para supervisar dicha integración. La integración se refiere a la introducción de medidas que buscan la protección del medio ambiente en la política agrícola en sí, como complemento a la "tradicional" enfoque de la reglamentación ambiental. Implica una búsqueda activa de la coherencia y la complementariedad entre la agricultura y las políticas de medio ambiente, que, sin embargo, han separado sus propios y legítimos objetivos.

En respuesta a esto, la Comisión publicó dos comunicaciones relacionadas con la integración del medio ambiente en la política agrícola y el desarrollo de

indicadores agroambientales. Estos son COM (2000) 20, que define los objetivos para el seguimiento del proceso de integración e identifica un conjunto de 35 indicadores agroambientales, y COM (2001) 144, que identifica los conceptos y las posibles fuentes de datos.

El sistema de indicadores IRENA esta compuesto por 35 indicadores agroambientales basado en los datos disponibles en el nivel NUTS 2/3 (en función de la disponibilidad de información. NUTS 1, conjunto de Comunidades Autónomas; NUTS 2 escala regional, en España la Comunidad Autónoma; NUTS 3 escala provincial) y clasificados según el modelo DPSIR (Fuerza motriz - Presión - Estado - Impacto - Respuesta). Estos 35 indicadores principales se desglosan en 42 subindicadores (Tabla 1) con el fin de identificar los principales aspectos agroambientales (a través de los indicadores relacionados con "Fuerzas motrices", "Presión", "Estado", "Impacto" y "Respuesta"), y analizar la orientación de las respuestas de política (a través de la «respuesta» a los indicadores relacionados con la "política pública" dimensión).

DPSIR	No.	IRENA indicator	
Responses	1	Area under agri-environment support	
	2	Regional levels of good farming practice	
	3	Regional levels of environmental targets	
	4	Area under nature protection	
	5.1	Organic producer prices	
	5.2	Agricultural income of organic farmers	
	6	Farmers' training levels	
Driving forces	7	Area under organic farming	
	8	Fertiliser consumption	
	9	Consumption of pesticides	
	10	Water use (intensity)	
	11	Energy use	
	12	Land use change	
	13	Cropping/livestock patterns	
	14.1	Farm management practices- tillage	
	14.2	Farm management practices- soil cover	
	14.3	Farm management practices- manure	
	15	Intensification/extensification	
	16	Specialisation/diversification	
	17	Marginalisation	
	Pressures	18	Gross nitrogen balance
		18sub	Ammonia emissions
19		Emissions of methane (CH ₄) and nitrous oxide (N ₂ O)	
20		Pesticide soil contamination	
21		Use of sewage sludge	
22		Water abstraction	
23		Soil erosion	
24		Land cover change	
25		Genetic diversity	
26		High nature value farmland	
State	27	Production of renewable energy (by source)	
	28	Population of farmland birds	
	29	Soil quality	
	30.1	Nitrates in water	
	30.2	Pesticides in water	
	31	Ground water levels	
	32	Landscape state	
	Impact	33	Impact on habitats and biodiversity
		34.1	Share of agriculture in GHG emissions
		34.2	Share of agriculture in nitrate contamination
34.3		Share of agriculture in water use	
35		Impact on landscape diversity	

Tabla 1. Listado de indicadores y subindicadores IRENA (EEA, 2006).

A partir de los indicadores se elabora un informe ("La agricultura y el medio ambiente en la UE-15" denominado también informe "IRENA indicador"), Report No 6/2005. *Agriculture and environment in EU-15 – the IRENA indicator report* (EEA, 2005a), que proporciona un análisis agro-ambiental integrado de la UE-15, así como una evaluación de los progresos realizados en su desarrollo y la interpretación de los resultados obtenidos.

El sistema IRENA incluye fundamentalmente tres indicadores en relación a las presiones que la agricultura puede ejercer y representar un riesgo para la calidad del agua (EEA, 2005a), que son: el balance bruto de nitrógeno (IRENA 18), la contaminación en el suelo por plaguicidas (IRENA 20), y la utilización de los lodos de depuradora (IRENA 21).

Balance bruto de nitrógeno, IRENA 18

El indicador IRENA 18, balance bruto de nitrógeno, es el balance entre los aportes y salidas de nitrógeno, dando como resultado el conjunto de emisiones de nitrógeno al suelo, al agua y a la atmósfera. Establece una relación entre la producción o utilización de nutrientes nitrogenados orgánicos o minerales y la calidad del medioambiente, más concretamente la calidad del agua. La comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo COM (2001) 144 especifica para el indicador IRENA 18:

Indicador 18: Balance de nutrientes en la superficie del suelo, incluyendo el indicador 8: uso de fertilizantes (grupo a)

Concepto: Los nutrientes son fundamentales para el crecimiento de la planta. Si se utilizan en exceso, pueden llegar a las aguas superficiales y/o infiltrarse en las aguas subterráneas, elevando el contenido en nitratos a niveles inaceptables. El método más adecuado de calcular el empleo excesivo de nutrientes es el balance de nutrientes en la superficie del suelo. Se pueden encontrar datos adecuados en la EEA. Sin embargo, una percepción real sólo la dará un nivel regional, local o de cuenca fluvial.

Indicador: El balance de nutrientes en la superficie del suelo se define como el aporte total de nutrientes (fertilizantes orgánicos y minerales, deposición atmosférica y fijación por cultivos leguminosos) menos lo que absorben los cultivos (incluyendo lo que elimina el pastoreo).

Este indicador proporciona información global de la situación en un país o una región, por ejemplo: una situación persistente de superávit en el balance indica posibles problemas ambientales; mientras que una situación persistente de déficit indica un riesgo potencial de disminución del estado de nutrientes en el suelo.

En lo que respecta a los impactos ambientales, el principal determinante es el tamaño absoluto de superávit/déficit de nutrientes vinculado a las prácticas de gestión de estiércoles en las granjas y las condiciones agroecológicas, que determinan la desnitrificación y la absorción de nitratos en el suelo.

Los datos de aportes de nitrógeno se estiman de forma más precisa y fiable que los datos sobre las salidas, debido a que en particular existe una incertidumbre sobre los datos de rendimiento de forraje y pasto. Esta incertidumbre se traslada directamente al resultado de N-total equilibrio, por lo que las mismas

precauciones también deben tomarse antes de sacar conclusiones a partir de los resultados del balance total. También, existen incertidumbres en relación con coeficientes utilizados de las diferentes prácticas agronómicas, sobre todo cuando existen grandes diferencias en las condiciones de cultivo dentro de un mismo país (EEA, 2005a).

El informe resumen de indicadores IRENA (EEA, 2005a) indica que a nivel de la UE-15 el balance de nitrógeno bruto (Figura 1) del año 2000 se estimó en 55 kg/ha, que es un 16% inferior a la estimación realizada en el año 1990, que fue de 65 kg/ha. En el año 2000, el balance de nitrógeno bruto osciló entre 37 kgN/ha (Italia) a 226 kgN/ha (Países Bajos). Todos los Estados miembros muestran una disminución en las estimaciones del balance de nitrógeno bruto (kg/ha) del año 1990 al año 2000, con excepción de Irlanda y España (con 22% y 47% de aumento, respectivamente).

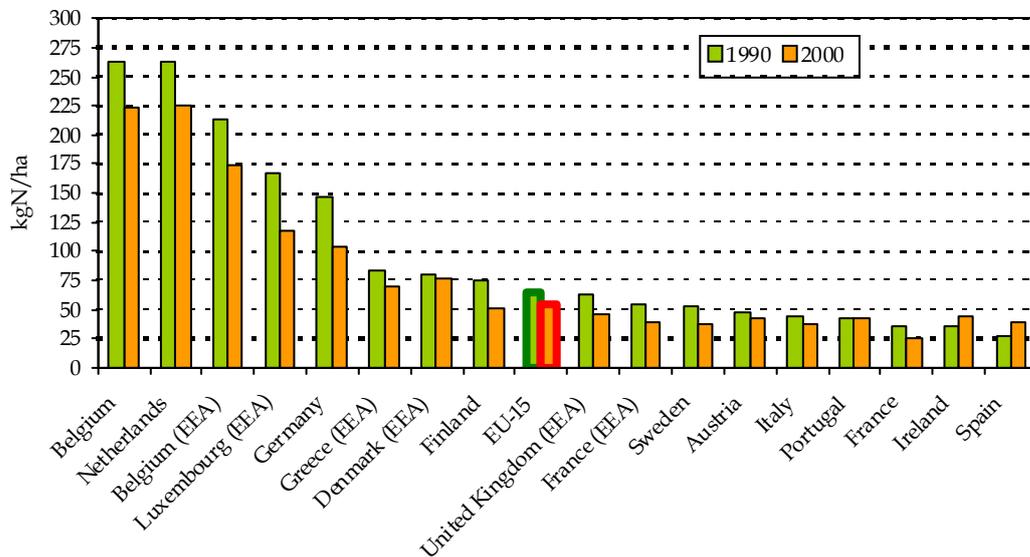


Figura 1. Balance bruto de nitrógeno a escala nacional en la EU-15 para el año 2000 (EEA, 2005a).

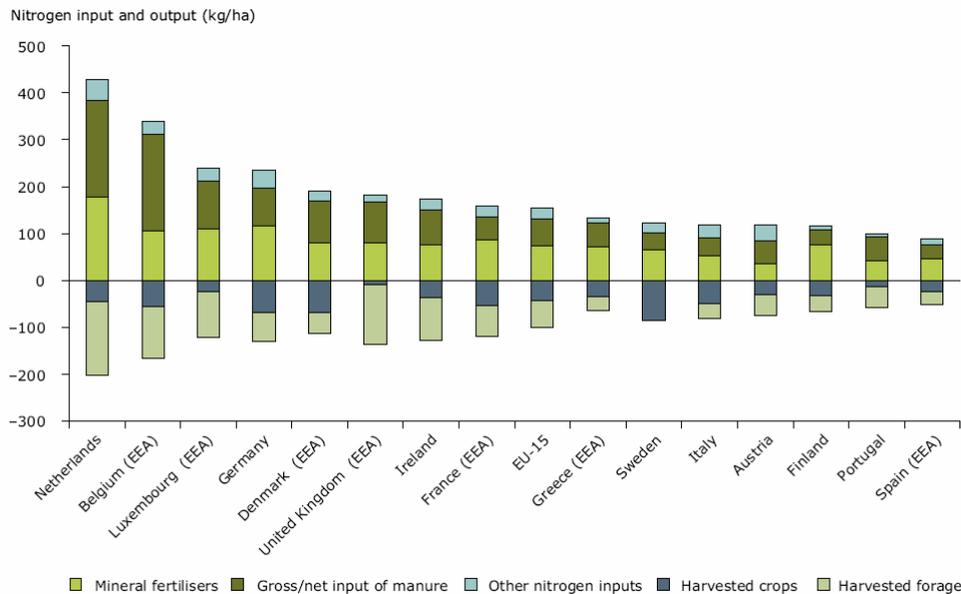
La disminución general del superávit en el balance de nitrógeno se debe a una pequeña disminución en las tasas de aportación de nitrógeno (-1,0%) y un aumento significativo en las tasas de extracción de nitrógeno (10%). Los datos nacionales se confirmaron con los balances nacionales de la OCDE disponibles, para el resto de países de la UE-15 se calcularon los balances brutos de nitrógeno según la encuesta ganadera para los años 1990 y 2000 de la OCDE / Eurostat metodología (OCDE / Eurostat, 2003).

El desglose del balance de nitrógeno en sus principales componentes de entrada y salida en el año 2000 muestra que la mayor diferencia entre los Estados miembros son los aportes de nitrógeno de origen orgánico (estiércol). La aplicación de los abonos orgánicos osciló entre los 31 kgN/ha en España a los 206 kgN/ha en los Países Bajos, mientras que la aplicación de los abonos minerales variaron entre 35 kgN/ha en Austria a 179 kgN/ha en los Países Bajos. Otros aportes de nitrógeno incluyen: la deposición atmosférica, la fijación

biológica del nitrógeno, y la plantación de semillas y material. Este componente no es tan importante como el estiércol o los abonos minerales oscilando entre 8 kgN/ha en Portugal y 44 kgN/ha en los Países Bajos.

Este informe (EEA, 2005a) también indica los Estados miembros que en el año 2000 tienen en media tasas superiores al umbral de aplicación de abonos orgánicos, de 170 kg/ha especificado por la Directiva 91/676/CEE de nitratos, que son: Bélgica (204 kg/ha) y los Países Bajos (206 kg/ha).

Figure 5.3 National nitrogen balances for 2000 split into major input and output components ⁽³⁸⁾



Source: OECD website (<http://webdomino1.oecd.org/comnet/agr/aeiquest.nsf>) and EEA calculations.

Figura 2. Aportes y extracciones de nitrógeno a escala nacional en la EU-15 para el año 2000 (EEA, 2005a).

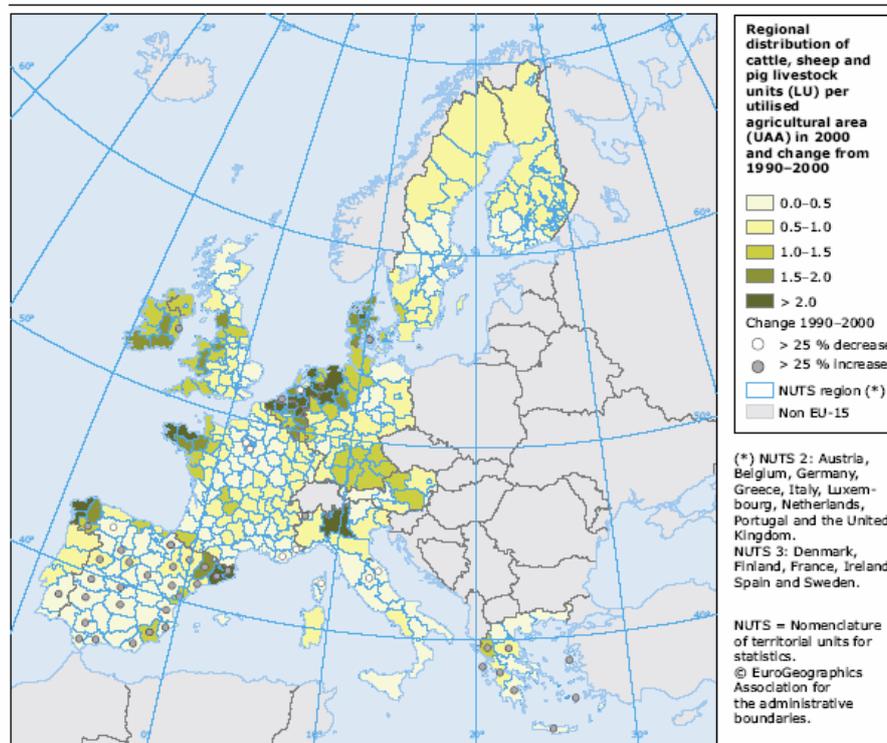
Según indica el informe de indicadores IRENA (EEA, 2005a) el mayor riesgo de lixiviación de nutrientes de la agricultura se encuentra en los Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo y Alemania, a pesar de las disminuciones en los aportes brutos al balance de nitrógeno en el periodo de 1990 a 2000. Sin embargo, la lixiviación de nitrógeno del suelo a las aguas subterráneas y los ríos no sólo depende del balance de nitrógeno bruto, también está significativamente influenciado por el suelo, el clima y la gestión de las explotaciones. Los equilibrios nacionales pueden ocultar importantes diferencias regionales en el balance bruto de nutrientes que determinan el riesgo real de lixiviación a escala regional o local. Los Estados miembros pueden tener cifras brutas aceptables del balance de nutrientes en general a nivel nacional, y existir una importante de lixiviación de nutrientes en ciertas regiones, por ejemplo, en zonas con alta concentración de ganado.

El informe (EEA, 2005a) indica que el cálculo de los balances brutos de nitrógeno a escala regional, en combinación con los datos sobre las prácticas de gestión agrícola, así como las condiciones climáticas y edafológicas, daría una

mejor comprensión de la probabilidad de que las pérdidas de nutrientes a las masas de agua, sin embargo, este indicador no puede ser desarrollado en el calendario del proyecto IRENA, principalmente debido a la falta de datos importantes a nivel regional (estiércol, la aplicación de abonos, los coeficientes de rendimiento) e incluso a nivel nacional (en particular, la absorción de nitrógeno a través de pastos y forrajes).

Como aproximación a esa regionalización este estudio (EEA, 2005a) incluye el mapa de densidades de ganado en general en el nivel NUTS 2/3. Este mapa muestra las concentraciones regionales de la ganadería intensiva vinculada al ganado porcino y la producción de leche donde destacan las regiones del oeste de Alemania, los Países Bajos, Bélgica, Bretaña, noroeste y el noreste de España, el valle del Po italiano, Dinamarca, el oeste del Reino Unido y el sur de Irlanda.

Figure 5.4 Regional distribution of cattle, sheep and pig livestock units (LU) per ha of UAA in 2000 and change from 1990–2000



Note: Poultry figures are part of the calculation of national gross nitrogen balances but not included in this graph. Adding poultry production would emphasize some regional livestock hot spots, for example in the Benelux region.

Source: Community survey on the structure of agricultural holdings (FSS), Eurostat.

Figura 3. Mapa de densidad ganadera (EEA, 2005a).

Otros estudios de interés de la Agencia Ambiental Europea son:

EEA, 2000. Calculation of nutrients surpluses from agricultural sources. Statistics spatialisation by means of CORINE land cover. Application to the case of nitrogen. Technical report n° 51.

EEA, 2005. Source apportionment of nitrogen and phosphorus inputs into the aquatic environment. European Environment Agency. EEA Report 7/2005.

1.2.2 Informes de la Comisión

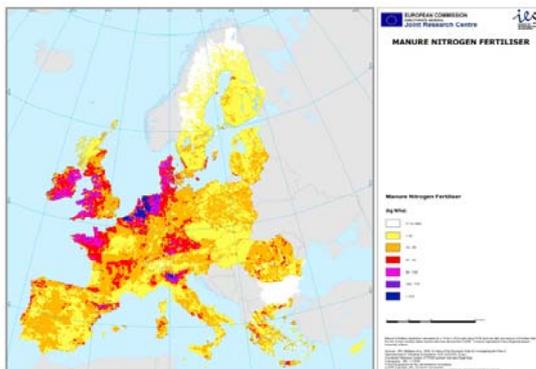
En el año 2007 la Comisión elaboró un informe sobre el grado de aplicación de la Directiva 91/676/CEE de nitratos, *“Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre la aplicación de la Directiva 91/676/CEE del Consejo, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, en el periodo de 2000-2003”* (COM, 2007). Este informe basado en los trabajos llevados a cabo por la Dirección General del Joint Research Centre (JRC) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) analiza a escala regional los diferentes aspectos de la implantación de la Directiva de nitratos: la evolución de la presión ejercida, la evolución de las redes de medida y de las concentraciones de nitrato, la evolución en la designación de zonas vulnerables y la evolución en la implantación y puesta en marcha de los programas de acción. A continuación se incluyen los apartados más relevantes de este informe:

En primer lugar el informe revisa los aportes de fertilizantes, nitrógeno y fósforo, tanto de origen orgánico (Figura 4) como de origen mineral, como el aporte total (Figura 5), destacando las regiones de la UE que sobrepasan los límites establecidos en la Directiva 91/676/CEE, entre estas regiones se encuentran algunas zonas de Cataluña, en el interior y en el Delta del Ebro.

“...

*De acuerdo con los cálculos realizados a escala regional, la tasa de aplicación de **nitrógeno procedente del estiércol** (Mapa 1) pone de manifiesto unos volúmenes superiores a 170 kg/ha anuales en Bélgica (Flandes) y los Países Bajos, pero también, a escala local, en Italia, Francia (Bretaña), **España** y Portugal. Tasas de aplicación de nitrógeno procedente del estiércol comprendidas entre 120 y 170 kg/ha se observan asimismo a escala regional en Dinamarca, el Reino Unido (Inglaterra), algunos condados de Irlanda y el sur de Alemania. En todas las zonas mencionadas antes se registran también las tasas más elevadas de aplicación de fósforo procedente del estiércol (más de 90 kg de fosfato por hectárea y año en las zonas más intensivas, Mapa 2) y unas **tasas totales de aplicación de nitrógeno y fósforo** (estiércol más fertilizantes químicos) cuyos valores superan, respectivamente, los 240 kg de nitrógeno y los 90 kg de fosfato por hectárea y año (Mapas 3 y 4).”*

MAP 1. Manure nitrogen fertiliser application (source: JRC, Mulligan et al., 2006). Reference year: 2000.



MAP 2. Manure phosphate fertiliser application (source: JRC, Mulligan et al., 2006). Reference year: 2000.

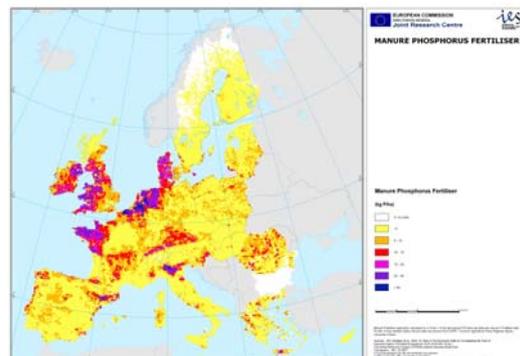


Figura 4. Nitrógeno (izquierda) y fósforo (derecha) orgánico (estiércol) aplicado en la fertilización (COM, 2007).

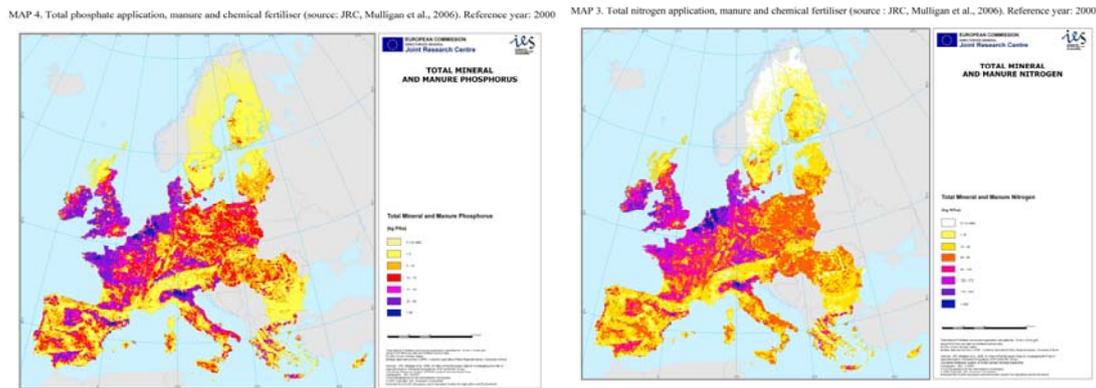


Figura 5. Nitrógeno (izquierda) y fósforo (derecha) total aplicado en la agricultura, de origen orgánico y mineral (COM, 2007).

Seguidamente el informe (COM, 2007) analiza el balance bruto de nitrógeno, procedente de los estudios realizados por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), remarcando el aumento en el balance bruto de nitrógeno para el caso de España e Irlanda:

“ ...

Un indicador de la presión del nitrógeno procedente de fuentes agrícolas es el «balance bruto de nutrientes», que representa la diferencia entre la aportación de nitrógeno (de fertilizantes minerales, estiércol, precipitaciones atmosféricas, fijación por cultivos leguminosos y otras fuentes de menor importancia) y la salida de nitrógeno (absorción por los cultivos, las praderas y los cultivos forrajeros) por hectárea de tierra agrícola utilizada. Según los cálculos realizados por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), en 2000 el balance de nitrógeno bruto en la UE-15 fue de 55 kg/ha, lo que representa un descenso del 16 % comparado con 1990, con valores comprendidos entre los 37 kg/ha de Italia y los 226 kg/ha de los Países Bajos. El excedente en el balance de nitrógeno bruto se redujo en todos los Estados miembros, excepto Irlanda y España (AEMA, 2005 a)”

Además remarca la necesidad de elaborar estos balances a escala regional debido a que las cifras globales a escala nacional pueden enmascarar problemas regionales existentes, volviendo a incidir en la zona de Cataluña para el caso de España.

“ ...

La existencia de excedentes relativamente pequeños en el balance de nitrógeno bruto a escala nacional lleva a subestimar los excedentes que presentan algunas regiones determinadas. El cálculo del balance de nitrógeno (N) bruto efectuado a escala regional por la base de datos CAPRI con relación a 2001 (http://www.agp.uni-bonn.de/agpo/rsrch/dynaspat/dynaspat_e.htm) pone de manifiesto la heterogeneidad existente entre las regiones de la UE, donde los excedentes varían entre 0 y 300 kg N/ha; los valores máximos se alcanzan en zonas con una densidad ganadera elevada, aunque también en regiones con cultivos intensivos de frutas y hortalizas, o de cereales y maíz con una fertilización desequilibrada (Mapa 5).

Los excedentes de nitrógeno nacionales más elevados se registran en algunas regiones de los Países Bajos y de Bélgica (> 150 o 200 kg N/ha). No obstante, excedentes del mismo nivel pueden observarse en Bretaña (Francia) y Vechta Cloppenburg (Baja Sajonia, Alemania). Asimismo, pueden observarse excedentes del orden de 100-150 kg N/ha

anuales en Estados miembros con unos excedentes nacionales relativamente bajos, como España (Cataluña), Italia (Lombardía) o el Reino Unido (Irlanda del Norte, Gales y oeste de Inglaterra).

En relación a las redes de medida, analiza la densidad de la red de medida en cada estado miembro y la evolución en las concentraciones indicando como conclusiones que es necesario disponer de una serie mayor de registros temporales para determinar claramente las tendencias futuras, debido a diferentes aspectos como la influencia de las condiciones climáticas y la evolución en el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Respecto a la designación de zonas vulnerables, analiza en primer lugar la estrategia de los diferentes Estados. La Directiva 91/676/CEE de nitratos ofrece la opción de elaborar y aplicar un programa de acción en todo el territorio de un Estado, éste es el caso de: Austria, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Luxemburgo y los Países Bajos al que se sumo Irlanda, o la opción de designaciones de zonas vulnerables concretas, que es el caso del resto de Estados: Francia, Portugal, España, Italia, Grecia, el Reino Unido y Bélgica, indicado:

“... ”

En los últimos años se han conseguido logros importantes con respecto a la designación de zonas vulnerables y los programas de acción. Las zonas vulnerables han pasado del 35,5 % del territorio de la UE-15 en 1999 al 44 % en 2003, y se han producido nuevas designaciones posteriormente. No obstante, basándose en el análisis de la información disponible sobre la presión del nitrógeno y la calidad del agua, la Comisión considera que la designación presenta aún lagunas que deben colmarse.”

Sobre los programas de acción indica que los países que adoptaron la opción de designaciones concretas de zonas vulnerables, tienen como consecuencia la aprobación de aproximadamente 110 programas de acción en el año 2003, y de forma general que aunque la calidad de los programas de acción está mejorando, muchos presentan aún diversos aspectos no conformes con la normativa.

1.2.3 Informes del JRC

En los últimos años el Joint Research Centre (JRC) está elaborando importantes estudios en relación a la determinación de la presión ejercida por las fuentes difusas de contaminación, de origen agrícola y ganadero. Algunos de estos estudios son:

- *An Atlas of Pan-European Data for Investigating the Fate of Agrochemicals in Terrestrial Ecosystems. Joint Research Centre EUR 22334 EN (JRC, 2006a).*
- *Assessment of Nitrogen and Phosphorus Environmental Pressure at European Scale. Joint Research Centre. EUR 22526 EN (JRC, 2006b).*
- *European Agrochemicals Geospatial Loss Estimator: Model Development and Applications. Joint Research Centre EUR 22690 EN (JRC, 2007a).*
- *Spatialised European Nutrient Balance. Joint Research Centre. EUR 22692 EN (JRC, 2007b).*

Especial interés tiene este último estudio (JRC, 2007b) donde se evalúan y actualizan los balances de nitrógeno y fósforo procedentes de las actividades agrícolas y ganaderas, a nivel de NUTS2 (Comunidad Autónoma), en la Unión Europea formada por los 15 países EU-15, y se georeferencian los resultados mediante el empleo del mapa de usos de suelo del año 2000, Corine Land Cover 2000 (CLC2000).

La carga ganadera se estima a partir del censo ganadero y de la producción de nitrógeno y fósforo de cada una de las especies, denominados coeficientes de excreción, que proceden de los estudios de la OCDE (OECD, 2007), *Environmental Indicators for Agriculture Volume 4*.

Code FSS	Minimum	Maximum
Equidae	28	80
Bovine <1 year old - total	15	40
Bovine 1-<2 years - males	43	70
Bovine 1-<2 years - females	42	83
Bovine 2 years and older - males	47	68
Heifers; 2 years and older	47	101
Dairy cows	55	126
Other cows; bovine 2 years old & over	47	98
Sheep - total	7	23
Goats	6	19
Pigs - piglets under 20 kg	0	4
Pigs - breeding sows over 50 kg	13	35
Pigs - others	7	15
Poultry - broilers	0.2	0.8
Laying hens	0.4	0.9
Poultry - others	0.2	2.1

Code FSS	Minimum	Maximum
Equidae	7	22
Bovine <1 year old - total	3	5
Bovine 1-<2 years - males	8	12
Bovine 1-<2 years - females	7	11
Bovine 2 years and older - males	8	17
Heifers; 2 years and older	7	17
Dairy cows	13	20
Other cows; bovine 2 years old & over	9	17
Sheep - total	1	4
Goats	1	8
Pigs - piglets under 20 kg	0	8
Pigs - breeding sows over 50 kg	5	8
Pigs - others	2	8
Poultry - broilers	0.1	0.2
Laying hens	0.1	0.2
Poultry - others	0.1	0.7

Tabla 2. Rango de variación de los coeficientes de producción de nitrógeno (izquierda KgN/cabeza-año) y fósforo (derecha KgP/cabeza-año) producido por cabeza de ganado y año (JRC, 2007b).

Respecto al censo ganadero, según la información de EUROSTAT (EUROSTAT, 2006), España se sitúa en el cuarto lugar por detrás de Francia, Alemania y el Reino Unido, con una cabaña de 15 millones de unidades equivalentes de ganado mayor (LSU), con una proporción relativa de vacuno (bovine) mucho menor que el resto de países, contrarrestado por un mayor peso del porcino (pigs) y de las aves de corral (poultry). Las equivalencias en LSU corresponden a: ganado vacuno adulto LSU 1,0, crías de vacuno 0,5; equinos 0,8; ovejas 0,1 y aves 0,01.

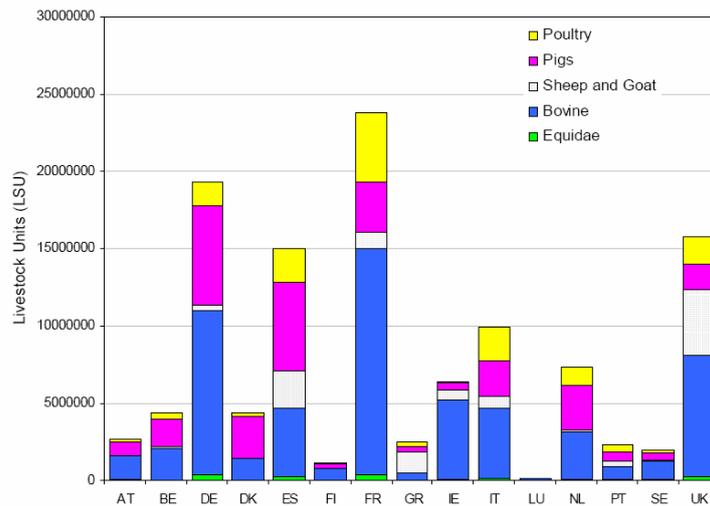


Figure 4.5 Livestock Units (LSU) according to FSS data and EUROSTAT coefficients for computing LSU (EUROSTAT, 2006b).

Figura 6. Cabaña ganadera en la EU-15 (JRC, 2007b).

Aplicando al censo ganadero los coeficientes de excreción se obtiene una producción en España de origen ganadero de 800.000 tn de nitrógeno y 200.000 tn de fósforo, que sitúa a España de igual forma en el cuarto lugar de la EU-15.

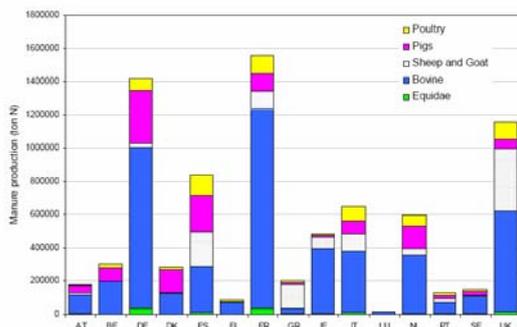


Figure 4.3 Estimated nitrogen manure production (ton N) distributed for different animal types for EU15 countries.

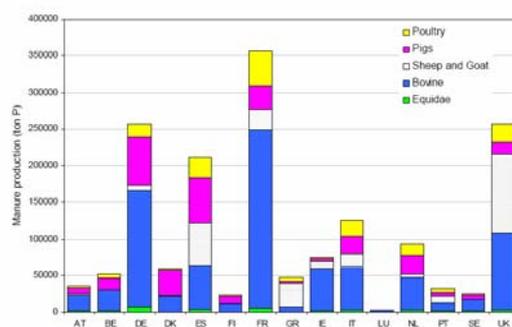


Figure 4.4 Estimated phosphorus manure production (ton P) distributed for different animal types for EU15 countries.

Figura 7. Toneladas de nitrógeno (izquierda) y fósforo (derecha) generadas por la ganadería en la EU-15 (JRC, 2007b).

En este estudio (JRC, 2007b) se comparan, también, los resultados de producción de nitrógeno de origen ganadero obtenidos con el indicador IRENA 18 (EEA, 2005a), comprobándose que en ambos casos se estima en el entorno de las 800.000 tn la producción de nitrógeno de origen ganadero para España.

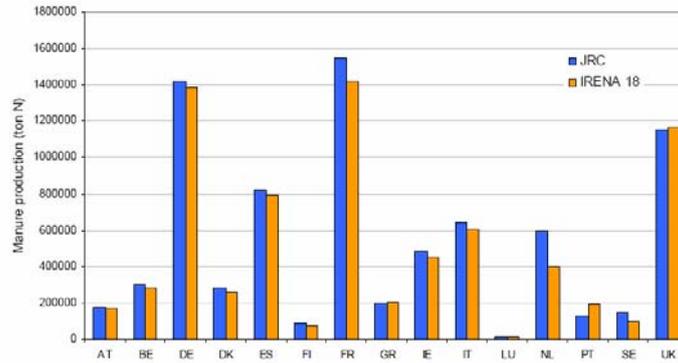


Figure 4.6 Estimated nitrogen manure production (ton N) for EU15 countries, according to JRC and IRENA 18 indicator.

Figura 8. Toneladas de nitrógeno generadas por la ganadería en la EU-15 comparadas con el indicador IRENA 18 (JRC, 2007b).

El balance bruto de nutrientes se define según la OCDE (OECD, 2007) como todas las emisiones residuales de nutrientes al suelo, al agua y a la atmósfera. De esta forma se incluyen en el balance bruto las pérdidas de nutrientes por lixiviados, escorrentías, desnitrificación y volatilización, así como la volatilización del amonio (NH_3) durante los procesos de acumulación, almacenaje y aplicación de los fertilizantes ganaderos. El balance considerado en el estudio del JRC (JRC, 2007b) corresponde a:

$$\text{Balance bruto} = \text{entradas de nutrientes} - \text{salidas de nutrientes}$$

En el caso del balance bruto de nitrógeno se consideran las siguientes componentes:

$$\text{Balance bruto nitrógeno} = (\text{fertilización mineral} + \text{estiércoles ganaderos} + \text{fijación biológica} + \text{deposición atmosférica}) - \text{extracción de los cultivos}$$

Los resultados del balance bruto de nitrógeno para la UE-15 sitúan a España en el tercer lugar en emisiones con 1 millón de toneladas de nitrógeno por año, únicamente por detrás de Alemania (≈ 2 millones/año) y Francia ($\approx 1,5$ millones/año). Mientras que el indicador de presión de emisiones por hectárea agrícola, lo sitúan como el segundo país menos contaminante de la UE-15.

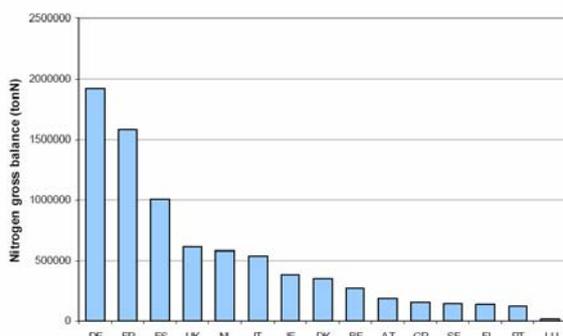


Figure 4.10 Total gross nitrogen balance for EU15 countries.

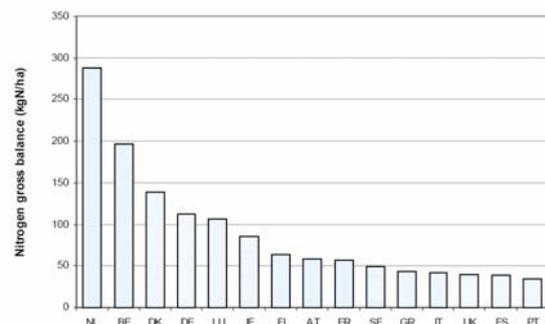


Figure 4.11 Average gross nitrogen balance per agricultural area for EU15 countries.

Figura 9. Exceso de nitrógeno en tnN (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

Los resultados obtenidos en este estudio (JRC, 2007b) comparados con el indicador IRENA 18 (EEA, 2005a), muestran prácticamente el mismo valor para España de balance bruto de nitrógeno, próximo al millón de tn por año y a los 40 kgN/ha agrícola, produciéndose las mayores discrepancias en Dinamarca, Francia, Grecia, Irlanda y Países Bajos.

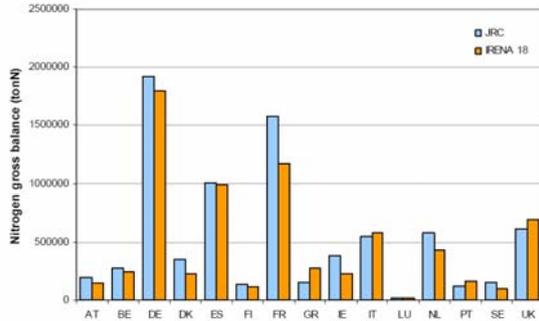


Figure 4.14 Total gross nitrogen balance for EU15 countries, according to this study (blue) and to IRENA 18 estimation (orange).

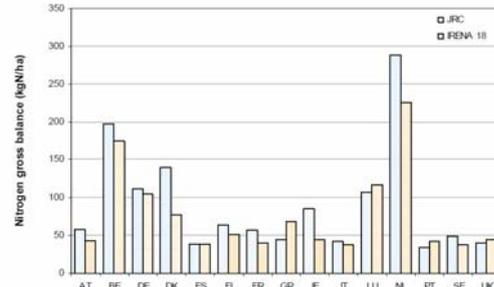


Figure 4.15 Average gross nitrogen balance per agricultural area for EU15 countries, according to this study (blue) and to IRENA 18 estimation (orange).

Figura 10. Balance bruto de nitrógeno en tnN (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 comparado con el indicador IRENA (JRC, 2007b).

En el caso del balance bruto de fósforo se consideran las componentes:

$$\text{Balance bruto nitrógeno} = (\text{fertilización mineral} + \text{estiércoles ganaderos}) - \text{extracción de los cultivos}$$

Los resultados del balance bruto de fósforo para la UE-15 sitúan a España en el primer lugar en emisiones con 280.000 toneladas de fósforo por año, mientras que el indicador de presión de emisiones por hectárea agrícola, lo sitúan como el quinto lugar de la UE-15 con 10 kgP/ha agrícola.

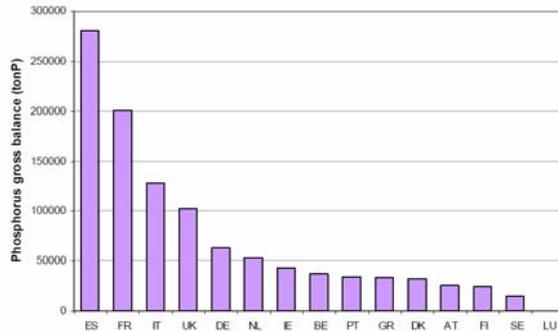


Figure 4.12 Total gross phosphorus balance for EU15 countries.

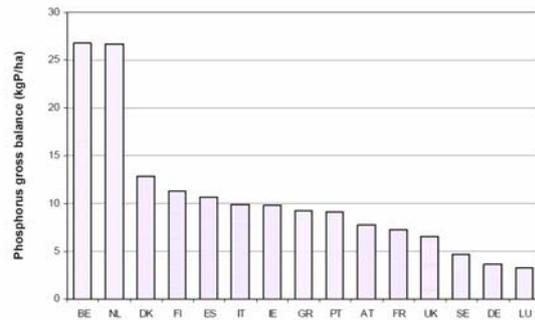


Figure 4.13 Average gross phosphorus balance per agricultural area for EU15 countries.

Figura 11. Exceso de fósforo en tnP (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

La georeferenciación de los resultados obtenidos a nivel NUTS2, comunidades autónomas, se realiza mediante el empleo del mapa de usos de suelo (CLC2000).

Los resultados de estimaciones de aportes de nitrógeno procedentes de la fertilización mineral en España muestran que no se supera la cifra de 170 kgN/ha agrícola en ninguna zona del territorio, con valores entre 120 y 170 kgN/ha agrícolas en el valle del Guadalquivir, la zona central del Duero, la cabecera del Ebro y los tramos cercanos a la frontera con Portugal del Guadiana

y del Tajo. Destaca a su vez, que en prácticamente todo el territorio de los Países Bajos se supera el límite de 170 kgN/ha, y que la práctica totalidad del territorio de Francia, Reino Unido y Alemania los aportes varían entre los 80 y los 170 kgN/ha agrícola.

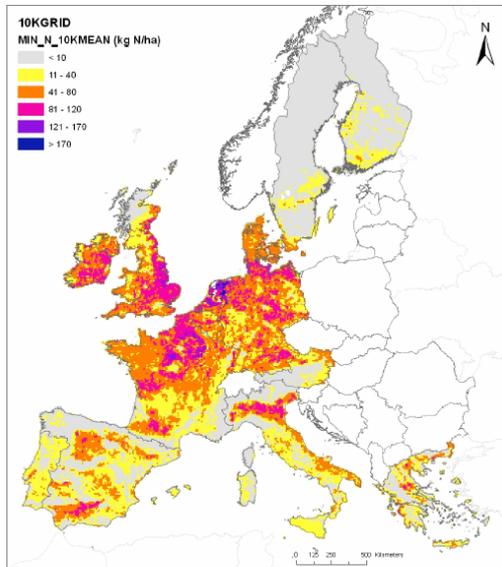


Figure 4.16 European map of nitrogen mineral fertiliser input per total surface in EU15, average on 10 km² area.

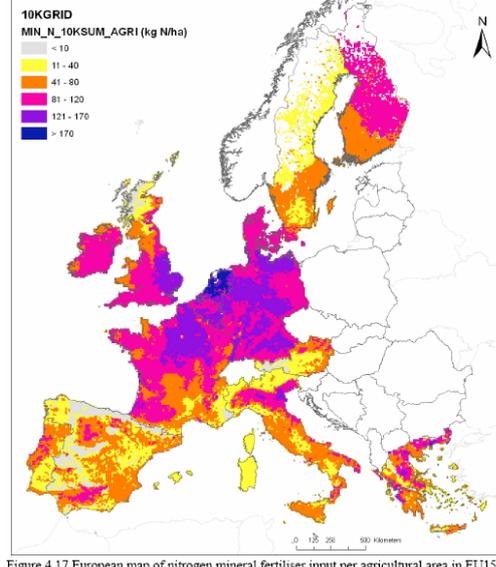


Figure 4.17 European map of nitrogen mineral fertiliser input per agricultural area in EU15, average on 10 km² area. (In Sweden and Finland the white colour indicates the absence of agricultural land within the 10 km² area).

Figura 12. Mapa de aportes de nitrógeno procedente de la fertilización mineral en KgN/ha (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

Los mayores aportes de fósforo de la fertilización mineral se sitúan en las mismas regiones indicadas anteriormente, alcanzando valores entre 21 y 25 kgP/ha agrícola.

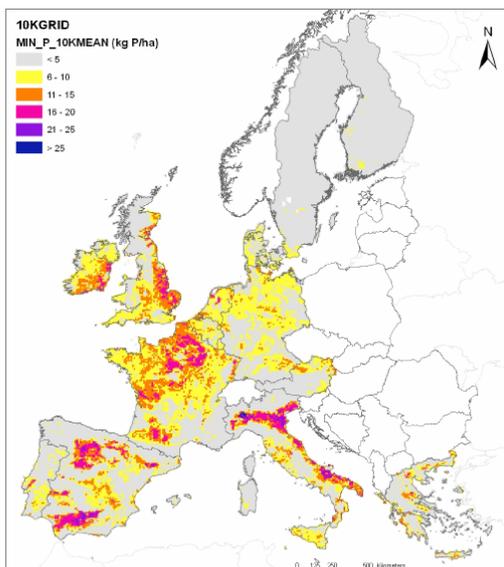


Figure 4.18 European map of phosphorus mineral fertiliser input per total surface in EU15, average on 10 km² area.

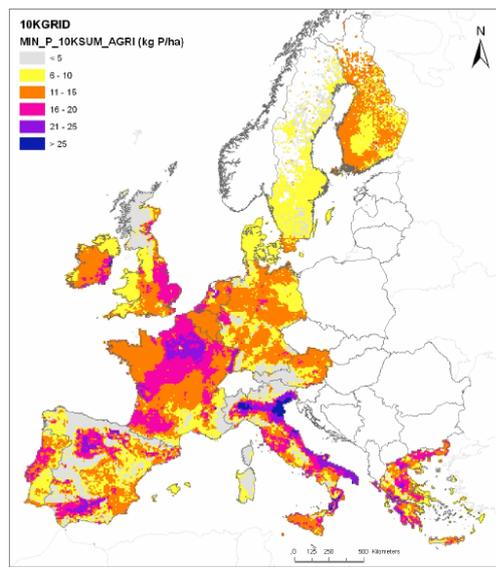


Figure 4.19 European map of phosphorus mineral fertiliser input per agricultural area in EU15, average on 10 km² area. (In Sweden and Finland the white colour indicates the absence of agricultural land within the 10 km² area).

Figura 13. Mapa de aportes de fósforo procedente de la fertilización mineral en KgP/ha (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

Respecto a la aplicación de nitrógeno de origen orgánico, estiércoles y purines, que la Directiva de nitratos D91/676/CEE fija como cantidad máxima 170 kgN/ha agrícola, el informe del JRC indica que se supera esta cantidad en España en algunas comarcas del centro de Cataluña, en el Delta del Ebro y en algunas regiones de Galicia. En el resto de países de la UE-15 destacan los Países Bajos y Bélgica, donde en la práctica totalidad del territorio se supera esta cantidad máxima, al igual que algunas regiones del norte de Italia o de la zona occidental de Grecia.

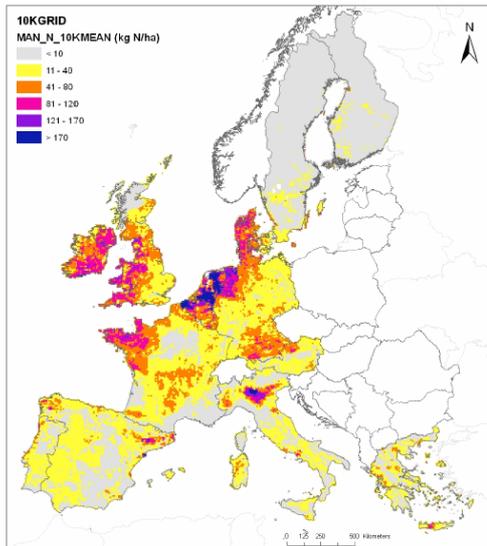


Figure 4.24 European map of nitrogen manure input per total surface in EU15, average on 10 km² area.

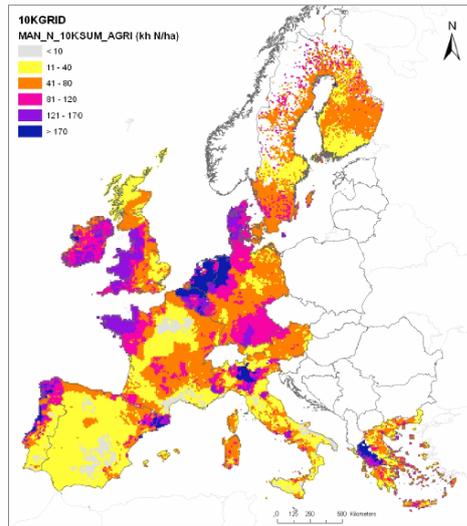


Figure 4.25 European map of nitrogen manure input per agricultural area in EU15, average on 10 km² area. (In Sweden and Finland the white colour indicates the absence of agricultural land within the 10 km² area).

Figura 14. Mapa de aportes de nitrógeno procedente de la fertilización orgánica (estiércoles) en KgN/ha (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

En el caso de aplicación de fósforo de origen orgánico destacan con valores superiores a 25 kgP/ha agrícola, en el caso de España, la práctica totalidad del territorio de Cataluña y Galicia, así como algunas comarcas del interior de Castellón o de zona norte de España.

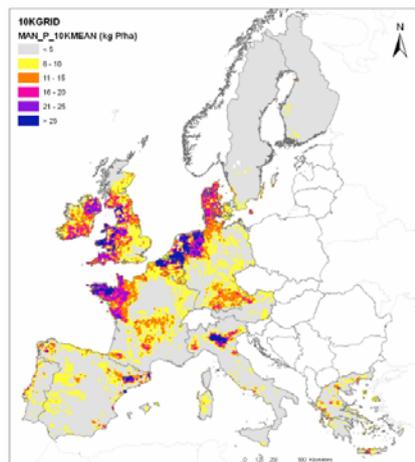


Figure 4.26 European map of phosphorus manure input per total surface in EU15, average on 10 km² area.

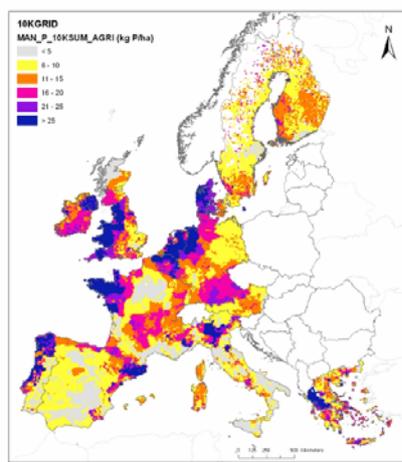


Figure 4.27 European map of phosphorus manure input per agricultural area in EU15, average on 10 km² area. (In Sweden and Finland the white colour indicates the absence of agricultural land within the 10 km² area).

Figura 15. Mapa de aportes de fósforo procedente de la fertilización orgánica (estiércoles) en KgP/ha (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

Las zonas de España donde los aportes totales de nitrógeno, de origen orgánico y de origen mineral, son más elevados corresponden a importantes áreas de Cataluña, costa de la Comunidad Valenciana y costa de Galicia.

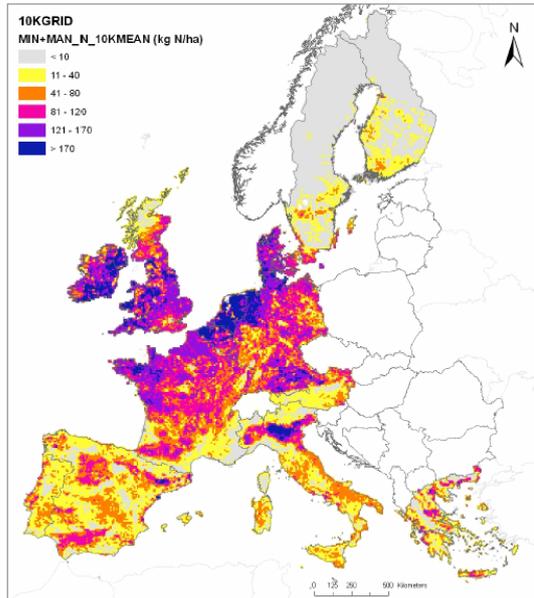


Figure 4.32 European map of nitrogen total agricultural input (mineral fertiliser + manure) per total surface in EU15, average on 10 km² area.

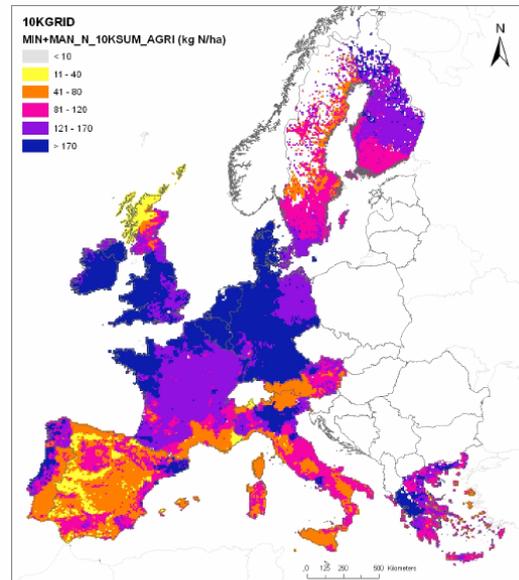


Figure 4.33 European map of nitrogen total agricultural input (mineral fertiliser + manure) per agricultural area in EU15, average on 10 km² area. (In Sweden and Finland the white colour indicates the absence of agricultural land within the 10 km² area).

Figura 16. Mapa aportes totales de nitrógeno en KgN/ha (izquierda) y en KgN/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

Los aportes de fósforo total en las zonas agrícolas, superan los 25 kgP/ha agrícola en un amplio territorio de España, donde destaca Cataluña, Galicia, la zona norte de la Comunidad Valenciana, y los valles del Ebro, Duero, Guadalquivir y la cuenca del Segura.

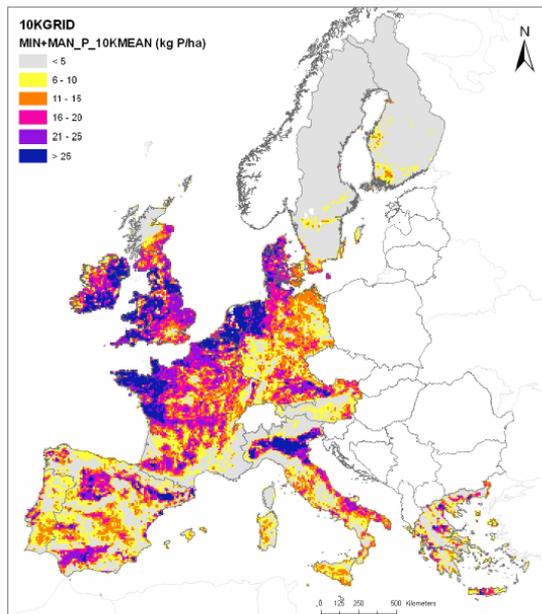


Figure 4.34 European map of phosphorus total agricultural input (mineral fertiliser + manure) per total surface in EU15, average on 10 km² area.

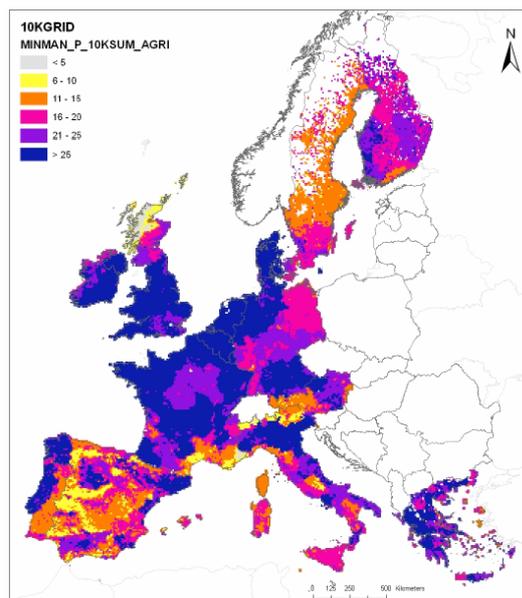


Figure 4.35 European map of phosphorus total agricultural input (mineral fertiliser + manure) per agricultural area in EU15, average on 10 km² area. (In Sweden and Finland the white colour indicates the absence of agricultural land within the 10 km² area).

Figura 17. Mapa de aportes totales de fósforo en KgP/ha (izquierda) y en KgP/ha agrícola (derecha) en la EU-15 (JRC, 2007b).

En este informe del JRC (JRC, 2007b) se obtiene el balance bruto de nitrógeno y de fósforo, georeferenciado mediante el mapa de usos de suelo (CLC, 2000), donde se se superan los 120 kgN/ha total, en el tramo bajo del valle del Ebro, incluido el Delta, en algunas comarcas del Norte de Cataluña y algunas comarcas de la costa de Castellón.

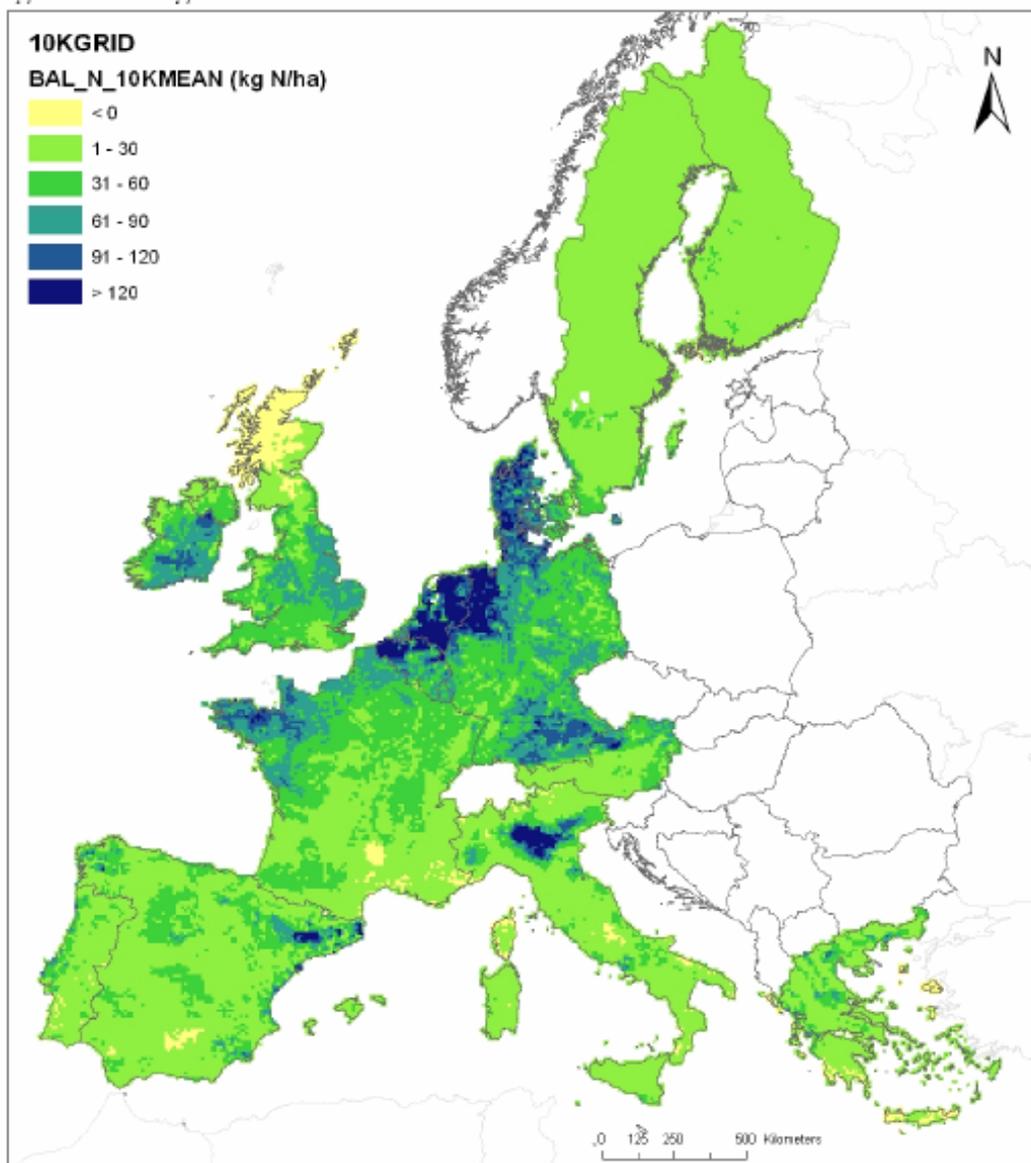


Figure 4.40 European map of nitrogen balance per total surface in EU15, average on 10 km² area.

Figura 18. Mapa de balance bruto de nitrógeno en KgN/ha total en la EU-15 (JRC, 2007b).

En el resto de países de la EU-15, destaca todo el territorio de los Países Bajos, el norte de Bélgica, la zona norte de Italia y algunas regiones de la Bretaña francesa, del sur de Alemania o de Irlanda.

En el caso de balance bruto de fósforo, comparativamente con el resto de la UE-15, España presenta valores más elevados, destacando el valle del Ebro, incluido el Delta, algunas comarcas de Cataluña, de Galicia o de las cuencas del Duero y del Segura.

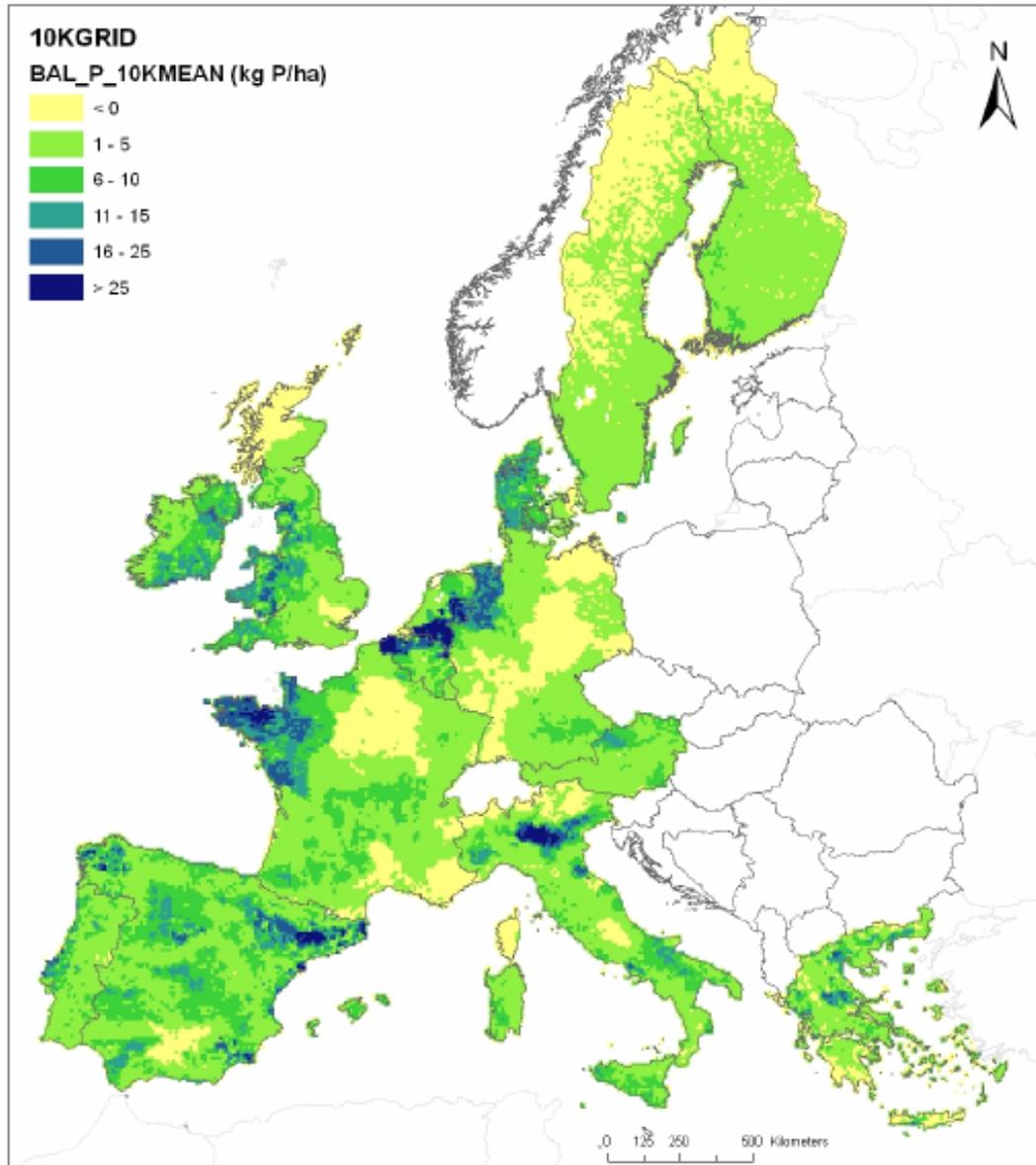


Figure 4.41 European map of phosphorus balance per total surface in EU15, average on 10 km² area.

Figura 19. Mapa de balance bruto de fósforo en KgN/ha total en la EU-15 (JRC, 2007b).

1.2.4 El ciclo del nitrógeno en el suelo

1.2.4.1 Componentes y procesos del ciclo del nitrógeno en el suelo

El ciclo del nitrógeno en el suelo consta fundamentalmente de nueve procesos interrelacionados entre si (Havlin et al., 1999): extracción biológica por las plantas, nitrificación, desnitrificación, volatilización, mineralización, inmovilización, fijación de nitrógeno atmosférico, lixiviado y deposición de los residuos orgánicos. Pasando de nitrógeno orgánico a nitrógeno inorgánico y viceversa (Figura 20).

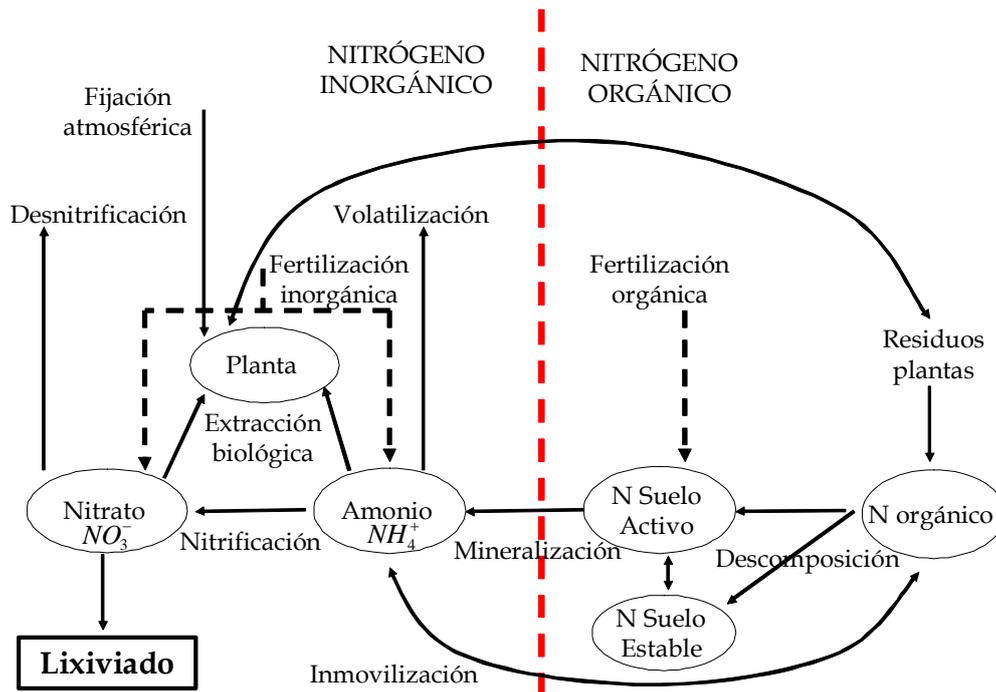


Figura 20. Procesos del ciclo del nitrógeno en el suelo, (modificado de Havlin et al., 1999).

El contenido de nitrógeno en el suelo en condiciones naturales, hasta donde alcanzan las raíces de las plantas (zona radicular), oscila entre el 0,03% y el 0,4% (Tisdale et al., 1985), lo que puede representar un contenido inicial de nitrógeno para un suelo con aplicación de fertilizantes de unos 500 mg de N orgánico/kg de suelo y unos 5 mg de N inorgánico/kg de suelo.

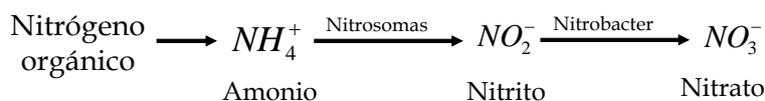
Según Novontny and Olem (1994) las principales fuentes de nitrógeno en el suelo proceden de la aplicación de fertilizantes (46%), de la aplicación de residuos orgánicos (7%), de la fijación del nitrógeno atmosférico por bacterias simbióticas y no-simbióticas (20%), de los residuos procedentes de las plantas (17%) y de la precipitación (10%). La mayor parte del nitrógeno en el suelo se encuentra en forma de nitrógeno orgánico, procedente de materiales biológicos como raíces, microflora, fauna y procesos de descomposición (Stevenson, 1982). El nitrógeno orgánico y el amonio están inmovilizados en el suelo, pudiendo ser utilizado únicamente el amonio por las plantas. Sin embargo, cuando el amonio se transforma en nitrato, pasa a ser altamente movilizable y es asimilado por las

plantas o transportado por el agua (superficialmente o infiltrándose). Esto quiere decir que únicamente el nitrógeno inorgánico en forma de nitrato, NO_3^- , puede ser arrastrado por el agua, lo que se denomina lixiviación del nitrato del suelo.

La mineralización del nitrógeno consiste en el paso de formas de nitrógeno orgánico a inorgánico y concretamente a iones de amonio NH_4^+ , realizada por los microorganismos del suelo con la generación de dióxido de carbono CO_2 en ese proceso (Vinten and Smith, 1993). El proceso inverso y simultáneo es la inmovilización del nitrógeno, mediante el cual el amonio se transforma en formas orgánicas de nitrógeno, y consiste en la asimilación del amonio por parte de la biomasa del suelo (Jansson y Persson, 1982). El resultado global entre mineralización e inmovilización, se conoce como mineralización neta y se rige fundamentalmente por la relación Carbono:Nitrógeno (C:N) de los materiales que descomponen el suelo. Neeteson et al. (1986) indican que se han llegado a obtener inmovilizaciones de hasta el 85% del nitrógeno aportado. Los residuos vegetales, la humedad, la temperatura del suelo y el pH son los principales factores que afectan a la mineralización e inmovilización en el suelo (Stanford and Epstein, 1974; Haynes, 1986). La inmovilización se facilita con altos ratios de C:N (superiores a 30:1), la humedad y la aireación, mientras que la aplicación de fertilizantes estimula el proceso de mineralización (Haynes, 1986), ya que al favorecer este proceso se incrementa la cantidad de nitrógeno utilizado por las plantas (Stevenson, 1982).

La liberación de nitrógeno orgánico realizada durante la mineralización, supone un punto de importancia crucial en el ciclo del nitrógeno, y especialmente en el lixiviado del nitrato. Así, por ejemplo, Vinten y Smith (1993) indican que puede representar hasta 71 kg/ha/año en un suelo sin fertilización orgánica.

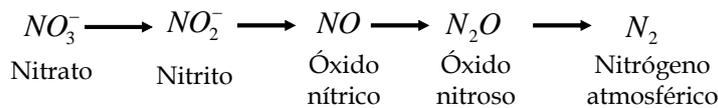
La mineralización inicia el proceso de nitrificación que consiste en el paso de nitrógeno orgánico hasta nitrógeno inorgánico en forma de nitrato, el cual se produce mediante microorganismos que necesitan altos contenidos de oxígeno en el suelo, las bacterias que intervienen son autótrofas, de los géneros Nitrosomas y Nitrobacter (Haynes, 1986), y se encuentran en condiciones favorables para su desarrollo en suelos con temperaturas entre 10 °C y 45 °C y con un pH entre 6,6 y 10 estando el óptimo a 22 °C (Stanford and Smith, 1972) y el pH en 8,5 (Adams and Martin, 1984). Por otra parte la nitrificación depende del contenido de humedad del suelo y se reduce a medida que la humedad del suelo es menor (Novotny and Olem, 1994). En condiciones de crecimiento vegetal normal la biomasa del suelo convierte el amonio en nitrato en pocas semanas.



(Novotny and Olem, 1994)

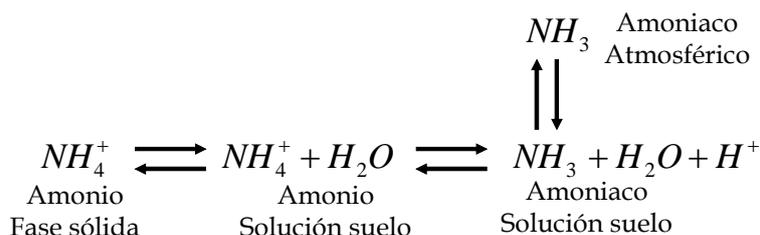
El paso de nitrito NO_2^- a nitrato NO_3^- es mucho más rápido que de amonio NH_4^+ a nitrito NO_2^- , por lo que los contenidos de nitrito en el suelo son muy reducidos, estando la mayor parte en forma de nitrato que es muy soluble y puede ser arrastrado con facilidad por el agua del suelo.

Por otra parte, si el suelo se encuentra saturado durante largos periodos de tiempo, el contenido de oxígeno es menor que la demanda existente de oxígeno y el contenido de carbono orgánico es elevado, se produce el proceso de desnitrificación, provocado por las bacterias desnitrificantes del suelo que utilizan el nitrato NO_3^- en lugar del oxígeno O_2 comoceptor final de los electrones provenientes de la respiración (Aulakh et al 1992; Knowles, 1981) y generan formas gaseosas de nitrógeno.



La desnitrificación se favorece con el aporte de fertilizantes orgánicos, de residuos agrícolas y altos contenidos de humedad, y es la única forma natural de reducción del nitrato del suelo, pudiendo alcanzar valores del 70% del fertilizante aplicado (Firestone, 1982; Vinten y Smith, 1993). Este proceso ocurre habitualmente en subsuelos con baja permeabilidad y suelos altamente saturados como humedales (Carter and Allison, 1960; Havinlin et al., 1999). Un aspecto adicional consiste, en que si la reducción del nitrato no se produce en su totalidad a N_2 y se emite óxido nitroso N_2O produce otros problemas medioambientales, ya que el N_2O es uno de los factores causantes de la reducción de la capa de Ozono y contribuye al calentamiento global del planeta (Vinten y Smith, 1993).

Otro de los procesos relacionados con la atmósfera es la volatilización, que consiste en las pérdidas del amonio del suelo a la atmósfera, ya que el amonio NH_4^+ se convierte más fácilmente en amoniaco NH_3 cuanto mayor es el pH y el contenido de amonio en el suelo. Valores elevados de pH desplazan el equilibrio existente en la solución del suelo entre el ión amonio y el amoniaco hacia la producción de amoniaco que se volatiliza a la atmósfera (Fenn and Hossner, 1985; Schepers and Fox, 1989). También el viento y la temperatura favorecen la volatilización (Havlin et al., 1999), mientras que la incorporación de abonos en el suelo, justo antes de las épocas de lluvias que introduzcan el amonio a las capas profundas del suelo, reducen drásticamente este proceso (Reddy et al., 1979; Jones and Jacobson, 2002).



Mientras que la nitrificación puede tardar desde horas a semanas, la volatilización sucede en un periodo muy corto de tiempo tras la aplicación de amonio como fertilizante, sin embargo una vez convertido el nitrógeno en nitrato finaliza el proceso de volatilización.

La fijación del nitrógeno atmosférico es un proceso por el que las bacterias nitrificadoras (*Rhizobium*), que habitan simbióticamente con plantaciones de leguminosas, fijan el nitrógeno atmosférico pudiendo llegar a grandes cantidades (Haynes, 1986; Schepers y Fox, 1989; Havelka et al., 1982). La fijación depende de varios factores como: el contenido de nitrógeno, el pH, la humedad del suelo y las condiciones de la vegetación. Según Havlin et al. (1999) en los Estados Unidos de América, la fijación es el tercer factor más importante de aportación de nitrógeno en el suelo.

La descomposición consiste en la degradación de los residuos orgánicos vegetales en nitrógeno orgánico en el suelo que permitirá la posterior mineralización del mismo.

Todos estos procesos que son interdependientes entre sí, afectan al balance del nitrógeno en el suelo, contenido y forma iónica con que queda en el suelo, y a su vez el balance afecta al desarrollo de los propios procesos, como por ejemplo: el lixiviado o la volatilización del nitrógeno.

La única forma movilizable del nitrógeno por el agua es el nitrato, por lo que la salida de nitrógeno del suelo mediante lixiviación que se produzca dependerá del contenido de nitrato que tenga el suelo, el cual, como ya se ha indicado, depende del resto de componentes del ciclo del nitrógeno en el suelo. Todas estas circunstancias hacen que la determinación de los flujos del nitrógeno en el suelo sea un proceso de cálculo iterativo.

Finalmente, una vez conocidos los aportes de nitrógeno en el suelo y las salidas que se producen en el mismo, se realiza el balance de nitrógeno en la zona superior del suelo (concretamente en la zona radicular), ya que este balance permite conocer la cantidad de nitrógeno disponible para que se produzca el lixiviado o la desnitrificación.

Las formulaciones del balance de nitrógeno contabilizan las entradas y las salidas de nitrógeno que se producen, obteniendo como resultado el nitrato disponible en el suelo. De esta forma el ciclo del nitrógeno, y concretamente el contenido de nitrógeno en el suelo en el instante de tiempo " t ", $Nits_t$, puede descomponerse atendiendo a Polson (Polson, 1993) y a Vintem y Smith (Vintem y Smith, 1993) en:

- Aportes
- Transformaciones
- Salidas

$$Nits_t = Nits_{t-1} + \sum AportesNit - \sum SalidasNit + \sum Transformaciones \quad (Ec. 1)$$

1.2.4.2 Nitrato lixiviado

Como ya se ha mencionado, únicamente el nitrógeno inorgánico en forma de nitrato es soluble y puede ser movilizado por el agua en grandes cantidades a través del perfil del suelo (Vintem y Smith, 1993), por lo que para conocer el nitrato que puede ser lixiviado en el suelo (ya sea infiltrándose o escurriéndose superficialmente) debe obtenerse el contenido de nitrato disponible en el suelo en cada instante, para lo cual se realiza el balance del nitrógeno existente en el suelo en cada instante de tiempo.

Las principales formas de aplicación de nitrógeno como fertilizante son en forma inorgánica: nitrato, amonio, la urea; y en forma orgánica. El nitrato tiene gran facilidad de lixiviación, mientras que el amonio es absorbido fuertemente por las arcillas y la materia orgánica del suelo (Cameron and Haynes, 1986). La urea por su parte tiene un comportamiento similar al nitrato pero se transforma rápidamente en amonio. Por otra parte, el nitrógeno en forma orgánica está inmovilizado en el suelo, no pudiendo ser asimilable por las plantas, y tras la mineralización se convierte en nitrato aumentando la posibilidad de lixiviación.

El movimiento del nitrato en el suelo es un proceso complejo que depende del tipo de suelo y de la cantidad de agua que circula por él, a lo que se suma, cuando hay altos contenidos de humedad, el movimiento dispersivo del nitrato si existen variaciones importantes de concentración en el suelo. Existen diferentes modelos de transporte de nitratos en el perfil del suelo (Barraclough, 1989a; Barraclough, 1989b; Addiscott and Whitmore, 1991) con paso de tiempo de una hora o menores, para los cuales no se suele disponer de datos medidos para el contraste.

Existen muchos otros factores que afectan a la cantidad de nitratos que pueden lixiviar como: la cantidad y el tipo de fertilización, la textura del suelo, el uso del suelo, la rotación de cultivos, el instante en que se realiza la fertilización, etc... Juergens-Geschwind (1989) indican que los tres factores principales son: la dosis, el tipo de abono y la época en que se aplica.

Existen diferentes estudios que relacionan la cantidad de fertilizante aplicado y la lixiviación de nitrato que se produce, así Bergstrom and Brink (1986), tras 10 años de investigación en suelos de Suecia, indican que la lixiviación de nitrato con fertilizaciones menores de 100 kgN/ha/año es moderada, incrementándose rápidamente a medida que aumenta la cantidad de fertilizante, de forma que se obtienen lixiviaciones de 91 kgN/ha/año con fertilizaciones de 200 kgN/ha/año y una lluvia media de 638 mm.

En el informe europeo "*Calculation of nutrient surpluses from agricultural sources*" de la Agencia Europea de Medioambiente (EEA, 2000), se indica que en la estación experimental de Ascov en Dinamarca, para el cultivo de maíz con una extracción de 1,5kgN/quintal de producción agrícola (quintal métrico: muy difundido actualmente para pesar las cosechas y equivale a 100 kilogramos), se han analizado diferentes dosificaciones de nitrógeno contrastando tanto la productividad del cultivo como las pérdidas por lixiviado que se producen en

el cultivo, obteniéndose que el óptimo de producción se sitúa con fertilizaciones entorno a 150 kgN/ha y que las pérdidas por lixiviado se inician con fertilizaciones superiores a 120 kgN/ha (Figura 21).

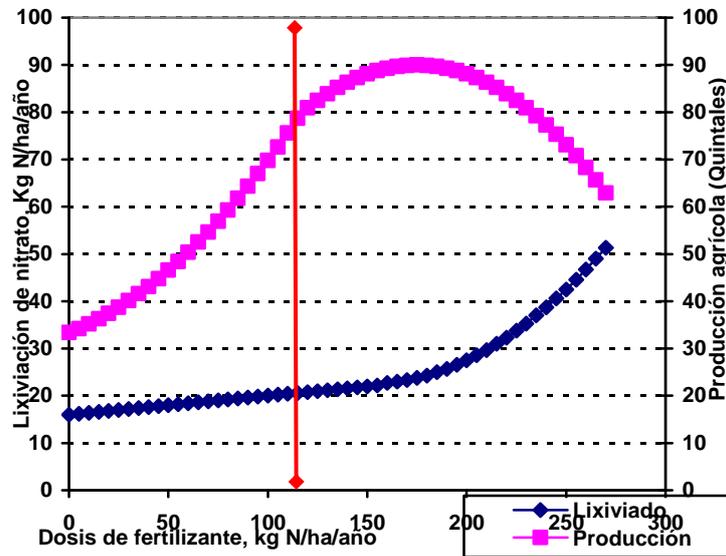


Figura 21. Lixiviado y producción según la dosis de fertilizante en una zona agrícola con maíz (adaptado de EEA, 2000).

Nielsen et al. (Nielsen et al., 1979) y en Pratt (Pratt, 1984) se indica, que la lixiviación aumenta fuertemente con la dosis de fertilizante aplicada, variando con la capacidad de drenaje del terreno (Figura 22).

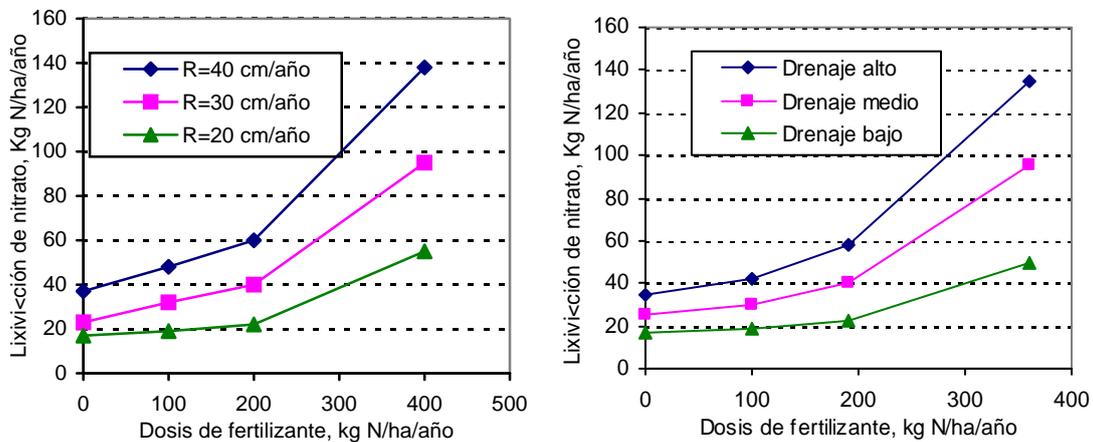


Figura 22. Lixiviación frente abonado y drenaje. Izquierda Nielsen et al. (1979), derecha Pratt (1984).

Randall et al. (1993a) obtuvieron aplicando dosis de amonio entre 0 y 225 kg/ha en suelos de Minnesota, que la concentración de nitrato en el agua del suelo aumentaba con la cantidad de fertilizante aplicado, de forma que si la dosis era de 84 kg/ha, la concentración de $NO_3^- - N$ era de 10 mg/l, que la dosis óptima para el maíz era de 168 kg/ha, y que la aplicación de este fertilizante en invierno producía mayores lixiviaciones que su aplicación en primavera.

Harris et al. (1984) analizaron en que época realizar la fertilización y obtuvieron que en la mitad de las dosis de fertilización realizadas en otoño se perdía por lixiviación, frente a un 15% de pérdidas si la fertilización se realizaba en primavera.

Kanwar and Baker (1993) analizaron la forma de aplicar la fertilización, en una sola vez o en varias aplicaciones, y obtuvieron que realizando varias aplicaciones se reducía la cantidad de nitrato lixiviado.

En suelos con drenaje natural, el nitrato lixiviado puede ser estimado multiplicando el flujo de agua por la concentración media existente en el suelo. Kolenbrander (1981) descubrió que en zonas cultivables el nitrógeno lixiviado depende de la textura del suelo, en suelos arcillosos el lixiviado se reduce a cerca de la mitad del nitrato que en los suelos arenosos siempre que el ratio de aplicación no exceda los 100-200 kgN/ha. Cuando el ratio de aplicación excede este rango, el lixiviado se incrementa rápidamente y es menos dependiente de la textura del suelo. Sin embargo, en suelos drenados artificialmente el lixiviado es mucho más extenso que el de los suelos drenados de forma natural dependiendo de los sistemas de drenaje, siendo el nitrógeno lixiviado proporcional al flujo drenado.

Muchos estudios muestran que las tierras cultivables eran más propensas a lixiviar que las zonas de pastos (Kolenbrander, 1981; Barraclough et al., 1983).

Los distintos tipos de cultivo requieren diferentes dosis de nitrógeno y, por lo tanto, diferentes cantidades de nitrato disponible para lixiviar. Randall et al. (1993b) investigaron los efectos de los sistemas de cultivo en el nitrato lixiviado en suelos arcillosos de Minnesota, y obtuvieron que las pérdidas por lixiviar de nitrógeno en los sistemas de trigo continuos son mucho mayores que en los sistemas de rotación de soja con el tratamiento de abono recomendado para optimizar la cosecha. Kanwar and Baker (1993) llevaron a cabo una investigación similar en un suelo arcilloso de Iowa, donde también descubrieron que las pérdidas de nitrógeno de los sistemas de trigo continuos eran mucho mayores que en sistemas de rotación maíz-soja. A su vez, Melvin et al. (1993) señalaron que los sistemas de rotación trigo-soja requerían menos aplicaciones de fertilizantes que un sistema de trigo continuo; por lo que el efecto en el nitrógeno de lixiviar depende de la cantidad aplicada de fertilizante, y no del cultivo.

Respecto al movimiento del nitrato a través del medio no saturado, Sanchis (1991) menciona que existen numerosas referencias (Sanchis, 1981; Barragán, 1981; Aldwell, 1982; ECETOC, 1988, etc...) donde se indica que las lluvias inciden en el contenido de nitratos de los acuíferos, pero que en las mismas se hacen referencias de tipo general y poco concreto. Según Lehocky (Lehocky, 1986) después de intensas lluvias otoñales comienza a moverse el soluto desde el suelo a capas profundas, y además se indica que cuando estas lluvias se producen en primavera se produce mayor movilización.

2 La contaminación por nitratos en las aguas subterráneas en España

Actualmente en España existe un importante número de masas de agua subterráneas con elevadas concentraciones de nitrato, que a su vez aportan estas concentraciones de nitratos a ríos lagos, zonas húmedas, etc.... Este tipo de contaminación tiene su origen principalmente en las actividades agrícolas y ganaderas, caracterizado por su gran extensión en el territorio, contaminación difusa, lo que contribuye a dificultar en gran medida la aplicación de medidas correctivas.

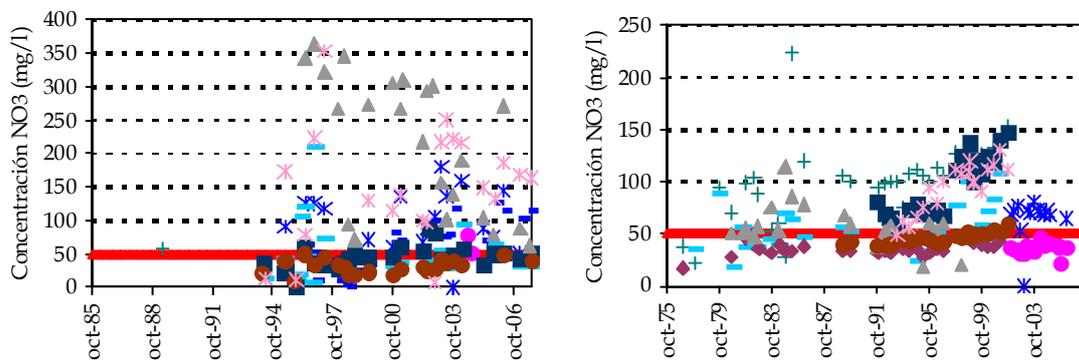


Figura 23. Concentraciones de nitrato de los últimos años en dos masas de agua subterráneas (Vic-Collsabra y Lillo-Quintanar).

El nitrógeno y el fósforo son los principales aportes de nutrientes que se producen por las actividades humanas, fundamentalmente en las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que representan las fuentes de contaminación difusa más importantes que existen en las cuencas hidrográficas.

En este apartado se revisarán cuales son las principales presiones sobre en el medio en relación a la contaminación por nitratos, la red de media existente y la situación actual en España.

2.1 Factores determinantes y presiones

El ciclo del nitrógeno en el medioambiente, que se muestra en la Figura 24, está formado por diferentes componentes interrelacionadas entre si, y que pueden modificar su cuantía en función del resto de componentes, este es el caso de la deposición atmosférica que puede aumentar a medida que aumenta la volatilización o la emisión de nitrógeno por la actividad industrial. Asociadas tanto a procesos atmosféricos: *deposición atmosférica, precipitación con el agua de lluvia*; como a actividades agrícolas y ganaderas: *estiércoles, fertilización mineral, fijación biológica, residuos de la vegetación, extracción por parte de los cultivos y la vegetación, volatilización, desnitrificación*; como a actividades de carácter urbano e industrial: *efluentes de áreas urbanas, efluentes de zonas industriales, emisiones de industrias o del transporte de óxidos nitrosos, etc*; otros procesos que también intervienen son: *la transformación de nitrógeno orgánico a inorgánico y a la inversa, los arrastres producidos por la escorrentía superficial, el lixiviado, y la infiltración a las aguas subterráneas, sedimentación, etc....*

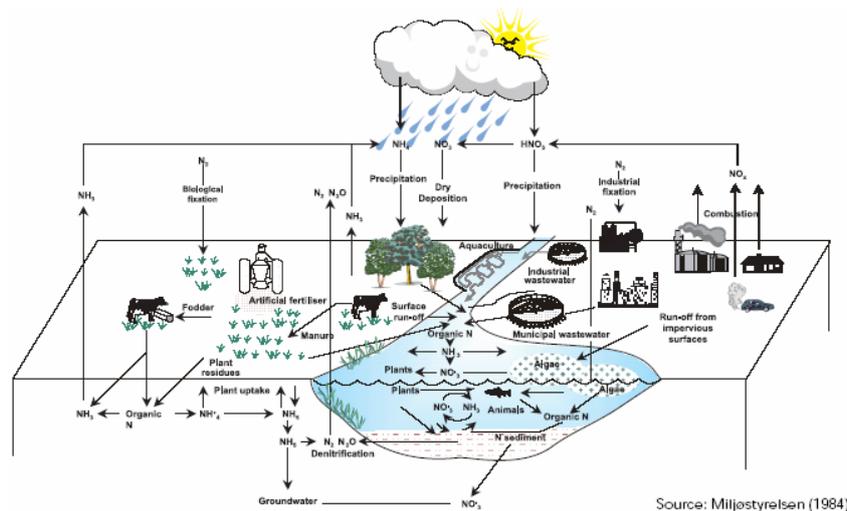


Figura 24. Ciclo del nitrógeno (Miljøstyrelsen, 1984).

La forma habitual de evaluar el exceso de nitrógeno, es decir los aportes de nutrientes en forma de nitrógeno que se producirán al medioambiente, consiste en plantear el balance de entradas y salidas de nitrógeno que se produce en una porción de suelo, de forma que una de las salidas del nitrógeno son los aportes al medioambiente.

Dentro de todas estas componentes del ciclo de nitrógeno los principales aportes de nitrógeno proceden de: la producción de estiércoles en la ganadería, su acumulación, almacenaje y la aplicación en la agricultura, junto con la fertilización de origen mineral en la agricultura; cuya característica fundamental consiste en su amplia distribución de los aportes de nitrógeno en el territorio, contaminación difusa. En segundo lugar y dependiendo de las características propias de la región se encuentran los aportes de nitrógeno procedentes de los efluentes de áreas urbanas o de zonas industriales en puntos concretos, contaminación puntual.

2.1.1 Presiones de origen difuso

Las dos principales presiones sobre el medio natural en relación a la contaminación por nitratos son los residuos orgánicos generados por la ganadería (9 millones de animales adultos equivalentes UGM) y los fertilizantes orgánicos e inorgánicos empleados en la agricultura tanto de secano como de regadío (11 millones y 3 millones de hectáreas, respectivamente).

2.1.1.1 Ganadería

La carga ganadera de España representa 9 millones de Unidades de Ganado Mayor (UGM) (*equivalente a un animal de tamaño mayor adulto, vacuno adulto o equino adulto. La UGM es una unidad ganadera común para agregación de animales diferenciados dentro de una misma especie o de distintas especies. Las equivalencias para el cálculo de las U.G.M.(s), son las siguientes: Vacuno de más de 2 años, 1 U.G.M.; Vacuno de 6 meses a 2 años, 0,6 U.G.M.; Equino de 60 meses, 1 UGM; Caprino de un año en adelante 0,15 U.G.M.; Ovino de un año en adelante, 0,15 U.G.M. Cerda de cría, 0,5 U.G.M.; Cerdo de cebo, 0,3 U.G.M.; Gallinas ponedoras, 0,014 U.G.M.; y Otras aves de corral: 0,003 U.G.M.*).

En la cabaña ganadera de España predomina el ganado bovino (3,8 millones UGM), seguido del porcino (2,4 millones UGM), del ovino (1,6 mill. UGM) y el avícola (0,8 mill. UGM). Menor peso tiene el ganado caprino (260.000 UGM) y el equino (100.000 UGM).

Especie	Carga ganadera (UGM)	%
Bovino	3.860.113	42,8%
<i>Vacas lecheras</i>	<i>1.056.917</i>	<i>11,7%</i>
<i>Vacas y novillas nodrizas</i>	<i>1.431.596</i>	<i>15,9%</i>
<i>Cebo</i>	<i>537.640</i>	<i>6,0%</i>
<i>Otros</i>	<i>833.959</i>	<i>9,3%</i>
Porcino	2.424.711	26,9%
<i>Extensivo *</i>	<i>308.233</i>	<i>3,4%</i>
<i>Intensivo</i>	<i>2.116.478</i>	<i>23,5%</i>
Ovino	1.567.235	17,4%
Avícola	814.807	9,0%
Caprino	257.419	2,9%
Equino	94.626	1,1%
Total	9.018.913	

* Se considera el ganado porcino en extensivo el de las provincias de Huelva, Badajoz, Cáceres y Salamanca.

Tabla 3. Cabaña ganadera por especies en España (UGM año 2004).

La cifra de 9 millones de UGM, procedente de los censos oficiales, difiere de una forma importante de los 15 millones estimados por EUROSTAT (EUROSTAT, 2006), corroborándose concretamente con los datos oficiales del censo oficial utilizados en el Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española (BNAE) del año 2006 elaborado en 2008, donde se indica que existe un total de 8.760.000 UGMs.

Teniendo en cuenta una superficie disponible de pastoreo de 24,6 millones de hectáreas correspondiente a las zonas de prados, pastos, zonas en barbecho y leñosos en regadío, se obtiene una presión por densidad ganadera de 0,37 UGM/ha. Si, además se incluyen todas las superficies agrarias útiles la densidad queda en 0,24 UGM/ha.

Superficie agraria útil (ha) (prados, pastos, barbechos y leñosos en regadío)	24,645,090
Densidad media nacional (UGM/ha SAU)	0,37
Otras superficies pastoreo (ha) (resto superficies: herbáceos y leñosos secano, y herbáceos regadío)	+13,276,041
Densidad media nacional (UGM/ha pastable)	0,24

Tabla 4. Densidad ganadera media en España (año 2004).

Analizando los resultados por comarcas, las mayores concentraciones de la cabaña ganadera se producen las comarcas interiores de Cataluña, y en las islas de Gran Canaria y Lanzarote en las islas Canarias.

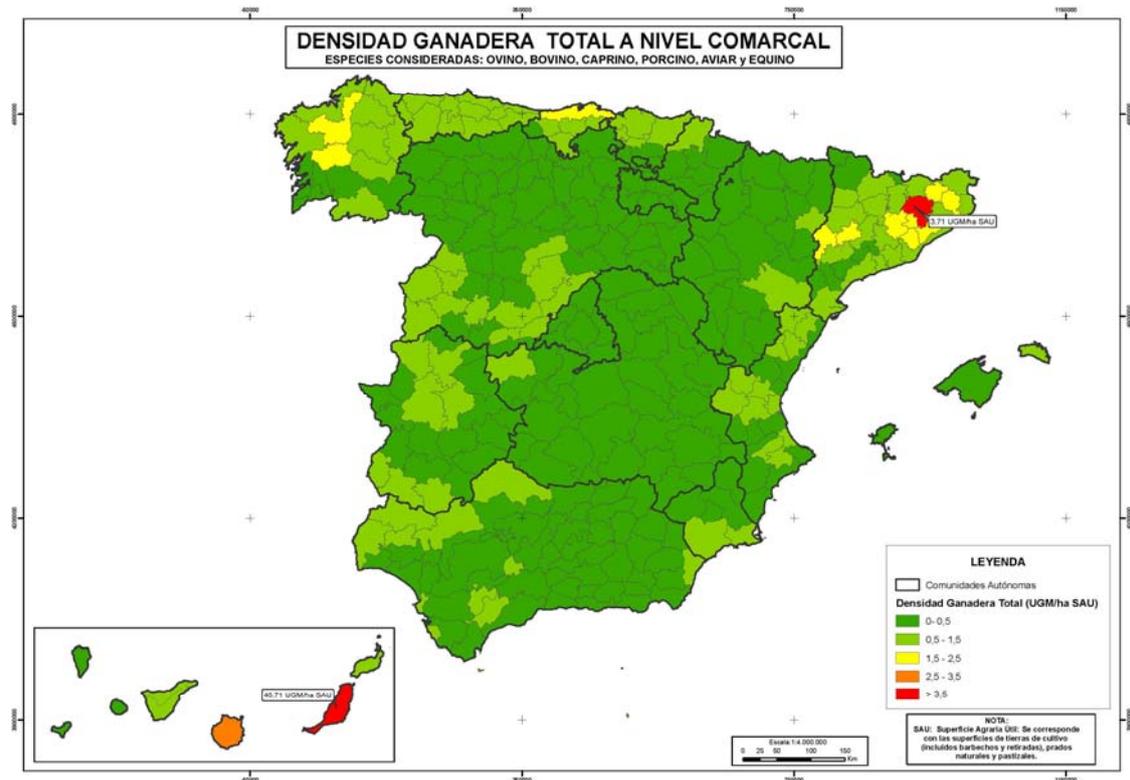


Figura 25. Densidad ganadera total por comarcas (UGM/ha SAU)

La aplicación al censo ganadero de la producción de estiércoles y purines de cada una de las especies, definidos con los coeficientes de generación de nitrógeno por plaza ganadera y año (plaza ganadera: número medio de cabezas existentes todo el año), los cuales se encuentran dentro del intervalo de variación de las estimaciones de la OCDE (OECD, 2007), permite obtener la presión ejercida por el sector ganadero en forma de producción de nitrógeno orgánico. Los coeficientes de producción de nitrógeno más elevados

corresponden a las vacas de leche, con 80 kgN/plaza, el porcino, con 67 kgN/plaza, y otras vacas no de leche, con 53 kgN/plaza.

Ganado	Categorías de animales	Kg N / plaza · año
Bovino	< 12 meses	28,97
	12 y 24 meses	49,02
	Vacas de leche	80,22
	Otras vacas	53,15
Ovino	Corderos, 25 kg	3,25
	Reproductores	5,36
Caprino	Chivos	3,25
	Reproductores	7,39
Equino	Adulto	45,90
Cunícola	Reproductoras	1,25
	Coneja ciclo cerrado*	2,61
	Cebo	0,31
Avícola	Ponedoras	0,48
	Carne	0,24
Porcino	Cerda en ciclo cerrado*	67,17
	Cerda con lechones destete (0-6 kg)	15,28
	Cerda con lechones hasta 20 kg	18,90
	Lechones de 6/20 kg	1,80
	Cerdo de 20 a 50 kg	6,31
	Cerdo de 50 a 100 kg	8,05
	Cerdo de 20 a 100 kg	7,25
	Verracos	15,93

* Incluye madre y su descendencia hasta la finalización del cebo.

Tabla 5. Coeficientes de producción de nitrógeno de las diferentes especies.

Las especies de la cabaña ganadera que mayor presión ejercen teniendo en cuenta tanto el número cabezas como la generación de estiércoles o purines, son el ganado bovino y el ganado porcino, dado que cada una de estas especies representa aproximadamente el 40% de la presión, seguidos pero con una presión mucho menor por las aves de corral, que representan aproximadamente el 10% el ganado ovino, con el 6%, y finalmente el ganado equino y caprino que escasamente alcanzan, cada uno, el 1% de la presión total ejercida.

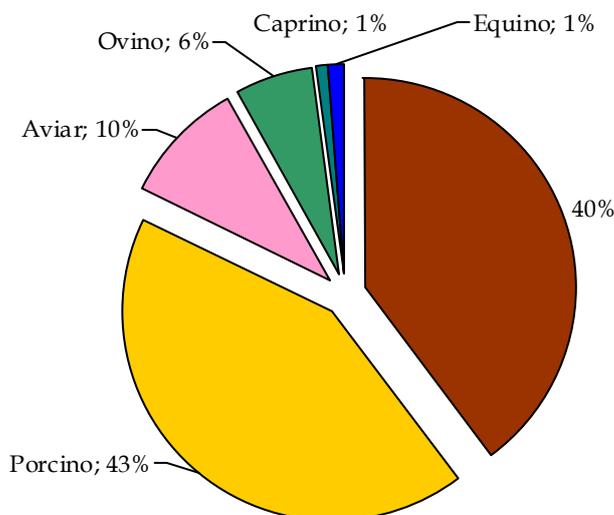


Figura 26. Presión relativa de la cabaña ganadera por especies.

El ganado porcino junto con el ganado vacuno representan más del 80% de la presión ejercida, concretamente el porcino ronda aproximadamente el 40% de la generación de nitrógeno orgánico, y se concentra fundamentalmente en el interior de Cataluña, aunque también tienen una presencia importante en el norte de Castellón, el sur de Murcia y en la isla de Lanzarote.



Figura 27. Densidad ganadera porcina por comarcas (UGM/ha SAU)

El ganado bovino es la otra gran especie con un peso mayor, también en el entorno del 40% de generación de nitrógeno orgánico, situado fundamentalmente en las comarcas de Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco, además, se sitúa también en algunas comarcas de Cataluña, sur de Castilla-León y norte y sur de Extremadura.

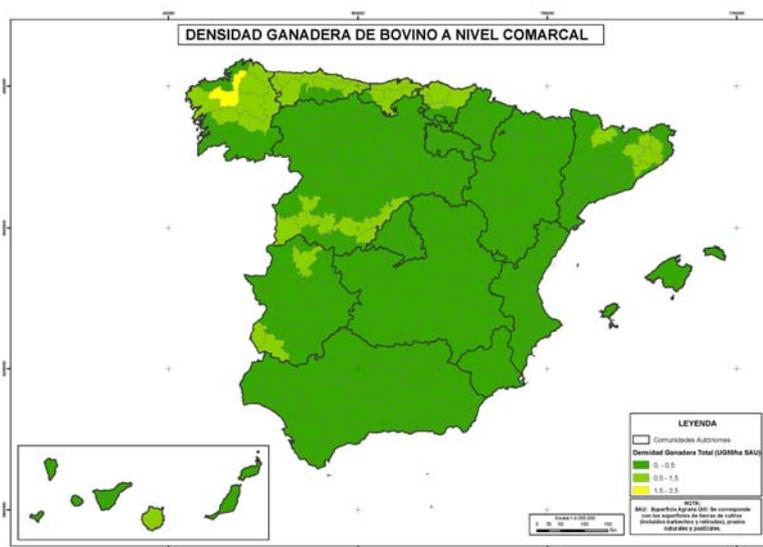


Figura 28. Densidad ganadera bovina por comarcas (UGM/ha SAU)

Mucho menor peso en la producción de nitrógeno orgánico tienen las aves y el ganado ovino, su peso también es menor en el territorio.

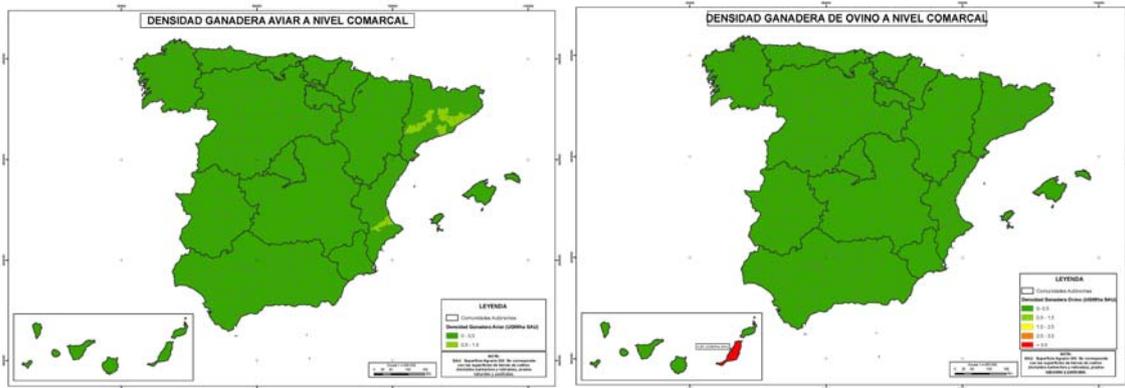


Figura 29. Densidad ganadera aviar (izquierda) y ovina (derecha) por comarcas (UGM/ha SAU)

Finalmente, el peso relativo del ganado caprino y equino es prácticamente despreciable comparado con el resto de especies, dado que ambos escasamente alcanzan el 1% de la presión ejercida sobre el medio en forma de generación de nitrógeno orgánico.

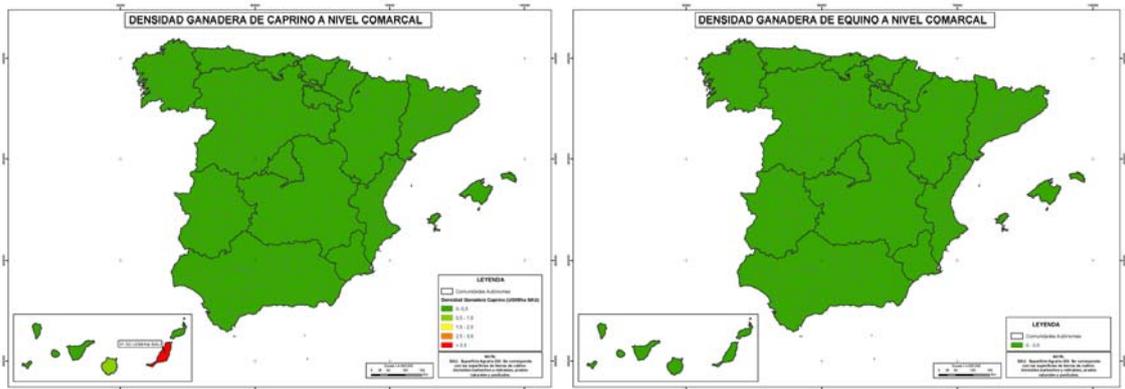


Figura 30. Densidad ganadera caprina (izquierda) y equina (derecha) por comarcas (UGM/ha SAU)

La cabaña ganadera en España tiene una ligera tendencia decreciente, con una reducción relativa mayor de la ganadería de tipo extensivo.

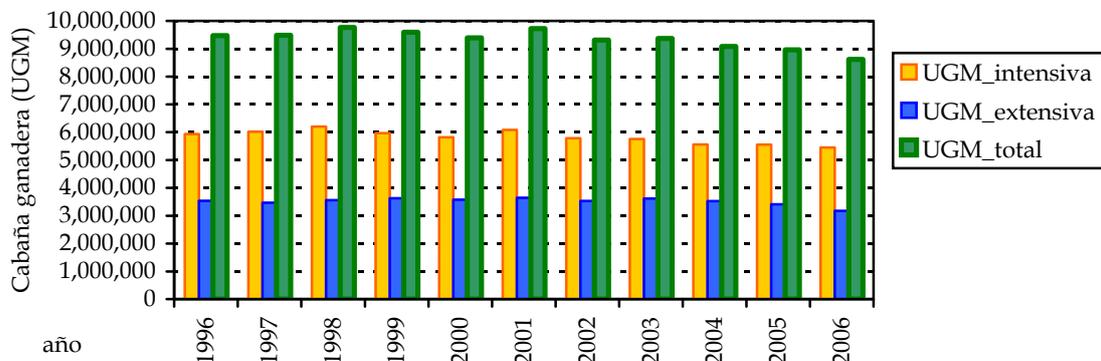


Figura 31. Evolución de la cabaña ganadera en España (UGM).

2.1.1.2 Agricultura

En cuanto al empleo de fertilizantes en la agricultura, en España existe una superficie agraria próxima a los 38 millones de hectáreas, correspondiendo 13 millones a los cultivos herbáceos, de los cuales 3,4 se clasifican en barbecho, y 4,6 millones a cultivos leñosos, siendo el resto prados naturales y zonas de pastos.

Tipo	Superficie ha	Porcentaje (%)
<i>Cultivos herbáceos</i>	9.666.039	
<i>Cultivos herbáceos (en barbecho)</i>	3.400.313	
Cultivos herbáceos	13.066.352	34
Cultivos leñosos.	4.602.617	12
Total cultivos	17.668.969	47
Prados naturales	1.408.328	4
Pastizales y erial	9.704.000	26
Pastos silvícolas	9.139.835	24
Total prados y pastos	20.252.163	53
Total	37.921.132	100

Tabla 6. Superficie agraria de España y su distribución del año 2004.

La superficie agraria en España permanece bastante estable globalmente, o incluso con un ligero descenso, a lo largo del último decenio, en el entorno de los 38 millones de hectáreas.

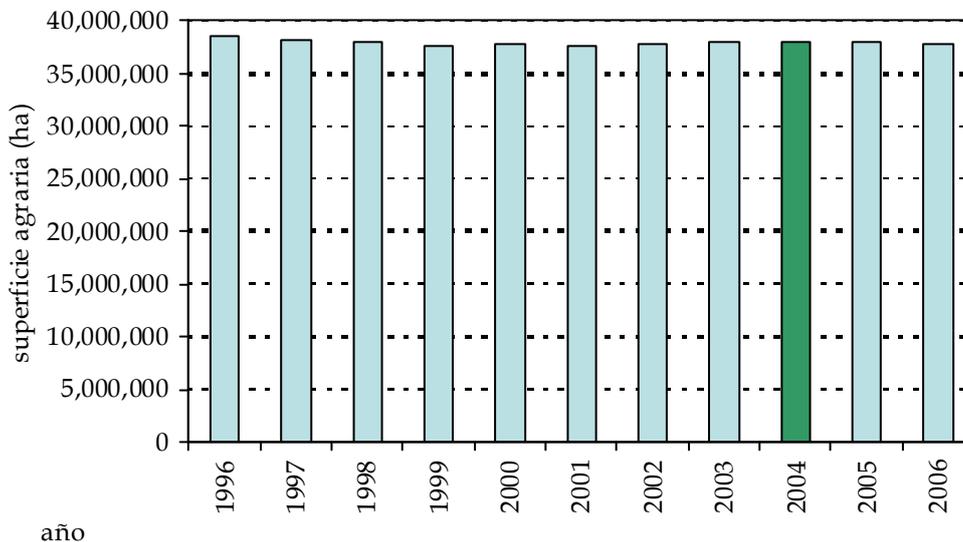


Figura 32. Superficie agraria total en España (ha/año).

Los 14 millones de hectáreas en cultivo cada año en España (17,4 millones de hectáreas incluido el barbecho), corresponden a 3 millones de hectáreas en regadío (3,5 si se incluye la superficie en barbecho) y 11 millones de hectáreas en secano (14 millones de hectáreas si se incluyen los barbechos). En relación a

la tipología de cultivos predominan los cultivos herbáceos con 2 millones de hectáreas en regadío, frente al millón de hectáreas de leñosos en regadío.

	Secano (ha)	Regadío
C. Herbáceos	7.552.014	2.033.073
C. Leñosos	3.583.740	1.018.876
Total	11.135.754	3.051.949

Tabla 7. Superficie agraria en secano y regadío total en España de 2004 (ha).

Los principales cultivos de secano son: dentro de los herbáceos, la cebada (2,85 mill. ha), el trigo blando (1,15 mill. ha), el trigo duro (0,89 mill. ha), el girasol (0,69 mill. ha) y la avena (0,43 mill. ha); y dentro de los cultivos leñosos, el olivar para aceite (1,87 mill. ha), la uva para vino (0,94 mill. ha), el almendro (0,57 mill. ha) y el olivar para aceituna (0,12 mill. ha).

C. Herbáceos	Superficie (ha)	C. Leñosos	Superficie (ha)
Cebada	2,850,570	Olivar (almazara)	1,869,360
Trigo blando	1,145,806	Uva para vino	934,062
Trigo duro	890,839	Almendro	565,050
Girasol	687,387	Olivar (aderezo)	118,084
Avena	434,330	Cerezo	17,705
Praderas polifitas	245,782	Otros leñosos	16,979
Cereales invierno para forraje	224,551	Higuera	16,562
Veza grano	139,312	Manzano	15,417
Yeros	104,303	Avellano	9,283
Guisante seco	94,506	Melocotonero	4,849
Centeno	87,499	Uva de mesa	4,213
Garbanzos	78,847	Ciruelo	3,508
Maíz forrajero	67,684	Albaricoquero	2,946
Alfalfa	66,458	Nogal	2,905
Veza para forraje	45,377	Peral	2,412
Otras gramíneas	39,281	Otros frutales	329
Otros cereales de primavera	37,703	Membrillero	72
Triticale	35,539	Aguacate	2
Lentejas	32,717	Níspero	2
Habas secas	31,943	Platanera	<1
Suma:	7.340.434 (97% del total)	Suma:	3.583.740 (100% del total)

Tabla 8. Principales cultivos de secano de herbáceos y leñosos, 2004 (ha).

Los principales cultivos de regadío son: dentro de los herbáceos, el maíz en grano (0,45 mill. ha), la cebada (0,33 mill. ha), la alfalfa (0,19 mill. ha) y el arroz (0,12 mill. ha); y dentro de los cultivos leñosos, el olivar para aceituna (0,32 mill. ha), la uva para vino (0,13 mill. ha), el naranjo (0,12 mill. ha) y el mandarino (0,10 mill. ha).

C. Herbáceos	Superficie (ha)		C. Leñosos	Superficie (ha)
Maíz grano	448,038		Olivar (almazara)	318,948
Cebada	328,185		Uva para vino	130,970
Alfalfa	189,352		Naranja	122,934
Arroz	122,632		Mandarino	104,155
Trigo blando	97,813		Melocotonero	66,847
Algodón	86,095		Olivar (aderezo)	47,711
Remolacha azucarera	85,100		Limonero	45,593
Girasol	64,788		Peral	31,482
Tomate	49,461		Almendro	27,757
Guisante seco	42,592		Manzano	25,498
Trigo duro	40,188		Uva de mesa	17,195
Patata extratemprana	38,338		Albaricoquero	15,401
Lechuga	35,458		Ciruelo	14,577
Avena	35,215		Avellano	10,982
Praderas polifitas	28,724		Platanera	9,701
Coliflor	25,231		Aguacate	9,288
Melón	23,659		Cerezo	7,431
Cebolla	21,145		Chirimoyo	3,269
Ajo	19,819		Níspero	2,907
Maíz forrajero	19,318		Nogal	2,146
Suma	1,801,151 (89 % del total)			1.014.792 (99,6 % del total)

Tabla 9. Principales cultivos en regadío de herbáceos y leñosos, 2004 (ha).

2.1.2 Presiones de origen puntual

Según el Plan Nacional de Calidad, la carga puntual de las 1.800 estaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas consideradas, que tratan a 49 millones de habitantes equivalentes de origen urbano, producen una carga total de 70.000 tnN/año.



Figura 33. Emisiones de nitrato (tn/año) de las estaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas (PNC).

2.2 Redes de medida

La red de medida actual de aguas subterráneas para el control de nitratos es el resultado de la coordinación de las Comunidades Autónomas y de las Confederaciones Hidrográficas, estando formada íntegramente por estaciones de la denominada red de la Directiva Marco del Agua (MARM, 2008), tanto de la red de control de vigilancia como la red de control operativo, integradas ambas en el Programa de Seguimiento y Control, dado que las estaciones de seguimiento de las Comunidades Autónomas han sido integradas en las redes de las Demarcaciones.

Según se indica en MARM (2008), los datos que se remitieron en anteriores informes cuatrienales integraban toda la información recopilada por redes de seguimiento de Confederaciones, Instituto Geominero de España y Comunidades Autónomas, así como datos de estudios específicos de zonas concretas, generalmente con problemas, lo que resultaba en una panorámica poco representativa de la situación. Por ello, el rediseño de la red en aguas subterráneas ha sido profundo, analizando todas las redes existentes e integrándolas, en la medida de lo posible, para obtener una red única suficientemente representativa. En ese análisis se descartaron puntos que coincidían en las diferentes redes, se reubicaron los puntos poco representativos y se excluyeron los resultados de los programas de investigación, que aportaban muchos datos pero de zonas muy específicas. La red que se maneja actualmente, da servicio también a los requerimientos de la Directiva Marco del Agua, dado que en todos los puntos se analiza la concentración de nitratos.

La actual red está formada por **todas las estaciones que integran la red de seguimiento del estado químico de las aguas subterráneas de la Demarcación Hidrográfica**, ya sean de la red de vigilancia, como de la red de control operativo o de zonas protegidas. La constitución de la red se describe en el informe cuatrienal "*Informe cuatrienal 2004-2007. Directiva 91/676/CEE. Resultados red de control de nitratos de aguas subterráneas*" (MARM, 2008), y que se resumen a continuación:

1. Todas las estaciones que originalmente integraban la red de seguimiento del estado químico de las aguas subterráneas de la Demarcación Hidrográfica (control de vigilancia y/o control operativo y/o control de zonas protegidas). En todas estas estaciones, de acuerdo con lo establecido en el Anexo V.2.4 de la Directiva 2000/60/CE, deben analizarse como parámetros básicos el contenido de oxígeno, pH, conductividad, nitrato y amonio.
2. Todas las estaciones en las que se muestreaba por parte de las Confederaciones Hidrográficas, y que no estaban integradas en la red de seguimiento del estado químico de las aguas subterráneas. En este sentido, estas estaciones tendrán que integrarse en primer lugar en la misma, identificando a cual/es de los controles (vigilancia, operativo, zonas protegidas) pertenece, además de a la red de nitratos. Para ello, en

estas estaciones se deberán analizar al menos todos los parámetros básicos establecidos en el Anexo V.2.4 de la Directiva 2000/60/CE.

3. Aquellas estaciones que se muestreaban por parte de las Comunidades Autónomas en cuencas intercomunitarias, y que en coordinación con las Confederaciones Hidrográficas correspondientes se considera conveniente incluir en la red de seguimiento del estado químico de las aguas subterráneas. En este sentido, estas estaciones tendrán que integrarse en primer lugar en la misma, identificando a cual/es de los controles (vigilancia, operativo, zonas protegidas) pertenece, además de a la red de nitratos. Para ello, en estas estaciones se deberán analizar al menos todos los parámetros básicos establecidos en el Anexo V.2.4 de la Directiva 2000/60/CE.

Según indica el informe del MARM (2008), la red nitratos se ha coordinado con la red del reporting del art. 8 de la Directiva 2000/60/CE. La información que se envía en relación con la red de control de nitratos de aguas subterráneas a la Comisión Europea, corresponde a dos tablas (*"Data Dictionary. Definition of Evaluation of water quality Under the Nitrates Directive dataset"*):

- La tabla *"List of groundwater monitoring stations"* relativa a las estaciones que integran la red de control de nitratos procedentes de fuentes agrarias para aguas subterráneas, e información asociada a las mismas.
- La tabla *"NO₃ concentrations in groundwater"* relativa a las concentraciones de nitratos medias, mínima y máxima obtenidas en las mismas en el periodo 2004-2007, así como una comparativa de estas concentraciones respecto de las estaciones enviadas en el informe cuatrienal 2000-2003.

En la tabla siguiente se recoge el número de puntos de control diferenciando por demarcaciones hidrográficas (DD.HH.) del informe MARM (2008). La red esta constituida por un total de 3.919 estaciones de control (informe cuatrienal anterior 6.706 estaciones), de las que se dispone información en el cuatrienio 2004-2007 en 3.766 estaciones, pudiéndose analizar tendencias en 1.510 estaciones, al ser coincidentes con las estaciones del informe cuatrienal anterior.

DD.HH..	Estaciones Red Actual	Estaciones con valor en el cuatrienio	Estaciones con valor tendencia	Densidad de la red (n/100 km ²)
C. Int. País vasco	15	14	4	0,66
Cantábrico	78	60	2	0,45
Galicia Costa	41	28	0	0,31
Miño-Sil	15	11	0	0,09
Duero	437	403	186	0,57
Tajo	163	163	41	0,73
Guadiana	120	99	98	0,54
C. Atl. Andaluza	41	41		0,82
Guadalquivir	171	170	0	0,49
C. Med. Andaluza	121	121	118	1,18
Segura	257	218	96	1,71
Júcar	214	199	99	0,53
Ebro	1.272	1.272	482	2,32
C. Int. Cataluña	889	888	384	9,31
Baleares	113	113	-	2,69
Canarias	85	79	0	1,14
TOTAL ESPAÑA	3.919	3.766	1.510	1,14

Tabla 10. Red de control de nitratos (MARM, 2008).

En la figura siguiente se muestra la distribución territorial de la red actual de control de nitratos junto con las masas de agua subterráneas (MARM,2008), correspondientes a la información remitida a la Comisión Europea en el informe cuatrienal 2004-07 en cumplimiento de la Directiva 91/979/CEE de nitratos.

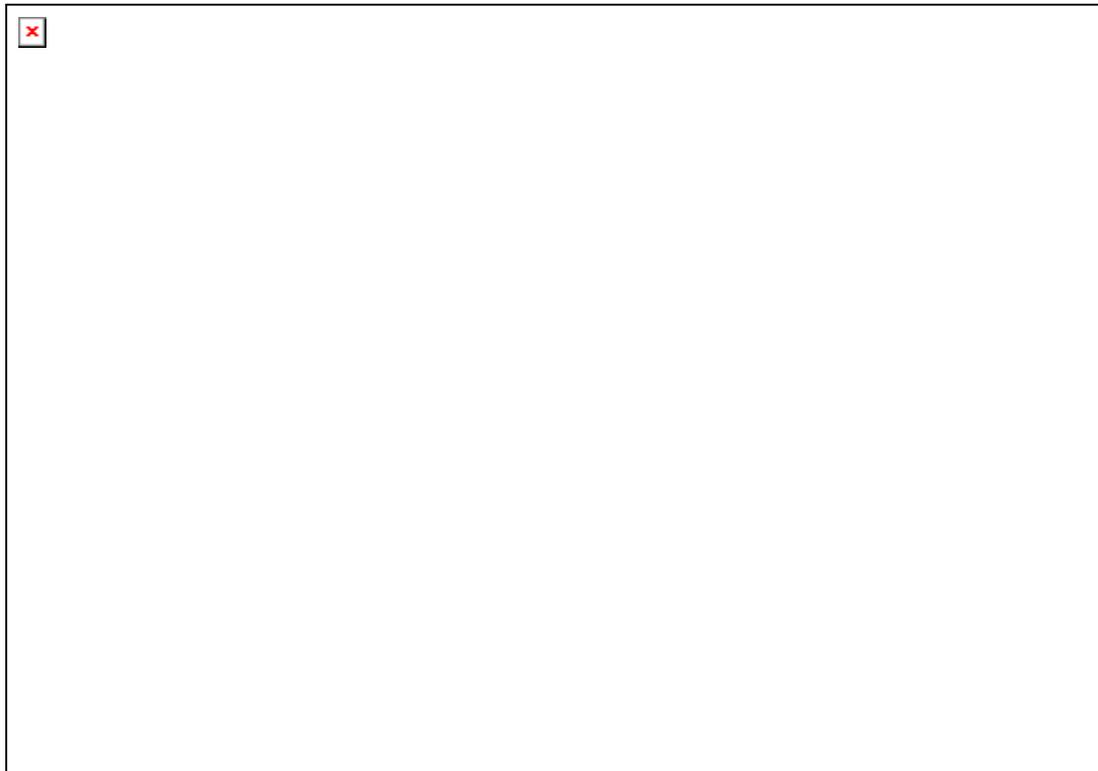


Figura 34. Mapa con red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).

2.3 Situación actual

La evaluación de la calidad de las aguas del informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008) se realizó en base a la información recopilada en los 7.248 puntos controlados dentro del período 2004-2007 pertenecientes a las distintas redes de nitratos, incluyendo aguas subterráneas, superficiales continentales, de transición y costeras, con la siguiente distribución: 3.766 estaciones de control en aguas subterráneas; 2.939 estaciones de control en aguas superficiales continentales (ríos, lagos y embalses); 543 estaciones de control en aguas costeras y de transición.

En el informe MARM, 2008 se indica que el 25,6% de los puntos de control de la red de nitratos tienen un valor medio de nitrato superior a 50 mg/l, junto con un 5,5 % de puntos cuya media se situ aproxima a los 50 mg/l.

Porcentaje de puntos totales	Periodo de información anterior	Periodo de información actual
que rebasan los 50 mg/l		
en valores máx. de NO ₃	30,0%	33,06%
en valores medios de NO ₃	24,7%	25,64%
que rebasan los 40 mg/l		
en valores máx. de NO ₃	6,6%	5,56%
en valores medios de NO ₃	6,7%	5,74%

Tabla 11. Red de control de nitratos MARM, 2008.

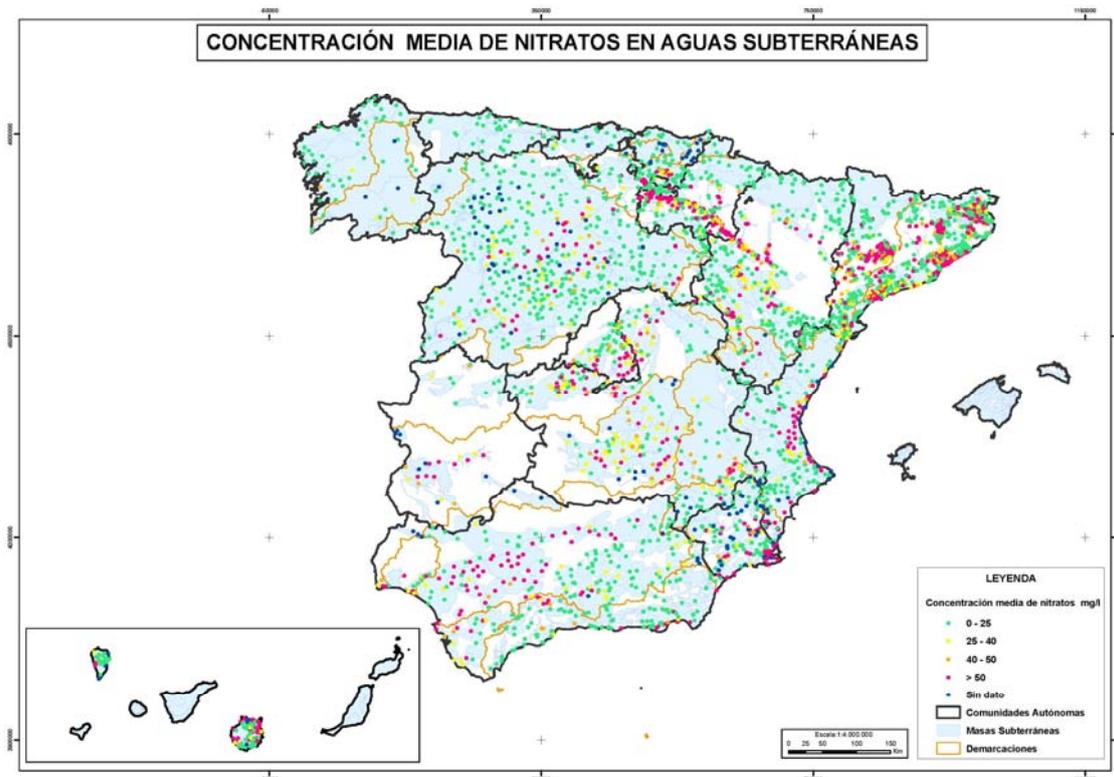


Figura 35. Valores medios de la red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).

En la Figura 36 se muestra el valor máximo de nitrato registrado en la red durante el periodo 2004-07.

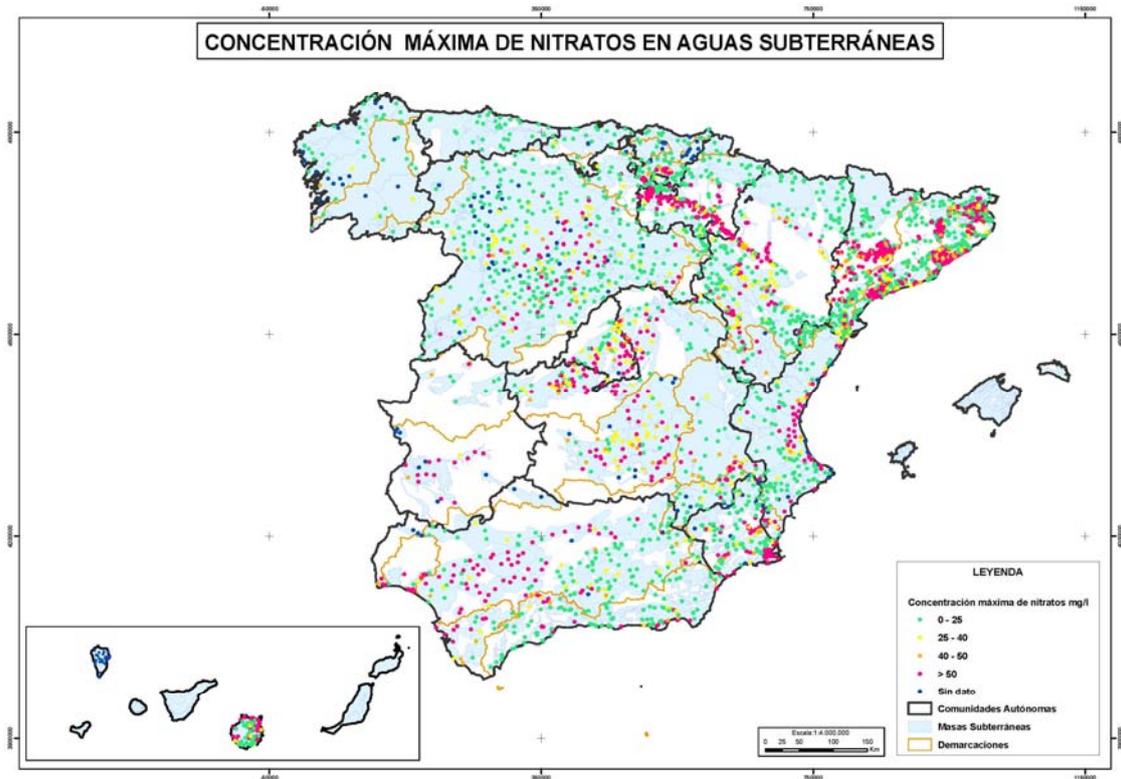


Figura 36. Valores máximos de la red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).

El análisis de las tendencias realizado en el informe, MRM, 2008, indica que un 24% de los puntos con información en los dos últimos informes tienen un fuerte aumento, frente a un 20% de punto con un fuerte descenso registrado.

Porcentaje de puntos comunes	En valores máx. de NO ₃	En valores medios anuales
En aumento:		
fuerte	27,48%	23,75%
débil	12,62%	17,80%
Estable ¹	17,33%	25,65%
En descenso:		
fuerte	22,74%	19,96%
débil	10,72%	12,82%

Tabla 12. Resumen de las tendencias en la red de control de nitratos MARM, 2008.

¹ «Estable» = fluctuación inferior al 5 % (es decir, < 2,5 mg/l, si se parte de un valor inicial de entre 40 y 50 mg/l).

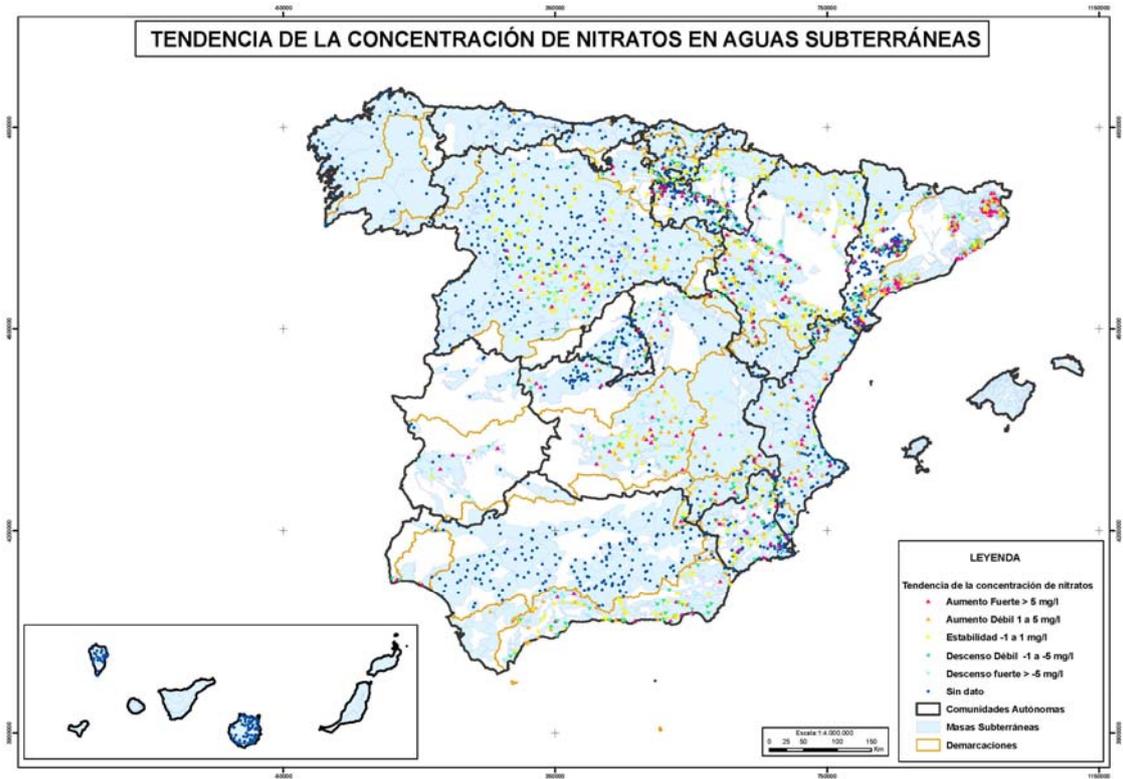


Figura 37. Valores de tendencias de la red de nitratos informe cuatrienal 2004-2007 (MARM, 2008).

3 La Directiva de Nitratos: Estado y seguimiento en aguas subterráneas

La *Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura*, traspuesta al derecho interno español mediante el “*Real Decreto 261/96, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias*”, y su proceso de implementación, considera que es necesario *reducir la contaminación provocada o inducida por los nitratos de fuentes agrarias, ..., para proteger la salud humana, los recursos vivos y los ecosistemas acuáticos*, establece la necesidad de que los estados miembros identifiquen las zonas vulnerables y apliquen programas de acción para reducir la contaminación de las aguas.

La protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura se articula, según la Directiva 91/676/CEE:

- mediante la identificación de zonas vulnerables, cómo aquellas zonas en las que se detectan en el agua elevadas concentraciones de nitrato o que pueden alcanzarse en el futuro o son aguas eutróficas o pueden llegar a serlo si no se actúa, o las áreas geográficas cuyas escorrentías fluyan hacia las zonas anteriores, y
- mediante la puesta en aplicación de programas de acción en dichas zonas identificadas como vulnerables.
- Además, estas actuaciones se complementan con la elaboración los códigos de buenas prácticas agrarias, de carácter voluntario, con el objeto de establecer en todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación.

La determinación de zonas vulnerables se realiza tras una primera designación de las aguas afectadas, que son aquellas masas de agua que superan los valores límite de concentración de nitrato y en las existe riesgo de eutrofización. Una vez designadas las aguas afectadas, se definen las zonas vulnerables la región del territorio que influye en las aguas afectas.

La implementación de la Directiva se realiza mediante un proceso de revisión cuatrienal, tras el cual se remite información por parte de los Estados miembros a la Comisión con los contenidos que aparecen en el anexo V de la Directiva, que de forma sintética son: 1) las medidas preventivas adoptadas, códigos de buenas prácticas; 2) información en forma de mapa con las zonas afectadas y las zonas vulnerables designadas; 3) un resumen del control efectuado en las zonas vulnerables mediante las redes de medida en aguas superficiales, subterráneas y revisión del estado eutrófico; 4) un resumen de los programas de acción elaborados, indicando las medidas impuestas y los resultados obtenidos.

El proceso de implantación de la Directiva, Figura 38, con los informes cuatrienales realizados: 1996-1999; 2000-2003; 2004-2007 hasta la fecha actual.

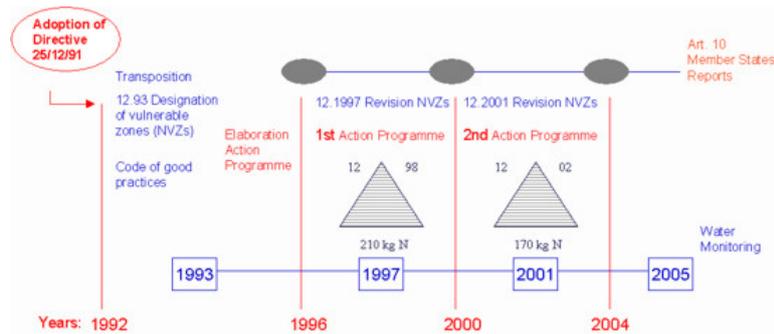


Figura 38. Proceso de implementación de las Directiva 91/676/CEE.

A partir de la información remitida la Comisión elabora un informe del grado de implantación de la Directiva Nitratos en los países de la Unión Europea, el último de los cuales corresponde al año 2007, “Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre la aplicación de la Directiva 91/676/CEE del Consejo, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, en el periodo de 2000-2003” (COM, 2007), revisado en los antecedentes de este documento. Otro informe anterior fue “Aplicación de la Directiva 91/676/CEE del Consejo relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura” (COM, 2002), que revisaba la situación de los países miembros hasta el año 2000.

La Directiva 91/676/CEE se traspuso mediante el “Real Decreto 261/96, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias”, donde se desarrolló la aplicación de la Directiva en España, indicando principalmente:

Artículo 3. Aguas afectadas por la contaminación por nitratos. El Ministerio competente, en el caso de aguas continentales de cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una Comunidad Autónoma, y los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en el resto de los casos determinarán las masas de agua que se encuentran afectadas por la contaminación, o en riesgo de estarlo, por aportación de nitrato de origen agrario.

Declaración de zonas Vulnerables. Las Comunidades Autónomas en el ejercicio de sus competencias designarán las zonas vulnerables, que el ministerio remitirá a la Comisión Europea.

Artículo 4 Códigos de Buenas Prácticas Agrarias. Las Comunidades Autónomas establecerán Códigos de Buenas Prácticas Agrarias, de aplicación voluntaria por los agricultores para reducir la contaminación producida por nitratos de origen agrario. Las Comunidades Autónomas remitirán los códigos de buenas prácticas agrarias que hayan elaborado al Ministerio competente, a los efectos de su comunicación a la Comisión Europea.

Artículo 5. Programas de acción. En las zonas designadas como vulnerables la Comunidades Autónomas establecerán programas de acción cuya revisión se realizará cada cuatro años.

3.1 Objetivos de la directiva de nitratos

Los objetivos de la Directiva 91/676/CEE son la reducción de la contaminación por los nitratos procedentes de la agricultura y evitar nuevas contaminaciones. Esta directiva se centra en que la principal fuente de contaminación procede de la agricultura, siendo de carácter difuso, distribuido por el territorio, y estable una estrategia para la reducción paulatina de esta contaminación en los estados miembros, basada en la aprobación de Códigos de buenas Prácticas Agrarias de para su aplicación por los agricultores de forma voluntaria, y en la aprobación de programas de acción de aplicación obligatoria en aquellas zonas con problemas. El objetivo de la Directiva 91/676/CEE, recogido también en el artículo 1 del RD 261/96, se define en el artículo 1 de esta Directiva:

“ ...

Artículo 1.

El objetivo de la presente Directiva es:

- *reducir la contaminación causada o provocada por los nitratos de origen agrario, y*
- *actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase.*

El objetivo de la Directiva es exclusivamente la reducción de la contaminación y la prevención de nuevas contaminaciones de origen agraria, de forma que el cumplimiento de la Directiva puede conseguirse con el no deterioro de las masas de agua subterráneas, sin quedar establecidos límites u objetivos a alcanzar ni objetivo temporal. Establece que la revisión de los objetivos alcanzados cada cuatro años mediante la remisión de un informe (anexo V Directiva) con las redes de medida y resumen de muestreos (artículo 6 Directiva), la designación de zonas vulnerables y los programas de acción en estas zonas a la Comisión.

En el caso de las zonas vulnerables declaradas la Directiva tiene por objetivo como criterio general una fertilización con estiércol menor a 170 kg de nitrógeno por hectárea, debido a la larga persistencia de este tipo de fertilizante en el tiempo. Pudiendo establecer los estados miembros cantidades diferentes de formas justifica.

3.2 Aguas afectadas

Las aguas afectadas se definen como paso previo a la designación de zonas vulnerables, correspondiendo las masas de agua con una concentración de nitrato superior a 50 mgNO₃/l, o pueden llegar a alcanzarlos, o en la que se produzca eutrofización o pueda llegar a alcanzarse. La identificación de las aguas afectadas se realiza según establece la Directiva 91/676/CEE en el punto 1 del artículo 3 según los criterios del anexo 1 de esta Directiva:

“ ...

Artículo 3.

1. Los Estados miembros determinarán, con arreglo a los criterios definidos en el Anexo I, las aguas afectadas por la contaminación y las aguas que podrían verse afectadas por la contaminación si no se toman medidas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 5.

“ ...

Anexo I CRITERIOS PARA IDENTIFICAR LAS AGUAS A QUE SE REFIERE EL APARTADO 1 DEL ARTÍCULO 3

A. Las aguas contempladas en el apartado 1 del artículo 3 se identificarán utilizando, entre otros criterios, los siguientes:

1. si las aguas dulces superficiales, en particular las que se utilicen o vayan a utilizarse para la extracción de agua potable presentan, o pueden llegar a presentar si no se actúa de conformidad con el artículo 5, una concentración de nitratos superior a la fijada de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 75/440/CEE; (establecida en 50 mgNO₃/l)
2. si las aguas subterráneas contienen más de 50 mg/l de nitratos, o pueden llegar a contenerlos si no se actúa de conformidad con el artículo 5;
3. si los lagos naturales de agua dulce, otras masas de agua dulce naturales, los estuarios, las aguas costeras y las aguas marinas son eutróficas o pueden eutrofizarse en un futuro próximo si no se actúa de conformidad con el artículo 5.

La identificación de las aguas afectadas la realizan las administraciones competentes en materia de aguas, de forma que según establece el artículo 3 del RD 261/1996, el Ministerio competente, en el caso de aguas continentales de cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una Comunidad Autónoma, y los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en el resto de los casos determinarán las masas de agua que se encuentran afectadas por la contaminación, o en riesgo de estarlo, por aportación de nitrato de origen agrario.

3.3 Designación de zonas vulnerables

La designación de zonas vulnerables corresponde a las áreas geográficas que influyen a las aguas afectadas definidas, es decir contribuyan a la contaminación de las aguas afectadas, la designación se realiza según se indica en el apartado 2 del artículo 3 de la Directiva, e implica la puesta en funcionamiento de programas de acción para la reducción de la contaminación.

“... ”

Artículo 3

2. Los Estados miembros designarán, en un plazo de dos años a partir de la notificación de la presente Directiva, como zonas vulnerables todas las superficies conocidas de su territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas contempladas en el apartado 1 y que contribuyan a la contaminación. Notificarán esta designación inicial a la Comisión en el plazo de seis meses.

La designación de zonas vulnerables la realizan las Comunidades Autónomas enviando la información al Ministerio competente (RD 261/1996), que a su vez remite la información a la Comisión. En el “Anejo I Implantación legislativa de la Directiva 91/676/CEE de nitratos” se incluyen las referencias normativas de designación de zonas vulnerables realizadas por las Comunidades Autónomas.

La evolución en el tiempo de la designación de zonas vulnerables realizada por las Comunidades Autónomas se caracteriza por una ampliación de las zonas designadas en los años 2003, 2004 y 2008.

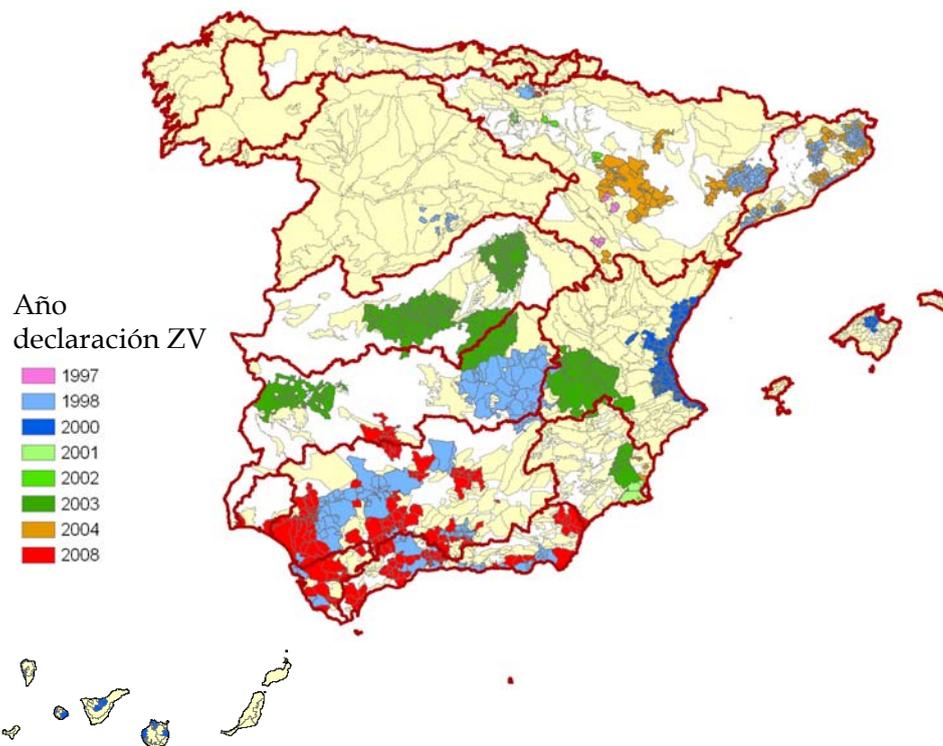


Figura 39. Zonas vulnerables declaradas por las Comunidades Autónomas a lo largo de los años.

La superficie total designada como zonas vulnerables es ha finales de 2008 de 95.900 Km² que representa un 23% de la superficie total de España. En el contexto de la Unión Europea según indica el informe de la Comisión (COM, 2007), España era el tercer país, en la EU-15, con menor porcentaje de superficie de zonas vulnerables designadas hasta julio de 2006, 63.900 km², estando únicamente Portugal, Italia y Grecia con porcentajes inferiores de superficie de zonas vulnerables.

Table 1. Nitrate vulnerable zones in EU 15 Member States

Member State	Area NVZ 1999			Area NVZ 2003		Area NVZ** 2006 (July)	
	(km ²)*1000	(km ²)*1000	%	(km ²)*1000	%	(km ²)*1000	%
Austria*	83,9	83,9	100,0	83,9	100,0	83,9	100,0
Belgium	30,5	1,8	5,8	7,2	23,6	7,2	23,6
Denmark*	43,1	43,1	100,0	43,1	100,0	43,1	100,0
Finland*	338,1	338,1	100,0	338,1	100,0	338,1	100,0
France	544,0	197,9	36,4	239,7	44,1	239,7	44,1
Germany*	357,0	357,0	100,0	357,0	100,0	357,0	100,0
Greece	132,0	-	-	14,0	10,6	14,0	10,6
Ireland*	69,8	-	-	69,8	100,0	69,8	100,0
Italy	301,3	5,7	1,9	18,4	6,1	24,9	8,3
Luxembourg*	2,6	2,6	100,0	2,6	100,0	2,6	100,0
Netherlands*	41,5	41,5	100,0	41,5	100,0	41,5	100,0
Portugal	91,9	0,2	0,2	0,3	0,3	1,14	1,2
Spain	506,0	26,0	5,1	55,4	11	63,9	12,6
Sweden	441,3	41,6	9,4	67,1	15,2	67,2	15,2
United Kingdom	244,0	5,8	2,4	79,9	32,8	93,7	38,4
TOTAL EU 15	3227,0	1145,2	35,5	1418,0	43,9	1447,6	44,9

*Implementation of an Action Programme on the whole territory; this does not necessarily mean that the whole territory is nitrate vulnerable according to paragraph 2 of Article 3 of the Nitrates Directive

**based on information made available to the Commission in digital form. The estimate of designated area does not include some designations communicated in paper form only

Tabla 13. Superficie de Zonas Vulnerables designadas en la EU-15 (COM, 2007).

En el informe elaborado por la Comisión (COM, 2007) se indica que España es el país donde es necesaria una mayor superficie de designaciones adicionales de zonas vulnerables, calculada en 70.000 Km², según los estudios encargados por la Comisión (ERM/ADAS, 2002), respecto a la superficie de julio de 2006 de 63,900 km², lo que daría una superficie actualizada de 133,900 km², cifra superior a las designaciones actualmente existentes.

MAP 15. Nitrate Vulnerable Zone designation EU 25 (year 2006) and area requiring designation according to Commission assessment

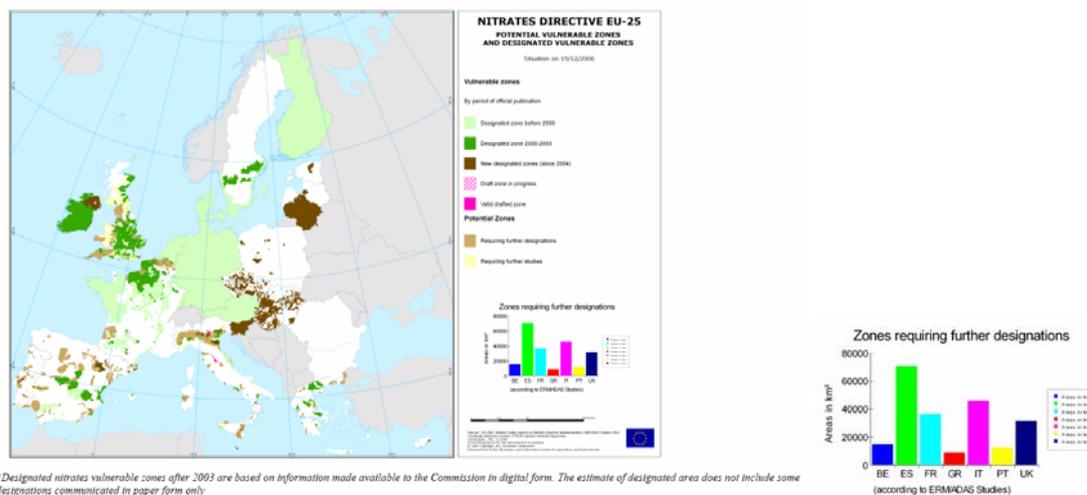


Figura 40. Zonas vulnerables declaradas por las Comunidades Autónomas a lo largo de los años.

3.4 Programas de acción

En las zonas vulnerables designadas, las Comunidades Autónomas tienen en el plazo de 2 años que aprobar y aplicar los programas de acción (art. 6, RD 261/1996), que deberán actualizarse cada cuatro años (apartado 7), tal y como se indica en el artículo 5 de la Directiva 91/676/CEE

“...

Artículo 5

1. En un plazo de dos años a partir de la designación inicial a que se refiere el apartado 2 del artículo 3, o de un año a partir de cada designación complementaria con arreglo al apartado 4 del artículo 3, y con objeto de cumplirlos objetivos especificados en el artículo 1, los Estados miembros establecerán programas de acción respecto de las zonas vulnerables designadas.

2. Los programas de acción podrán referirse a todas las zonas vulnerables del territorio de un Estado miembro o, si dicho Estado miembro lo considerare oportuno, podrán establecerse programas diferentes para distintas zonas vulnerables o partes de dichas zonas.

3. Los programas de acción tendrán en cuenta:

a) los datos científicos y técnicos de que se disponga, principalmente con referencia a las respectivas aportaciones de nitrógeno procedentes de fuentes agrarias o de otro tipo;

b) las condiciones medioambientales en las regiones afectadas del Estado miembro de que se trate.

4. Los programas de acción se pondrán en aplicación en el plazo de cuatro años desde su elaboración y consistirán en las siguientes medidas obligatorias:

a) las medidas del Anexo III;

b) las medidas dispuestas por los Estados miembros en el o los códigos de ►C1 buenas prácticas agrarias ◀ establecidos con arreglo al artículo 4, excepto aquellas que hayan sido sustituidas por las medidas del Anexo III.

5. Por otra parte, y en el contexto de los programas de acción, los Estados miembros tomarán todas aquellas medidas adicionales o acciones reforzadas que consideren necesarias si, al inicio o a raíz de la experiencia adquirida al aplicar los programas de acción, se observare que las medidas mencionadas en el apartado 4 no son suficientes para alcanzar los objetivos especificados en el artículo 1. Al seleccionar estas medidas o acciones, los Estados miembros tendrán en cuenta su eficacia y su coste en comparación con otras posibles medidas de prevención.

6. Los Estados miembros elaborarán y pondrán en ejecución programas de control adecuados para evaluar la eficacia de los programas de acción establecidos de conformidad con el presente artículo.

Los Estados miembros que apliquen el artículo 5 en todo su territorio nacional controlarán el contenido de nitrato en las aguas (superficiales y subterráneas) en puntos de medición seleccionados mediante los que se pueda establecer el grado de contaminación de las aguas provocada por nitratos de origen agrario.

7. Los Estados miembros revisarán y, si fuere necesario, modificarán sus programas de acción, incluidas las posibles medidas adicionales que hayan adoptado con arreglo al apartado 5, al menos cada cuatro años. Comunicarán a la Comisión los cambios que introduzcan en los programas de acción.

...”

En el anexo III de la Directiva se incluyen las medidas que deben incluirse en los programas de acción para las zonas vulnerables, entre las que se encuentran (punto 1): periodos de prohibición de aplicación de fertilizantes (punto 1.1),

asociado a los periodos otoñales e invernales, debido a la menor utilización de nitrógeno por los cultivos y el mayor riesgo de precipitaciones, y por lo tanto el mayor riesgo de lixiviado y arrastre de nitrato; la capacidad de los depósitos de almacenaje de estiércoles (1.2); las limitaciones en la aplicación total de fertilizantes (1.3) teniendo en cuenta todas las fuentes de aporte de nitrógeno al suelo.

“...“

1. Las medidas incluirán normas relativas a:

1. los períodos en los que está prohibida la aplicación a las tierras de determinados tipos de fertilizantes;

2. la capacidad de los tanques de almacenamiento de estiércol; dicha capacidad deberá ser superior a la requerida para el almacenamiento de estiércol a lo largo del período más largo durante el cual esté prohibida la aplicación de estiércol a la tierra en la zona vulnerable, excepto cuando pueda demostrarse a las autoridades competentes que toda cantidad de estiércol que exceda de la capacidad real de almacenamiento será eliminada de forma que no cause daños al medio ambiente;

3. la limitación de la aplicación de fertilizantes a las tierras que sea compatible con las **►C1** buenas prácticas agrarias **◄** y que tenga en cuenta las características de la zona vulnerable considerada y, en particular:

a) las condiciones del suelo, el tipo de suelo y la pendiente;

b) las condiciones climáticas, de pluviosidad y de riego;

c) los usos de la tierra y las prácticas agrarias, incluidos los sistemas de rotación de cultivos; y deberá basarse en un equilibrio entre:

i) la cantidad previsible de nitrógeno que vayan a precisar los cultivos, y

ii) la cantidad de nitrógeno que los suelos y los fertilizantes proporcionan a los cultivos, que corresponde a:

– la cantidad de nitrógeno presente en el suelo en el momento en que los cultivos empiezan a utilizarlo en grandes cantidades (cantidades importantes a finales del invierno),

– el suministro de nitrógeno a través de la mineralización neta de las reservas de nitrógeno orgánico en el suelo,

– los aportes de compuestos nitrogenados procedentes de excrementos animales,

– los aportes de compuestos nitrogenados procedentes de fertilizantes químicos y otros.

...“

A esta medidas generales se incluye en el apartado 2 del anexo 5, la limitación en la utilización de fertilizantes de origen orgánico, estiércoles, debido a su mayor persistencia en el suelo tras su aplicación, y a que las transformaciones a nitrógeno mineral se suceden a lo largo de uno a tres años, de forma que suponen un mayor riesgo de contaminación en los periodos de lluvia en los que se puede producir mayores lixiviados o arrastres con el agua. Como criterio general se fija en 170 kgN/ha por año la cantidad máxima de aplicación de estiércoles, teniendo en cuenta en esa cantidad los aportes producidos por el pastoreo (apartado 3).

En algunos casos concretos puede sobrepasarse la cantidad máxima de 170 kgN/ha por año, siempre que ello no suponga un aumento en la contaminación por nitratos, si existen cultivos con ciclos vegetativos largos, lo cual implica mayor capacidad en el tiempo de extraer el nitrógeno mineral procedente de la mineralización del nitrógeno orgánico y por lo tanto menor riesgo de contaminación; en los casos de cultivos con alta extracción de nitrógeno, lo que implica menor riesgo de excedentes y mayor necesidad de fertilización; o en los casos de que la acumulación de nitrógeno en el suelo sea muy reducida: debido a altas escurrientías o elevadas permeabilidades del terreno.

“ ...

2. Estas medidas evitarán que, para cada explotación o unidad ganadera, la cantidad de estiércol aplicada a la tierra cada año, incluso por los propios animales, exceda de una cantidad por hectárea especificada.

La cantidad especificada por hectárea será la cantidad de estiércol que contenga 170 kg N. No obstante:

a) durante los primeros programas de acción cuatrienal, los Estados miembros podrán permitir una cantidad de estiércol que contenga hasta 210 kg N;

b) durante y transcurrido el primer programa de acción cuatrienal, los Estados miembros podrán establecer cantidades distintas de las mencionadas anteriormente. Dichas cantidades deberán establecerse de forma que no perjudiquen el cumplimiento de los objetivos especificados en el artículo 1 y deberán justificarse con arreglo a criterios objetivos, por ejemplo:

- ciclos de crecimiento largos;
- cultivos con elevada captación de nitrógeno;
- alta precipitación neta en la zona vulnerable;
- suelos con capacidad de pérdida de nitrógeno excepcionalmente elevada.

Cuando un Estado miembro autorice una cantidad distinta con arreglo a la presente letra b), informará a la Comisión, que estudiará la justificación con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 9.

3. Los Estados miembros podrán calcular las cantidades mencionadas en el punto 2 basándose en el número de animales.

...“

Los programas de acción aprobados por las Comunidades Autónomas de acuerdo al RD 261/1996, se adjuntan en el “Anejo I Implantación legislativa de la Directiva 91/676/CEE de nitratos”, de este documento. En los programas de acción, como norma general, se especifican por especies de cultivos los periodos en los que se prohíbe la aplicación de fertilizantes, según su tipología.

Como ejemplo se muestran las especificaciones de algunos de los programas de acción más recientes y para cultivos de tipo hortícola y frutales:

- ARG, 2005. “Orden de 5 de septiembre de 2005, del Departamento de Aragón, por el que se aprueba el II Programa de Actuación sobre las Zonas Vulnerables a la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en la Comunidad Autónoma de Aragón”.

- LAR, 2008. *“Decreto 39/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba el programa de actuación, Medidas Agronómicas y Muestreo de las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de origen agrario”*
- VAL, 2003. *“Orden de 3 de junio de 2003, de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, por la que se establece el Programa de Actuación sobre las Zonas Vulnerables designadas en la Comunidad Valenciana”*.

Los fertilizantes se clasifican según la persistencia temporal en el suelo: en orgánicos de mineralización lenta, que son los que pueden provocar mayores pérdidas en los periodos invernales posteriores al cultivo; orgánicos de mineralización rápida, y por tanto fácil extracción por la vegetación; y en fertilizantes minerales, según ARG (ARG, 2005):

Grupo I: Fertilizantes orgánicos residuales con nitrógeno de mineralización lenta: estiércol de bovino, ovino, compost, etc.

Grupo II: Fertilizantes orgánicos de nitrógeno fácilmente mineralizable: Estiércol fluido de bovino sin cama, de porcino, gallinaza, así como lodos de depuradora, abonos organominerales con Nitrógeno de liberación lenta o con inhibidores de actividad enzimática.

Grupo III: Otros fertilizantes minerales.

Según LAR, 2008:

1. Clasificación de los fertilizantes.

Se clasifican los fertilizantes para posteriormente definir los periodos de aplicación según el grupo al que pertenezcan:

a) Grupo 1: Fertilizantes orgánicos residuales con nitrógeno de mineralización lenta; Estiércol de bovino, ovino, compost, etc.

b) Grupo 2: Fertilizantes orgánicos de nitrógeno fácilmente mineralizable; Estiércol fluido de bovino sin cama, de porcino, gallinaza, lodos de depuradora, abonos organominerales con N de liberación lenta o con inhibidores de actividad enzimática.

c) Grupo 3: Fertilizantes minerales.

Las épocas de prohibición de aplicación de fertilizantes están asociadas a los tipos de fertilizantes empleados y el tipo de cultivo, dado el periodo vegetativo de mismo. Los periodos de prohibición de aplicación en los diferentes tipos de cultivo en la zona de Aragón (ARG, 2005).

Cuadro N° 1 Epocas en que **no se puede** aplicar fertilizantes que aporten Nitrógeno al suelo

Cultivos	Períodos de prohibición			
	Fertilizantes Grupo I	Fertilizantes Grupo II	Fertilizantes Grupo III	
Secano	Cereal de invierno	Enero-Junio	Abril-Julio	Junio- Septiembre
	Leguminosas	En todo el periodo vegetativo, excepto 2 meses antes de la siembra	En todo el periodo vegetativo, excepto 1 mes antes de la siembra	En todo el periodo vegetativo, excepto 1 mes antes de la siembra
	Vitíedo	Mayo- Septiembre	Mayo-Enero	Agosto-Febrero
	Olivo	Marzo- Diciembre	Abril-Diciembre	Octubre año n a Febrero año n+1
	Almendro	Febrero-Noviembre	Febrero- Noviembre	Septiembre año n a Febrero año n+1
Regadío	Cereal de invierno	Enero-Junio	Abril-Julio	Junio- Septiembre
	Gramíneas forrajeras	Enero-Junio	Abril-Julio	Junio- Septiembre
	Maíz	Julio-Diciembre	Agosto-Febrero	Agosto-Marzo
	Colza	Enero-Junio	Abril-Julio	Junio- Septiembre
	Girasol	Julio- Diciembre	Agosto-Febrero	Agosto-Febrero
	Alfalfa	En todo el periodo vegetativo, excepto 2 meses antes de la siembra	En todo el periodo vegetativo, excepto 1 mes antes de la siembra	En todo el periodo vegetativo, excepto 1 mes antes de la siembra
	Leguminosas	En todo el periodo vegetativo, excepto 2 meses antes de la siembra	En todo el periodo vegetativo, excepto 1 mes antes de la siembra	En todo el periodo vegetativo, excepto 1 mes antes de la siembra
	Hortícolas	Hasta 2 meses antes de la siembra ó plantación	Hasta 1 mes antes de la siembra ó plantación	Hasta 1 mes antes de la siembra ó plantación
	Viña	Mayo-septiembre	Mayo-enero	Agosto-febrero
	Olivo	Marzo- Diciembre	Abril-Diciembre	Octubre año n a Marzo año n+1
	Almendro	Febrero-Noviembre	Febrero-Noviembre	Septiembre año n a Febrero año n+1
	Frutales	Febrero-Noviembre	Febrero-Noviembre	Septiembre año n a Febrero año n+1

Tabla 14. Periodos de prohibición de aplicación de fertilizantes (ARG, 2005).

Los periodos de prohibición en la zona de la Rioja (LAR, 2008) son similares debido a la similitud de las condiciones climáticas y tipos de cultivo. En el caso de LAR, 2008:

2. A continuación se especifican por cultivos las épocas en las que no se pueden aplicar fertilizantes que aporten nitrógeno al suelo:

Cereales invierno: Fertilizantes Grupo 1: diciembre - junio. Fertilizantes Grupo 2: abril - julio. Fertilizantes Grupo 3: junio - septiembre.

Cereales primavera: Fertilizantes Grupo 1: enero-junio. Fertilizantes Grupo 2: abril julio. Fertilizantes Grupo 3: junio-noviembre.

Remolacha: Fertilizantes Grupo 1: En todo el período vegetativo y hasta tres meses antes de la siembra. Fertilizantes Grupo 2: octubre-enero. Fertilizantes Grupo 3: octubre-febrero.

Patata: Fertilizantes Grupo 1: En todo el período vegetativo y hasta tres meses antes de la siembra. Fertilizantes Grupo 2: agosto-enero. Fertilizantes Grupo 3: septiembre-febrero.

Vid: Fertilizantes Grupo 1: Secano: mayo- septiembre. Regadío: mayo- septiembre. Fertilizantes Grupo 2: Secano: mayo - enero. Regadío: mayo - enero. Fertilizantes Grupo 3: Secano: agosto- febrero. Regadío: agosto - febrero.

Las condiciones climáticas diferentes, caracterizadas por importantes precipitaciones en las épocas otoñales, así como la diferencia de los tipos de cultivo, más orientados a la producción primaveral y estival, implica la prohibición general en el empleo de fertilizantes en otoño e invierno en la Comunidad Valencia (VAL, 2003):

5. Periodo de prohibición de fertilización nitrogenada.

En las zonas Vulnerables de la Comunidad Valenciana, se prohíbe la fertilización en épocas en las que la capacidad de asimilación del nitrógeno por parte de la planta es escasa, se considera que estas épocas van de octubre a febrero.

Otro de los aspectos fundamentales de los programas de acción son las cantidades máximas de fertilizantes de tipo orgánico y totales que pueden

aplicarse a los diferentes tipos de cultivos. El programa de actuación de Aragón (ARG, 2005) establece las cantidades máximas aplicables en función de la producción de las cosechas o de la superficie y del grado de crecimiento de los frutales, fijando la cantidad máxima de fertilizante de origen orgánico en 170 kgN/ha, tal y como lo hace la Directiva, y la cantidad máxima para los cultivos hortícolas de regadío en 250 kgN/ha.

A.8- Cantidades máximas de Nitrógeno y origen del mismo

Las cantidades máximas de Nitrógeno a aportar en cada caso vienen determinadas en los Cuadros nº 2 y nº 3 y corresponden a la suma de: Nitrógeno mineral inicial en el suelo, más el Nitrógeno que se mineraliza de fuentes orgánicas, más el nitrógeno aportado por el agua de riego, más el Nitrógeno procedente de abonos minerales, químicos y orgánicos.

...

Se establece un máximo de aplicación de estiércoles equivalente al aporte de 170 kg de N/ha y año, aunque el rendimiento del cultivo, de acuerdo con las cifras de los Cuadros nº 1 y 2, permita mayores aportaciones de nitrógeno por ha. y año. En estos casos, el resto de la cantidad permitida solo puede aplicarse en forma de abono mineral.

Cuadro Nº 2 Cantidades máximas de Nitrógeno que se pueden aportar

Cultivos	Cantidades máximas de Nitrógeno	Observaciones
Cereal de invierno (secano)	30 Kg.N/Tm. de producción esperada	En sementera el 30% máximo y no en forma nitrítica (abono mineral) (1)
Viñedo (secano)	10 Kg.N/Tm. de producción media esperada	Antes de la entrada en producción reducir las aportaciones a la mitad
Leguminosas grano	20 Kg.N/ha	En siembra
Alfalfa	30 Kg.N/ha	En siembra
Cereal de Invierno (regadio)	30 Kg.N/Tm. de producción media esperada	En sementera el 30% máximo y no en forma nitrítica (abono mineral) (1)
Gramíneas forrajeras	12 Kg.N/Tm. de producción de heno 2,8 kg N/Tm de forraje verde	
Maíz (regadio)	30 Kg.N/Tm. de producción media esperada,	En sementera el 30% máximo y no en forma nitrítica (abono mineral) (1)
Colza (regadio)	30 Kg.N/Tm. de producción media esperada, a	
Girasol (regadio)	50 Kg.N/Tm. de producción a esperada,	En sementera el 30% máximo y no en forma nitrítica (abono mineral) (1)
Hortícolas (regadio)	250 Kg.N/ha,	Fraccionar las aportaciones en función de las épocas de máxima absorción, por las plantas.

(1) Si los abonos son del tipo 1 y II o abonos minerales complejos se permite aplicar todo el fertilizante en sementera.

Cuadro nº 3. Cantidades máximas de N/ha que se pueden aportar en frutales

Especie	1º Año	2º Año	3º Año	4º Año	5º Año	6º y suc.
Manzano (regadio)	20	35	50	65	80	80
	Mas 0,6 kg N/Tm de fruta					
Melocotonero (regadio)	20	35	50	70	90	90
	Mas 1,3 kg N/Tm de fruta					
Peral (regadio)	20	35	50	60	75	75
	Mas 0,7 kg N/Tm de fruta					
Ciruelo (regadio)	20	35	50	70	85	85
	Mas 0,9 kg N/Tm de fruta					
Albaricoquero (regadio)	20	36	50	70	85	85
	Mas 1,2 kg N/Tm de fruta					
Cerezo (regadio)	20	35	50	70	90	90
	Mas 1,3 kg N/Tm de fruta					
Olivo (regadio)	20	30	40	50	60	70
	Mas 8 kg N/Tm de olivas					
Almendro (regadio)	20	30	40	50	60	70
	Mas 11 kg N/100 kg de pepita					
Almendro (secano)	10	15	20	35	45	55
	Mas 11 kg N/100 kg de pepita					
Olivo (secano)	10	15	20	35	45	55
	Mas 8 kg N/Tm de olivas					

Tabla 15. Cantidades máximas de nitrógeno en los diferentes cultivos (ARG, 2005).

El programa de acción de La Rioja, estable como cantidad máxima de fertilizante de origen orgánico, también los 170 kgN/ha definidos en la Directiva, y las cantidades máximas totales en función del tipo de cultivo, variando desde los 50 kgN/ha del viñedo o de la judía verde, hasta los 220 kgN/ha del cultivo de la remolacha.

Cuarto. Cantidad máxima de estiércol u otros fertilizantes orgánicos aplicable al suelo

La cantidad máxima de estiércol u otros fertilizantes orgánicos (purines, lodos, etc.) aplicable al suelo, será el equivalente a 170 Kg/ha y año de nitrógeno.

Quinto. Cantidades máximas de nitrógeno que se pueden aportar

Cereal de invierno: 150 Kg N/ha. En sementera el 30 por ciento máximo si se emplean fertilizantes del grupo 3.

Cereal de primavera: 150 Kg N/ha. En sementera el 30 por ciento máximo si se emplean fertilizantes del grupo 3.

Remolacha: Entre 100-220 Kg N/ha, dependiendo de la fertilidad del suelo. Si la materia orgánica es superior al 2 por ciento el límite es de 100 kgN/ha, si está comprendida entre el 1,5-2 por ciento el límite es de 140 kg N/ha, si esta comprendida entre 1,5-0,6 por ciento el límite es de 180 kg N/ha y si es inferior a 0,6 por ciento el límite es de 220 kg N/ha. En sementera se aplicará 1/3 del total y en cobertera los 2/3 restantes.

Patata de consumo: Entre 170 -210 kg N/ha. Dependiendo de la fertilidad del suelo. Si la materia orgánica es superior al 2 por ciento el límite es de 170 kg N/ha, si está comprendida entre el 1,5-2 por ciento el límite es de 190 kg N/ha y si es inferior al 1,5 por ciento el límite es de 210 kg N/ha. Se aplicará en sementera el 20 por ciento y el resto en cobertera. Guisante verde: 40 Kg N/ha. En sementera.

Judía verde: 50 Kg N/ha. En sementera.

Viñedo: En el período de plena producción: 50 Kg N/ha. En plantaciones jóvenes antes de entrar en producción: 50 por ciento de la cantidad anterior.

Las cantidades máximas reflejadas en este punto corresponden a la suma de: Nitrógeno mineral inicial en el horizonte superficial del suelo, más el Nitrógeno que se mineraliza de fuentes orgánicas, más el Nitrógeno procedente de abonos minerales y químicos, más el Nitrógeno aportado por el agua de riego.....

En el último programa de acción aprobado en la Comunidad Valenciana (VAL, 2003), se fija en 170 kgN/ha y año la cantidad máxima de fertilizantes orgánicos a aplicar en zonas vulnerables, tal y como establece la Directiva, dependiendo las cantidades máximas totales del tipo de cultivo y tipo de riegos aplicado, con dosis mayores en el caso de riego por inundación frente al riego localizado. La cantidad máxima permitida varía de los 100 kgN/ha en los cultivos extensivos de frutales con riego localizado hasta 450 kgN/ha en el cultivo de tomate en invernadero con riego por inundación.

Cuando se apliquen fertilizantes orgánicos en zonas vulnerables, se establece la condición de no aportar al suelo una cantidad de éstos cuyo contenido en nitrógeno supere los 170 kilogramos por hectárea y año, pudiéndose complementar con nitrógeno mineral por encima de esta cantidad, si así lo demandara el cultivo. ...

...

En la tabla IV se indican las cantidades de nitrógeno que se consideran óptimas para cubrir las necesidades de los principales cultivos de las zonas vulnerables de la Comunidad Valenciana. Los intervalos de valores que se exponen en cada caso son consecuencia de la variabilidad generada por la diversidad de variedades, densidades de plantación, modalidades en el manejo del cultivo, rendimientos, etc.

No obstante en las zonas vulnerables no se sobrepasarán las dosis máximas establecidas para cada especie y sistema de riego.

TABLA IV

CULTIVO	SISTEMA	RIEGO POR INUNDACIÓN	RIEGO LOCALIZADO
Alcachofa		250 - 300	200 - 240
Cebolla		200 - 250	160 - 200
Lechuga		150 - 220	120 - 175
Melón-sandía		200 - 250	160 - 200
Tomate	Aire libre	200 - 250	160 - 200
	Invernadero	400 - 450	320 - 360
Patata		250 - 300	200 - 240
Cítricos *		240 - 280	200 - 240
Frutales *	Extensivo **	120 - 160	100 - 130
	Semi-intensivo **	160 - 200	130 - 160
	Intensivo **	200 - 240	160 - 190

* Las dosis que se recomiendan se refieren a plantaciones adultas en plena producción

** Extensivo: < 300 árboles/Ha.; Semi-intensivo: 300-500 árboles/Ha.; Intensivo: >500 árboles/Ha.

Tabla 16. Cantidades máximas de fertilizantes en función del tipo de cultivo y sistema de riego (VAL, 2003).

El informe de la Comisión (COM, 2007) indica de forma general para los programas de acción de la Unión Europea que la calidad de los programas ha mejorado en los últimos años, y no establece problema alguno para el caso concreto de España.

La calidad de los programas de acción ha progresado considerablemente en los últimos años y debería contribuir a la mejora de la calidad del agua en los futuros periodos de presentación de informes.

4 Los objetivos medioambientales en la planificación: Estado químico en las aguas subterráneas

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 (CE, 2000) (DMA), incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), determina que los estados miembros de la Unión Europea deberán establecer las medidas necesarias para alcanzar el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas al más tardar a los 15 años después de la entrada en vigor de la Directiva. Además, la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) detalla los contenidos de la normativa y define la metodología para su aplicación.

La DMA para el caso concreto de aguas subterráneas indica en su artículo 17 la necesidad de establecer normas concretas, que se tradujo en la Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (CE, 2006).

Por otra parte, y para determinadas situaciones la DMA y la normativa nacional correspondiente permiten establecer plazos y objetivos distintos a los generales, las denominadas exenciones, definiéndose en los artículos 4(4) a 4(7) de la DMA las condiciones que se deberán cumplir en cada caso.

Art. 4 (4) Prórrogas

Art. 4 (5) Objetivos menos rigurosos

Art. 4 (6) Deterioro temporal

Art. 4 (7) Nuevas modificaciones

Los dos primeros casos, prórrogas y objetivos menos rigurosos, corresponden a situaciones en las que debido a imposibilidad física o costes desproporcionados no es posible alcanzar los objetivos ambientales de la Directiva; los otros dos casos corresponden a situaciones excepcionales o no previstas por lo que su consideración queda fuera del presente trabajo: el deterioro temporal del estado de las masas de agua, corresponde a situaciones excepcionales como inundaciones o sequías; y nuevas modificaciones o alteraciones, corresponde a situaciones no previstas en los planes hidrológicos de cuenca en proceso de elaboración.

Este apartado presenta un breve resumen de los contenidos de de estos documentos, relativos a la definición de los objetivos ambientales, definición del estado químico y de exenciones, que puede ampliarse con el documento "*Objetivos medioambientales y exenciones*" (MARM, 2008c) realizado por la

Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua del Ministerio de Medio Ambiente.

El objetivo de la Directiva Marco del Agua (CE, 2000) queda establecido en su artículo 1:

“ ...

Artículo 1.

Objeto

El objeto de la presente Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas que:

- a) prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestres y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos;*
- b) promueva un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles;*
- c) tenga por objeto una mayor protección y mejora del medio acuático, entre otras formas mediante medidas específicas de reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias prioritarias, y mediante la interrupción o la supresión gradual de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias;*
- d) garantice la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y evite nuevas contaminaciones; y*
- e) contribuya a paliar los efectos de las inundaciones y sequías,*

y que contribuya de esta forma a:

- garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado, tal como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo,*
- reducir de forma significativa la contaminación de las aguas subterráneas,*
- proteger las aguas territoriales y marinas, y*
- lograr los objetivos de los acuerdos internacionales pertinentes, incluidos aquellos cuya finalidad es prevenir y erradicar la contaminación del medio ambiente marino, mediante medidas comunitarias previstas en el apartado 3 del artículo 16, a efectos de interrumpir o suprimir gradualmente los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias, con el objetivo último de conseguir concentraciones en el medio marino cercanas a los valores básicos por lo que se refiere a las sustancias de origen natural y próximas a cero por lo que respecta a las sustancias sintéticas artificiales*

...”

Es en el artículo 4 de la Directiva Marco del Agua (CE, 2000) donde se establecen los objetivos ambientales a alcanzar para las aguas superficiales y las aguas subterráneas, indicando específicamente para las aguas subterráneas, y zonas protegidas, donde se incluyen las zonas vulnerables:

“ ...

Artículo 4

Objetivos medioambientales

...

b) 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;

c) 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.

...”

La normativa estatal, Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), incorporan estos preceptos según se muestra en la tabla siguiente, y que puede consultarse de forma detallada en el estudio del MARM (MARM, 2008c).

Directiva Marco de Aguas (DMA)	Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA)	Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH)
4 (1) Objetivos ambientales	Art. 92 bis	Art. 35
4 (4) Plazos y condiciones para prórrogas	Disposición adicional undécima	Art. 36
4 (5) Objetivos menos rigurosos	Art. 92 bis transpone parte del Art. 4 (5) de la DMA	Art. 37 completa la transposición del Art. 4 (5)

Tabla 17. Transposición de los Art. 4 (1), 4 (4) y 4 (5) de la DMA (MARM, 2008c).

4.1 Estado químico y nitratos

El estado químico de las masas de agua subterráneas está determinado por la conductividad eléctrica del agua y la concentración de contaminantes, tal y como se indica en el apartado 2.3.1 Anejo V de la DMA. Mientras que el buen estado químico se especifica en el apartado 2.3.2 de este mismo anejo V.

2.3.2. Definición del buen estado químico de las aguas subterráneas

Indicadores	Buen estado
General	<p>La masa de agua subterránea tendrá una composición química tal que las concentraciones de contaminantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> — como se especifica a continuación, no presenten efectos de salinidad u otras intrusiones, — no rebasen las normas de calidad aplicables en virtud de otras normas comunitarias pertinentes de acuerdo con el artículo 17, — no sean de tal naturaleza que den lugar a que la masa no alcance los objetivos medioambientales especificados en el artículo 4 para las aguas superficiales asociadas ni originen disminuciones significativas de la calidad ecológica o química de dichas masas ni daños significativos a los ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea.
Conductividad	Las variaciones de la conductividad no indiquen salinidad u otras intrusiones en la masa de agua subterránea

Tabla 18. Definición de buen estado químico de las masas de agua subterráneas (CE, 2000).

Como se indica en la definición del estado químico, en el caso general de contaminantes, como el nitrato, se considera buen estado químico cuando las concentraciones “no rebasen las normas de calidad aplicadas en virtud de otras normas comunitarias pertinentes de acuerdo con el artículo 17” de la DMA (CE, 2000).

El artículo 17 habilita al Parlamento y el Consejo a la adopción de medidas específicas para prevenir y controlar la contaminación de las aguas subterráneas, lo que posteriormente se tradujo en la aprobación de la Directiva 2006/118/CE, también se indica que la inversión de tendencias deberá iniciarse en un máximo del 75% del nivel de calidad establecido.

“...

Artículo 17

Estrategias para la prevención y el control de la contaminación de las aguas subterráneas

1. El Parlamento Europeo y el Consejo adoptarán medidas específicas para prevenir y controlar la contaminación de las aguas subterráneas. Dichas medidas tendrán por objetivo lograr el buen estado químico de las aguas subterráneas, de acuerdo con la letra b) del apartado 1 del artículo 4, y serán adoptadas previa propuesta presentada por la Comisión en los dos años siguientes a la entrada en vigor de la presente Directiva, de conformidad con los procedimientos estipulados en el Tratado.

2. Al proponer medidas, la Comisión tendrá en cuenta los análisis efectuados de acuerdo con el artículo 5 y el anexo II. Estas medidas deberán proponerse con anterioridad si se dispusiera de los datos correspondientes, y deberán incluir:

a) los criterios para valorar el buen estado químico de las aguas subterráneas, de acuerdo con el punto 2.2 del anexo II y con los puntos 2.3.2 y 2.4.5 del anexo V;

b) los criterios que deban utilizarse de acuerdo con el punto 2.4.4 del anexo V para la determinación de las tendencias al aumento significativas o sostenidas y para la definición de los puntos de partida de las inversiones de tendencia.

3. Las medidas que se desprendan de la aplicación del apartado 1 se incluirán en los programas de medidas requeridos en virtud del artículo 11.

4. A falta de criterios adoptados de conformidad con el apartado 2 a nivel comunitario, los Estados miembros determinarán los criterios adecuados a más tardar cinco años después de la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva.

5. A falta de criterios adoptados de conformidad con el apartado 4 a escala nacional, la inversión de la tendencia deberá iniciarse en un máximo del 75 % del nivel de calidad estándar establecido en la normativa comunitaria vigente aplicable a las aguas subterráneas.

..."

Además, en las zonas utilizadas para la captación de agua potable, establece que deben cumplirse los límites establecidos en la Directiva 80/778/CEE, modificada por la Directiva 98/83/CE, que concretamente para el caso del nitrato es de 50 mgNO₃/l.

"...

Artículo 7

Aguas utilizadas para la captación de agua potable

1. Los Estados miembros especificarán dentro de cada demarcación hidrográfica:

- todas las masas de agua utilizadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m³ diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas, y

- todas las masas de agua destinadas a tal uso en el futuro.

Los Estados miembros efectuarán un seguimiento, de conformidad con el anexo V, de las masas de agua que proporcionen, de acuerdo con dicho anexo, un promedio de más de 100 m³ diarios.

2. En lo que se refiere a todas las masas de agua especificadas con arreglo al apartado 1, además de cumplir los objetivos del artículo 4 de conformidad con lo dispuesto en la presente Directiva con respecto a las masas de agua superficial, incluidas las normas de calidad establecidas a nivel comunitario con arreglo al artículo 16, los Estados miembros velarán por que, en el régimen de depuración de aguas que se aplique y de conformidad con la normativa comunitaria, el agua obtenida cumpla los requisitos de la Directiva 80/778/CEE, modificada por la Directiva 98/83/CE.

3. Los Estados miembros velarán por la necesaria protección de las masas de agua especificadas con objeto de evitar el deterioro de su calidad, contribuyendo así a reducir el nivel del tratamiento de purificación necesario para la producción de agua potable. Los Estados miembros podrán establecer perímetros de protección para esas masas de agua.

..."

Posteriormente, y en virtud del artículo 17 de la DMA (CE, 2000), se aprobó una norma de calidad para las aguas subterráneas, la *Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro* (CE, 2006), que desarrolla las medidas específicas para prevenir y controlar la contaminación de las aguas subterráneas.

“ ...

Artículo 1

Objetivo

1. De conformidad con lo dispuesto en los apartados 1 y 2 del artículo 17 de la Directiva 2000/60/CE, la presente Directiva establece medidas específicas para prevenir y controlar la contaminación de las aguas subterráneas. Entre ellas se incluirán, en particular,

- a) criterios para valorar el buen estado químico de las aguas subterráneas, y
- b) criterios para la determinación e inversión de tendencias significativas y sostenidas al aumento y para la definición de los puntos de partida de las inversiones de tendencia.

2. Asimismo, la presente Directiva completa las disposiciones contenidas en la Directiva 2000/60/CE destinadas a prevenir o limitar las entradas de contaminantes en las aguas subterráneas y evitar el deterioro del estado de todas las masas de agua subterránea.

...”

En el artículo 3 se definen los criterios para evaluar el estado químico de las masas de agua subterráneas, especificando que en el anexo I se establecen las normas de calidad, fijadas para el caso del nitrato de forma general para todas las masas de agua subterráneas en 50 mgNO₃/l.

“ ...

Artículo 3

Criterios para evaluar el estado químico de las aguas subterráneas

1. A efectos de la evaluación del estado químico de una masa de agua subterránea o un grupo de masas de agua subterránea con arreglo al punto 2.3 del Anexo V de la Directiva 2000/60/CE, los Estados miembros utilizarán los criterios siguientes:

- a) las normas de calidad de las aguas subterráneas recogidas en el Anexo I;

....

ANEXO I

NORMAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

1. Para evaluar el estado químico de las aguas subterráneas de conformidad con el artículo 4, las normas de calidad mencionadas en el cuadro 2.3.2 del Anexo V de la Directiva 2000/60/CE y establecidas de conformidad con el artículo 17 de dicha Directiva serán las siguientes:

Contaminante	Normas de calidad
Nitratos	50 mg/l
Sustancias activas de los plaguicidas, incluidos los metabolitos y los productos de degradación y reacción que sean pertinentes ⁽¹⁾	0,1 µg/l 0,5 µg/l (total) ⁽²⁾

⁽¹⁾ Se entiende por «plaguicidas» los productos fitosanitarios y los biocidas definidos en el artículo 2 de la Directiva 91/414/CEE y el artículo 2 de la Directiva 98/8/CE, respectivamente.

⁽²⁾ Se entiende por «total» la suma de todos los plaguicidas concretos detectados y cuantificados en el procedimiento de seguimiento, incluidos los productos de metabolización, los productos de degradación y los productos de reacción.

Tabla 19. Normas de calidad para las masas de aguas subterráneas (CE, 2006).

En esta misma Directiva se establece en el apartado 3 del artículo 5 las condiciones para definir el punto de partida para la inversión de tendencias, definidas en el punto 1 de la parte B del anexo IV.

“ ...

Artículo 5

Determinación de las tendencias significativas y sostenidas al aumento y definición de los puntos de partida de las inversiones de tendencia

...

3. Los Estados miembros definirán el punto de partida de la inversión de tendencia como porcentaje del nivel de las normas de calidad de las aguas subterráneas establecidas en el Anexo I y de los valores umbral establecidos con arreglo al artículo 3, sobre la base de la tendencia identificada y del riesgo medioambiental asociado, de conformidad con el punto 1 de la parte B del Anexo IV.

..."

Como criterio general el punto de partida para la inversión de tendencias esta fijado en el 75% de de los valores paramétricos de las normas de calidad de las aguas subterráneas, es decir para el caso del nitrato el 75% de 50 mgNO₃/l, correspondiente a 37,5 mgNO₃/l.

"Anexo IV

DETERMINACIÓN E INVERSIÓN DE TENDENCIAS SIGNIFICATIVAS Y SOSTENIDAS AL AUMENTO

...

Parte B

Punto de partida de las inversiones de tendencia

De acuerdo con el artículo 5, los Estados miembros invertirán las tendencias significativas y sostenidas al aumento teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

1. *El punto de partida para aplicar medidas destinadas a invertir tendencias significativas y sostenidas al aumento será el momento en el cual la concentración del contaminante alcance el 75 % de los valores paramétricos de las normas de calidad de las aguas subterráneas establecidas en el Anexo I y de los valores umbral establecidos con arreglo al artículo 3, a menos que:*

a) sea necesario un punto de partida anterior para hacer posible que las medidas de inversión impidan del modo más rentable, o al menos mitiguen en la medida de lo posible, cualquier cambio adverso significativo en la calidad del agua subterránea;

b) se justifique un punto de partida distinto si el límite de detección no permite establecer la presencia de una tendencia cifrada en el 75 % de los valores paramétricos; o

c) la tasa de aumento y la reversibilidad de la tendencia sean tales que, de tomarse un punto de partida posterior para aplicar medidas de inversión de la tendencia, éste seguiría haciendo posible que dichas medidas impidan del modo más rentable, o al menos mitiguen en la medida de lo posible, cualquier cambio adverso significativo desde el punto de vista medioambiental en la calidad del agua subterránea. Este punto de partida posterior no podrá suponer retraso alguno en el cumplimiento de los plazos para el logro de los objetivos medioambientales.

Para las actividades incluidas en el ámbito de aplicación de la Directiva 91/676/CEE, el punto de partida para la aplicación de medidas para invertir tendencias significativas y sostenidas se establecerá de conformidad con dicha Directiva y con la Directiva 2000/60/CE, en particular la adhesión a los objetivos medioambientales de protección de las aguas establecidos en su artículo 4.

..."

4.2 Exenciones en los objetivos: Prórrogas y objetivos menos rigurosos

En aquellas masas de agua en las que no se alcanzan los objetivos ambientales generales, la normativa admite la posibilidad de establecer exenciones en plazo (prórrogas 4.4) o exenciones en objetivos (objetivos menos rigurosos 4.5). En términos generales existen dos situaciones en las que puede haber exenciones:

- a) Cuando técnicamente o por las condiciones naturales no es viable cumplir con los objetivos.
- b) Cuando el cumplimiento de los objetivos ambientales conlleva costes desproporcionados.

La posibilidad de establecer exenciones de plazo, prórrogas, aparecen en el apartado 4 del artículo 4 de La Directiva Marco del Agua (WFD, 2000):

“ ...

Artículo 4

Objetivos medioambientales

...

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.

...”

La posibilidad de establecer exenciones de objetivos ambientales, prorrogas, aparecen en el apartado 5 del artículo 4 de La Directiva Marco del Agua (WFD, 2000):

“Artículo 4

Objetivos medioambientales

...

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.

4.3 Necesidad de las exenciones

La contaminación acumulada en el terreno en la zona no saturada y en las masas de agua subterráneas de lo largo de las últimas décadas, la gran inercia de los acuíferos debido a los elevados periodos de renovación, y las importantes superficies de cultivo, pueden suponer una importante dificultad en el cumplimiento de los objetivos ambientales para el año 2015 o incluso el año 2027. Debido, a la lenta recuperación de la calidad de las aguas subterráneas o a los elevados costes socioeconómicos que pueda representar la reducción de la actividad agrícola.

Por este motivo la gran inercia de las masas de agua subterráneas, con lentas variaciones en la concentración de nitratos, y elevados tiempo de recuperación puede requerir en algunos casos la necesidad de definir exenciones, ya sean prórrogas u objetivos menos rigurosos, asociados a la imposibilidad física de alcanzar los objetivos.

Por otra parte, la puesta en práctica de los programas de medidas actuales, debido a la fuerte inercia de los sistemas y la presión ejercida sobre el medio, puede significar que estos programas de acción no sean suficientes y requieran de la eliminación de las prácticas agrícolas, lo que puede representar un coste desproporcionado, desde el punto de vista socioeconómico, y lo que podría dar lugar a la definición de exenciones debido al coste desproporcionado.

La definición de las exenciones según se indica en el documento del MARM (MARM, 2008c) se realiza mediante un procedimiento estandarizado, con criterios homogéneos, con el fin de obtener resultados comparables para las diferentes masas de agua. La justificación de las exenciones planteadas se realiza, por lo general, a la escala de masa de agua. En aquellos casos en los que la justificación se refiere a un conjunto de masas de agua, éstas se agrupan, explicándose la agrupación y el ámbito del análisis.

Concretamente según este documento (MARM, 2008c), la justificación de prórrogas y objetivos menos rigurosos se basa en un procedimiento de cinco pasos que combinan diferentes análisis y evaluaciones.

1. Información general

Primero se presenta la información general sobre la masa de agua, incluyendo la categoría, el tipo, la localización, el ámbito de análisis adoptado, una descripción general del problema, los objetivos ambientales de la masa de agua y la descripción y cuantificación de la brecha.

2. Evaluación preliminar

A continuación se identifican las medidas (teóricas) que se han contemplado en el proceso de análisis para la definición de plazos y objetivos. Se evalúa si, técnicamente y por las condiciones naturales, es viable cumplir los objetivos ambientales en el año 2015, 2021 ó 2027. Paralelamente se efectúa una evaluación preliminar si el cumplimiento de los objetivos ambientales previsiblemente conllevará costes desproporcionados.

3. Comprobaciones para plantear prórrogas

En aquellas masas que no cumplen los objetivos ambientales en el año 2015, se comprueba si es posible alcanzar el buen estado (o buen potencial) planteando una prórroga al año 2021 ó 2027. Para ello se comprueba que se cumpla al menos una de las siguientes condiciones:

- a) *Que, tras la aplicación de las medidas necesarias, técnicamente o por las condiciones naturales no sea posible cumplir los objetivos ambientales en el año 2015 ó 2021.*
- b) *Que el cumplimiento de los objetivos ambientales en el año 2015 ó 2021 conlleve costes desproporcionados. El análisis de costes desproporcionados se realiza mediante los siguientes procedimientos:*
 - i) *Comprobando que los costes de las medidas necesarias para el cumplimiento de los objetivos ambientales resulten desproporcionados considerando la capacidad de pago de los usuarios o entidades públicas afectados.*
 - ii) *Comprobando que los costes de las medidas sean desproporcionados con respecto a los beneficios derivados.*

4. *Comprobaciones para definir objetivos menos rigurosos*

En el caso de que aún planteando prórrogas no es posible cumplir los objetivos ambientales se definen objetivos menos rigurosos, comprobando para ello que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) *Que técnicamente o por las condiciones naturales no sea posible cumplir los objetivos ambientales en el año 2027.*
- b) *Que el cumplimiento de los objetivos ambientales conlleve costes desproporcionados. El análisis de costes desproporcionados se realiza mediante los siguientes procedimientos:*
 - i) *Comprobando que los costes de las medidas necesarias para el cumplimiento de los objetivos ambientales resulten desproporcionados considerando la capacidad de pago de los usuarios o entidades públicas afectados.*
 - ii) *Comprobando que los costes de las medidas sean desproporcionados con respecto a los beneficios derivados.*

Antes de definir objetivos menos rigurosos se comprobará también que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) *Que las necesidades ambientales o socioeconómicas servidas por la actividad no puedan alcanzarse por otros medios que sean una opción ambiental significativamente mejor y no supongan costes desproporcionados.*
- b) *Que se garantice para las aguas superficiales el mejor estado ecológico y estado químico posibles, y para las aguas subterráneas los mínimos cambios posibles del buen estado de las aguas subterráneas.*
- c) *Que no se produzca deterioro ulterior del estado de la masa de agua afectada.*

5. *Definición de prórrogas u objetivos menos rigurosos*

Tras efectuar las comprobaciones pertinentes se establece una prórroga o, en su caso, un objetivo menos riguroso para la masa de agua analizada. Para ello se definen primero el plazo y el estado que la masa de agua debe alcanzar (“buen estado”, “buen potencial ecológico”, etc.). A continuación se definen los indicadores y sus valores que se deberán alcanzar en el plazo establecido y, en su caso, los valores intermedios a alcanzar en los años 2015 y 2021.

En el caso de definir objetivos menos rigurosos, se establecen como objetivo del estado y de los valores de los indicadores aquellos, que según las previsiones se alcanzan tras implementar las medidas previstas en el programa de medidas.

En función del resultado del análisis realizado y teniendo en cuenta el año en que se alcanza el objetivo establecido, se adoptan los plazos (prorrogas) y objetivos (objetivos menos rigurosos) para las masas de agua analizadas indicando:

- a) Buen estado en 2021
- b) Buen estado en 2027
- c) Objetivo menos riguroso

5 Metodología para la justificación de las exenciones

5.1 Introducción

Un importante número de masas de agua subterráneas en España tienen elevadas concentraciones de nitrato, la inversión de tendencias, la estabilización y la corrección de las concentraciones va a suponer un importante esfuerzo iniciado con la aplicación de los programas de acción aprobados por las Comunidades Autónomas, cuyos efectos se irán observando durante los próximos años, llegando en algunos casos a décadas.

El análisis de la recuperación de las concentraciones de nitrato, y el tiempo necesario para alcanzar el objetivo, requiere tener en cuenta la inercia de los acuíferos y analizar largos periodos de tiempo. Por ese motivo la única forma de abordar cuál será la evolución de estas concentraciones futuras de nitrato es mediante el empleo de modelos de simulación que en primer lugar reproduzcan la evolución histórica reciente. La simulación de diferentes escenarios permite conocer la evolución futura global de la concentración media de nitrato en cada una de las masas de agua subterráneas analizadas, para las hipótesis consideradas.

La metodología seguida para analizar las concentraciones futuras de nitrato en las masas de agua subterráneas se basa en la simulación, mediante la modelización que se describe en los apartados siguientes, de una serie de escenarios futuros, que determinen los rangos de variación de esta concentración. Los resultados de estos escenarios permitirán definir las causas, en los casos que se produzcan, del incumplimiento de los objetivos ambientales, como por ejemplo la imposibilidad física, debida a la gran inercia de los acuíferos.

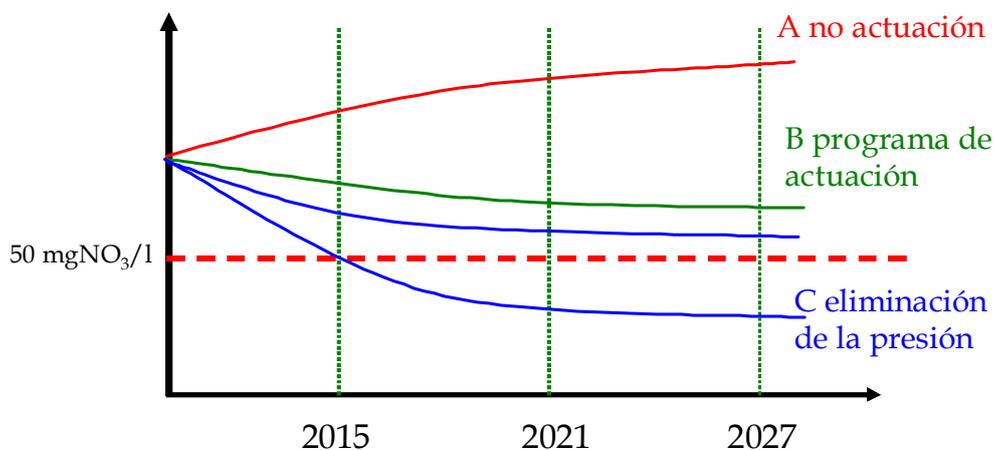


Figura 41. Ejemplo del resultado obtenido tras la aplicación de diferentes escenarios futuros.

5.2 Modelación

La metodología seguida para el análisis de la evolución futura de las concentraciones de nitrato en todas las masas de agua subterráneas se basa en la utilización de los modelos de simulación que permitan hacer estimaciones de la evolución futura, y permitan evaluar los efectos de diferentes escenarios futuros. La metodología consiste básicamente en el empleo de dos modelos de forma secuencial: el primero, es un modelo de balance de nitrógeno en el suelo, que proporciona el exceso de nitrógeno disponible o que puede ser arrastrado por el agua; y el segundo modelo, reproduce el transporte de nitrato a través del ciclo hidrológico. Las principales características y resultados que proporcionan cada uno de los modelos se describe a continuación:

- 1) Modelo de balance de nitrógeno en el suelo: realiza el balance de aportes y salidas de nitrógeno a escala municipal, proporcionando como resultado el exceso de nitrógeno en el suelo a escala municipal.

Los resultados de exceso de nitrógeno a escala municipal se localizan espacialmente dentro del municipio mediante el mapa de usos de suelo Corine Lando Cover del año 2000.

- 2) Modelo de transporte de nitrógeno, en forma de nitrato, a través del ciclo hidrológico, modelo Patrical, (Pérez 2005): realiza la simulación del ciclo hidrológico con el transporte de nitrato a través del mismo, de forma distribuida con una resolución de 1 km x 1 km. Los datos de partida son los resultados del modelo anterior georeferenciados espacialmente con el Corine Land Cover. Los resultados que proporciona son la concentración de nitrato en las masas de agua subterráneas y en las masas de agua superficiales, de origen agrícola y ganadero.

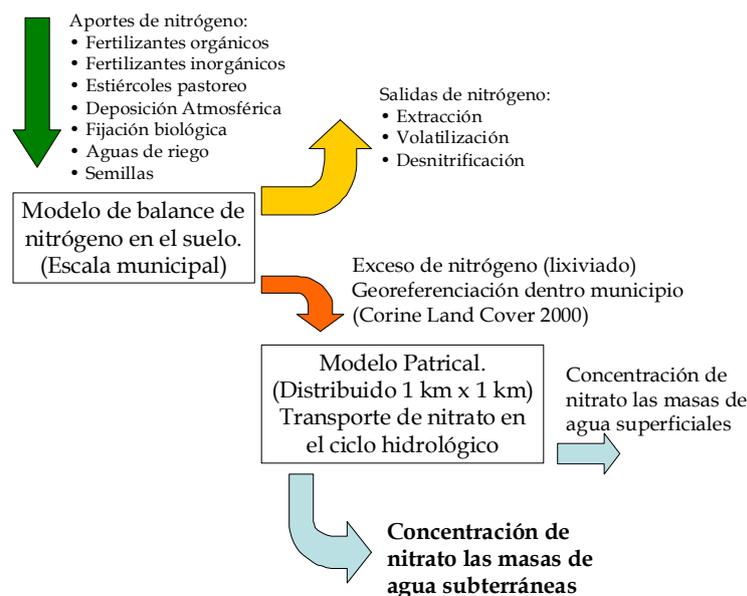


Figura 42. Metodología de análisis con el empleo de los dos modelos de simulación.

5.2.1 Balance de nitrógeno en el suelo

El balance de nitrógeno en el suelo, se obtienen mediante utilización a escala municipal de la información disponible de todas las fuentes de aporte de nitrógeno, fertilización, deposición, etc..., y de salidas que se producen en el mismo, extracción de la vegetación, volatilización, etc... El balance de nitrógeno en el suelo a escala municipal con el cual se determina el exceso de nitrógeno en el suelo, se realizó en primer lugar para el año 2004 "Balance de Nitrógeno en la Agricultura Española. Año 2004" (MAPYA, 2005) donde se detalla el procedimiento realizado para la determinación del balance de nitrógeno a escala municipal para el año 2004. Posteriormente, y partiendo del año 2004 como año de referencia, se ha realizado la reconstrucción del exceso de nitrógeno anual desde el año 1996 hasta el año 2006 (MARM, 2008).

5.2.1.1 Balance de nitrógeno año 2004

La información del balance de exceso de nitrógeno municipal del año 2004 utilizada es una actualización de la procede del estudio "Balance de Nitrógeno en la Agricultura Española. Año 2004" elaborado por la Dirección General de Agricultura del MAPYA, que se basa a su vez en el estudio "Caracterización de las fuentes agrarias de contaminación de las aguas por nitratos" (MIMAM y MAPYA, 2001). En dicho estudio se detalla el procedimiento realizado para la determinación del balance de nitrógeno a escala municipal, que se resumen en la tabla siguiente.

	CULTIVOS HERBÁCEOS	CULTIVOS LEÑOSOS	ZONAS DE PASTOREO
ENTRADAS DE NITRÓGENO	Fertilización Mineral	Fertilización Mineral	Fertilización Mineral
	Fertilización Orgánica	Fertilización Orgánica	Fertilización Orgánica
	Excrementos del pastoreo		Excrementos del pastoreo
	Fijación Biológica		Fijación Biológica
	Semillas		
	Deposición Atmosférica	Deposición Atmosférica	Deposición Atmosférica
SALIDAS DE NITRÓGENO	Extracciones (Retiradas)	Extracciones (Retiradas)	Extracciones (Retiradas)
	Volatilización (cultivos)	Volatilización (cultivos)	Volatilización (cultivos)
	Volatilización (pastoreo)		Volatilización (pastoreo)
	Gases (cultivos)	Gases (cultivos)	
	Gases (pastoreo)		Gases (pastoreo)

BALANCE = ENTRADAS - SALIDAS

Tabla 20. Componentes del balance de nitrógeno (MAPYA, 2005).

El modelo planteado se basa en la realización del balance, cada año, entre todos los aportes y salidas de nitrógeno que se producen por término municipal. Los aportes de nitrógeno considerados en su aplicación son:

- Aplicación de fertilizantes inorgánicos en la agricultura de secano y de regadío.
- Aplicación de fertilizantes orgánicos en la agricultura de secano y de regadío.
- Sobrantes de fertilizantes orgánicos (que se corresponden con la porción de estiércoles generados por la ganadería y que no se aplican en la agricultura).
- Estiércoles del ganado en pastoreo.
- Nitrato aportado por las aguas de riego.
- Nitrógeno aportado por las semillas vegetales.
- Nitrógeno introducido por la fijación biológica de las bacterias.
- Deposición atmosférica del nitrógeno con la precipitación.

Las extracciones de nitrógeno que se han considerado son:

- Extracción de nitrógeno por los cultivos.
- Volatilización del ión amonio NH_4^+ a la atmósfera.
- Desnitrificación del ión de nitrato NO_3^- y su incorporación a la atmósfera.

La obtención de cada una de estas componentes se describe con detalle en MAPYA (2005), pero de forma sintética, los aportes de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y las extracciones de nitrógeno se obtienen multiplicando la superficie regada de cada tipo de cultivo por una dosis de abonado de cada cultivo (kg de nitrógeno por ha), diferente según el área geográfica y si es cultivo de secano o de regadío. Estas dosis se han obtenido del estudio "*Balace del Nitrógeno en la Agricultura Española del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del año 1997*" (MAPA, 1998). La generación de estiércoles se obtiene a partir de las cifras, por especies, de cabezas de ganado existente multiplicado por la producción media de estiércol (kg de nitrógeno por animal) que genera cada tipo de animal. El nitrato aportado por las aguas de riego se ha calculado a partir de los volúmenes de agua que se utilizan en la agricultura, multiplicados por la concentración de nitrato que tienen. Finalmente, la volatilización se obtiene como porcentajes de la fertilización tanto inorgánica como orgánica y la desnitrificación como un porcentaje de la incorporación neta de nitrógeno al suelo.

En dicha actualización se han incluido los aportes de nitrógeno procedentes del agua de riego, quedando la información de balance de nitrógeno que se dispone por municipios como se muestra en la tabla siguiente:

PROVINCIA	provmun	Fert Mineral (kgN/ha)	Fertilización Orgánica (kgN/ha)	Excrementos Pastoreo (kgN/ha)	Fijación Biológica (kgN/ha)	Semillas (kgN/ha)	Agua de Riego (kgN/ha)	Deposición Atmosférica (kgN/ha)	Total Entrada (kgN/ha)	Retirada del Campo (kgN/ha)	Volatilización y Quema (kgN/ha)	Gases del Suelo (kgN/ha)	Total Salida (kgN/ha)	Balace (kgN/ha)	Superficie agraria (ha)
La Coruña	15001	19.91	26.27	13.87	5.16	0.33	0.00	17.77	83.31	42.90	9.62	0.62	53.14	30.17	3,618.90
La Coruña	15002	35.68	74.69	13.53	10.63	0.27	0.00	9.37	144.17	90.04	20.24	1.15	111.43	32.74	2,086.03
La Coruña	15003	11.99	6.57	17.84	6.65	0.06	0.00	18.25	61.36	19.56	5.83	0.45	25.84	35.52	8,194.97
La Coruña	15004	42.81	48.02	13.87	9.96	0.79	0.00	6.44	121.90	63.53	15.84	1.01	80.38	41.51	683.79
La Coruña	15005	22.94	19.45	13.87	9.53	0.22	0.00	20.72	86.74	31.30	8.44	0.59	40.33	45.40	5,200.03
La Coruña	15006	26.78	16.74	17.84	6.82	0.24	0.00	26.29	94.71	51.34	8.91	0.67	60.92	33.79	6,938.36
La Coruña	15007	38.58	91.45	13.53	12.77	0.33	0.00	30.66	187.32	99.39	22.77	1.32	123.47	63.85	7,003.37
La Coruña	15008	45.42	85.46	13.87	13.82	0.52	0.00	9.82	168.90	104.61	23.60	1.34	129.55	39.35	985.49
La Coruña	15009	56.95	90.25	13.87	16.00	0.43	0.00	16.49	194.00	104.74	22.95	1.46	129.55	64.84	1,117.75
La Coruña	15010	20.08	33.60	17.84	10.20	0.06	0.00	27.01	108.79	55.88	11.86	0.75	68.49	40.30	7,431.35
La Coruña	15011	37.01	76.75	13.53	14.62	0.38	0.00	7.05	149.34	103.15	19.45	1.14	123.74	25.60	1,342.25
La Coruña	15012	42.07	63.72	13.53	13.01	0.19	0.00	39.62	172.15	82.29	18.19	1.11	101.60	70.55	3,570.50
La Coruña	15013	40.49	81.95	13.53	10.59	0.43	0.00	19.71	166.70	93.59	20.97	1.26	115.82	50.88	2,890.57
La Coruña	15014	43.41	69.66	13.87	15.00	0.22	0.00	15.25	157.41	90.09	20.29	1.19	111.57	45.83	3,459.62
La Coruña	15015	32.63	22.62	13.87	9.26	0.35	0.00	7.85	86.58	29.68	9.87	0.71	40.26	46.32	1,446.58
La Coruña	15016	27.71	34.22	13.53	10.70	0.27	0.00	2.78	89.21	45.39	11.68	0.75	57.82	31.39	1,091.43
La Coruña	15017	42.29	96.46	13.87	17.22	0.28	0.00	21.29	191.40	115.50	25.23	1.40	142.12	49.28	2,246.91
La Coruña	15018	21.98	57.16	17.84	13.01	0.04	0.00	19.89	129.93	83.70	16.84	0.95	101.49	28.44	2,755.88
La Coruña	15019	39.85	73.06	13.87	15.94	0.70	0.00	11.30	154.72	103.66	20.50	1.19	125.34	29.38	5,107.48
La Coruña	15020	38.97	54.00	13.53	8.60	0.38	0.00	1.98	117.46	70.17	16.24	1.00	87.41	30.05	735.71
La Coruña	15021	29.97	52.08	13.87	11.84	0.79	0.00	26.95	135.50	72.42	14.78	0.91	88.11	47.38	3,203.26
La Coruña	15022	31.76	52.62	13.87	13.90	0.19	0.00	6.11	118.45	78.81	15.52	0.94	95.26	23.19	2,325.99
La Coruña	15023	22.01	35.94	13.53	8.22	0.11	0.00	8.91	86.73	53.71	11.72	0.71	66.14	20.58	2,421.16
La Coruña	15024	16.13	31.32	17.84	7.76	0.16	0.00	20.40	93.62	47.13	11.14	0.69	58.96	34.66	6,383.97
La Coruña	15025	36.48	41.53	13.87	11.17	0.33	0.00	6.34	109.71	64.41	14.01	0.90	79.32	30.39	1,600.87
La Coruña	15026	19.28	30.99	13.87	9.36	0.29	0.00	13.39	87.17	56.77	10.31	0.65	67.73	19.44	2,652.24
La Coruña	15027	24.69	38.06	13.87	9.93	0.17	0.00	7.66	94.38	55.36	12.35	0.76	68.47	25.90	824.65
La Coruña	15028	37.91	83.22	13.53	12.53	0.33	0.00	5.67	153.19	106.83	22.36	1.24	130.43	22.77	146.89
La Coruña	15029	27.16	40.10	13.87	9.15	0.31	0.00	12.96	103.55	59.20	13.00	0.80	72.86	30.55	5,932.34
La Coruña	15030	21.76	23.88	13.87	8.24	0.40	0.00	3.25	71.40	36.84	8.98	0.60	46.43	24.97	389.26
La Coruña	15031	25.01	44.21	13.87	9.40	0.37	0.00	8.29	101.14	62.15	13.70	0.81	76.67	24.47	1,904.64
La Coruña	15032	14.83	19.43	17.84	7.72	0.07	0.00	26.11	86.00	35.52	8.70	0.58	44.80	41.20	8,392.85
La Coruña	15033	35.10	11.79	13.53	9.70	0.29	0.00	6.03	76.45	17.91	8.04	0.65	26.59	49.86	882.49
La Coruña	15034	13.03	22.64	13.53	6.23	0.07	0.00	15.16	70.65	33.79	8.33	0.52	42.64	28.01	9,024.80
La Coruña	15035	46.32	81.81	13.87	8.49	0.78	0.00	9.35	160.62	103.62	22.74	1.31	127.67	32.95	896.53
La Coruña	15036	26.99	34.63	13.87	8.72	0.41	0.00	3.37	87.56	53.65	11.55	0.78	65.96	21.60	1,820.97
La Coruña	15037	31.56	29.10	13.53	6.84	0.62	0.00	2.12	83.77	48.58	11.15	0.75	60.48	23.28	407.20
La Coruña	15038	23.42	55.74	17.84	10.35	0.14	0.00	41.39	148.88	80.54	16.58	0.96	98.07	50.80	4,040.85
La Coruña	15039	13.71	21.40	17.84	6.33	0.13	0.00	14.49	73.90	34.12	8.97	0.59	43.67	30.23	3,750.67
La Coruña	15040	29.13	21.57	13.53	8.56	0.23	0.00	6.72	79.74	36.56	9.49	0.67	46.72	33.02	1,699.55
La Coruña	15041	22.35	33.25	13.87	8.84	0.45	0.00	17.93	96.68	54.09	11.27	0.70	66.06	30.62	6,783.50
La Coruña	15042	40.49	69.74	13.53	9.66	0.54	0.00	8.45	136.43	79.52	16.38	1.11	97.01	39.40	1,178.47
La Coruña	15043	20.90	29.18	13.87	7.23	0.29	0.00	10.45	81.92	50.10	10.35	0.66	61.11	20.81	2,783.35
La Coruña	15044	18.94	29.66	13.87	9.28	0.07	0.00	6.75	78.57	45.78	10.27	0.64	56.68	21.89	4,182.93
La Coruña	15045	36.38	17.65	13.53	8.52	0.30	0.00	25.57	101.95	63.03	9.15	0.70	72.88	29.07	7,441.34

Tabla 21. Ejemplo de obtención del balance de nitrógeno por municipios (MAPYA, 2005).

El empleo de fertilizantes de origen orgánico (ganadero) es muy bajo en casi todo el territorio, únicamente algunas zonas concretas del centro de Cataluña superan los 170 kgN/ha, establecidos en la Directiva 91/676/CEE, asociado a la importante actividad ganadera de región.

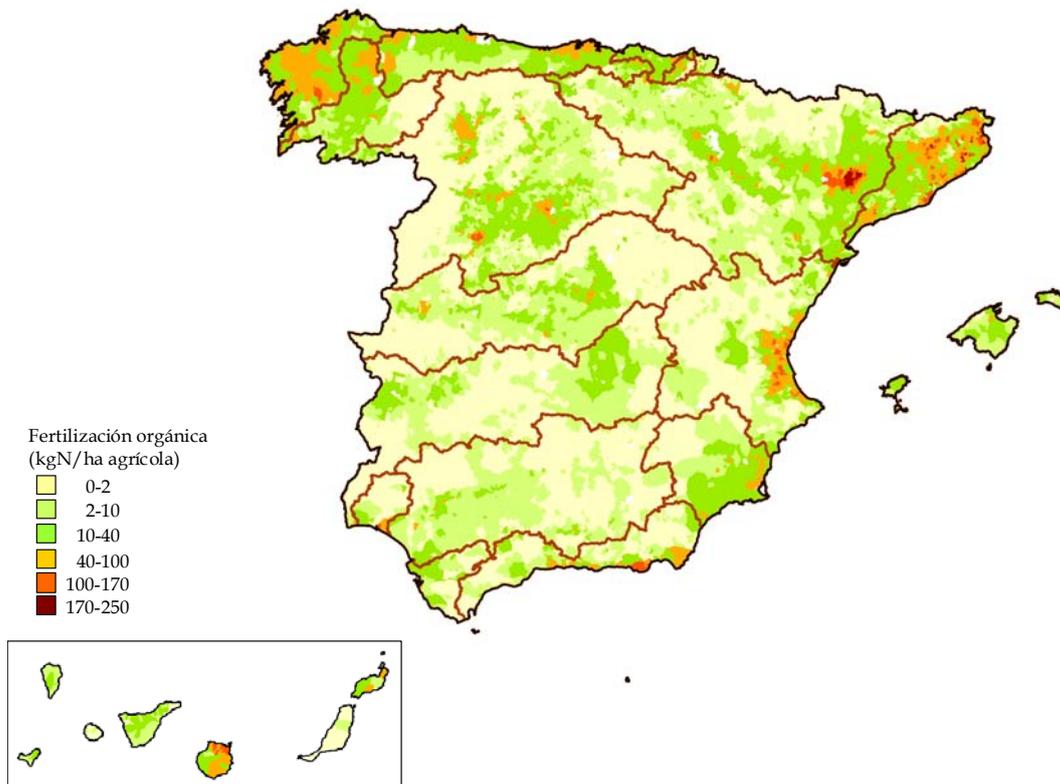


Figura 43. Mapa municipal de aportes de nitrógeno orgánico en el año 2004 (MAPYA, 2005).

La utilización de fertilizantes minerales es mucho más elevada que en amplias zonas del territorio, donde destaca el litoral de la Comunidad Valencia, y los Valles del Guadalquivir, Duero, Ebro y Segura.

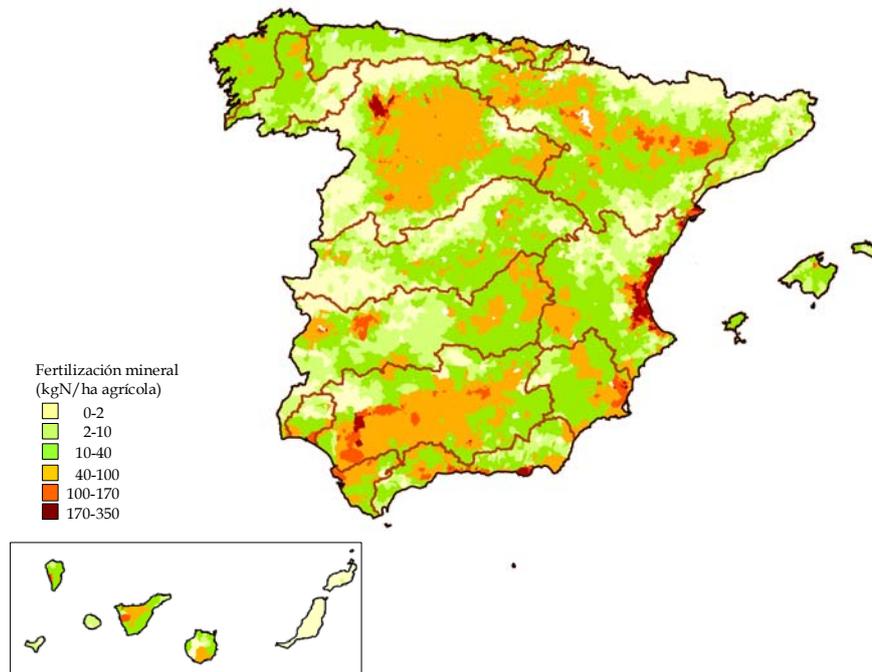


Figura 44. Mapa municipal de aportes de nitrógeno mineral en el año 2004 (MAPYA, 2005).

En la Figura 45 se muestran los aportes totales de nitrógeno para el año 2004, con amplias zonas con valores superiores a los 250 kgN/ha agrícola

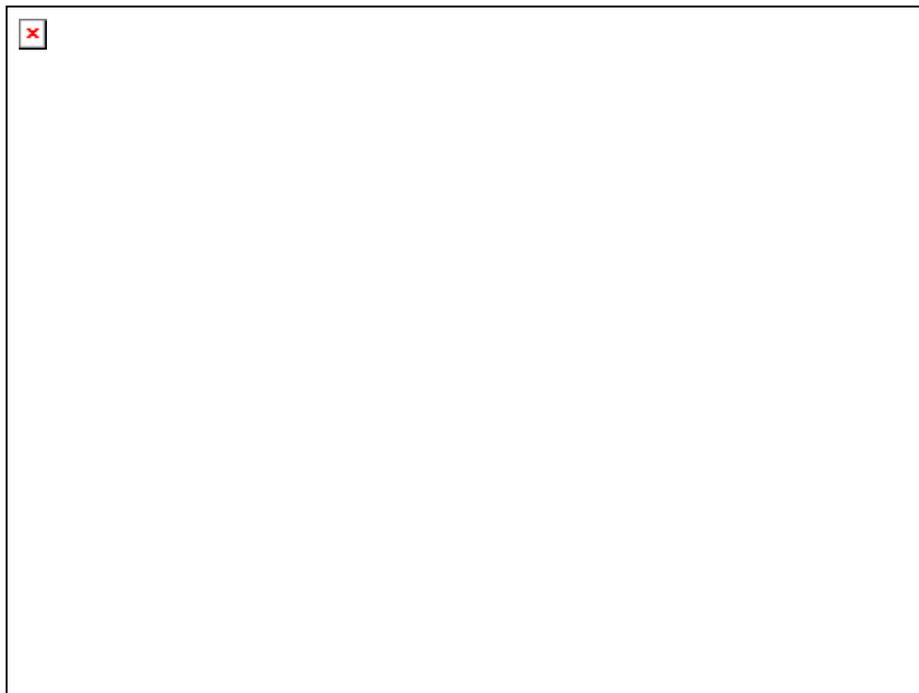


Figura 45. Mapa municipal de aportes de nitrógeno total por fertilización en el año 2004 (MAPYA, 2005).

En el balance a escala municipal destacan las regiones geográficas de la costa del Júcar y del Segura, del Valle del Ebro, y de algunas zonas concretas del Norte, del Duero del Guadalquivir y de las Cuencas Internas de Cataluña, de las Cuencas Andaluzas y Baleares, tal y como se observa en la figura siguiente.

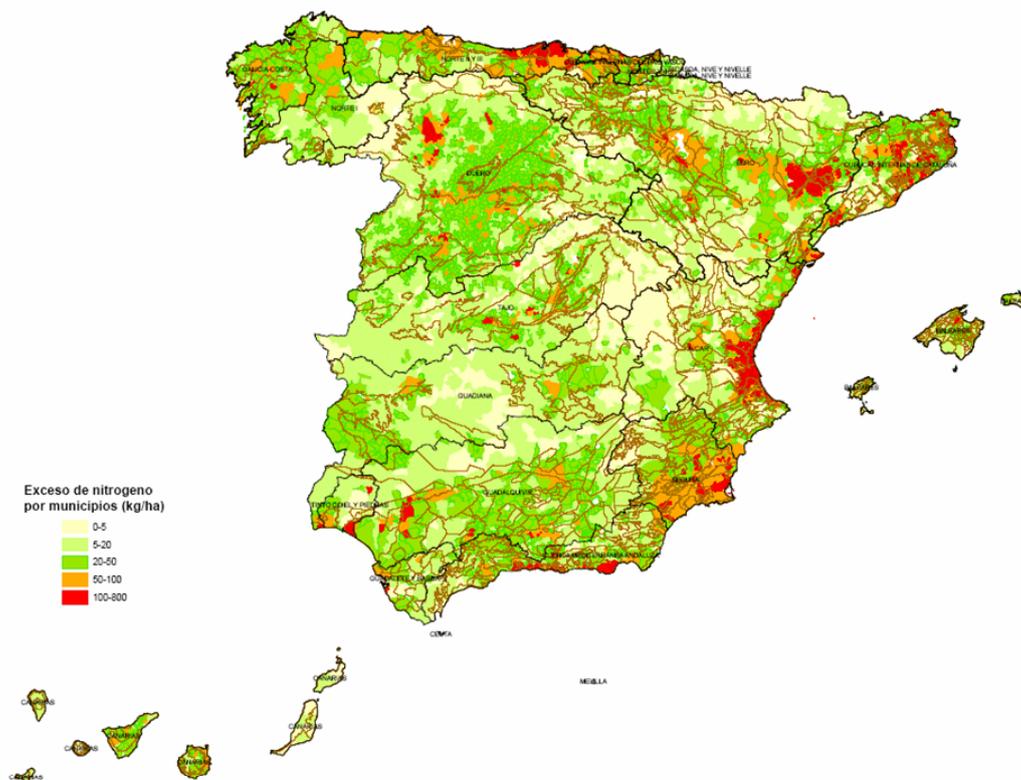


Figura 46. Mapa municipal de exceso de nitrógeno en el año 2004 (MAPYA, 2005).

Como resumen de dicha información y teniendo en cuenta la posibilidad de existencia de lixiviado en el suelo las cifras globales pueden resumirse en la siguiente tabla.

2004	tn N
Entradas de nitrógeno	2.380.600
Salidas de nitrógeno	1.557.400
Balance y lixiviado	823.200
Exceso sobre aportes totales	35%
Sup. cultivos (kgN/ha)	21,7
Sup. total (kgN/ha)	16,1

Tabla 22. Cifras globales del balance de nitrógeno en el suelo del año 2004 (MAPYA, 2005).

El excedente de nitrógeno procedente de la agricultura y la ganadería en el año 2004 que se obtiene con el balance simplificado del nitrógeno en la zona superficial del suelo, se cifra en 823.000 tn/año, Tabla 23. Respecto a los aportes de nitrógeno utilizados, éstos ofrecen resultados muy similares a lo que indican Novontny and Olem (1994) como valores generales, e indican que los fertilizantes inorgánicos (48%) son la principal fuente de aportes de nitrógeno,

al que le siguen en importancia: los estiércoles de la ganadería en pastoreo (14%), la deposición atmosférica (15%), los fertilizantes orgánicos en la agricultura (14%) y la fijación biológica (10%). Respecto a las extracciones, la extracción que finalmente realizan los cultivos corresponde al 83% de las salidas. Desde el punto de vista de la eficacia en la incorporación de nitrógeno a los cultivos respecto a los aportes totales de nitrógeno, 1,2 millones tnN respecto 2,38 millones tnN, se alcanza un valor del 51%.

APORTES	tnN	%	kg/ha	EXTRACCIONES	tnN	%	kg/ha
Fertilizantes inorgánicos	1.105.400	48%	29,2	Cultivos	1.200.000	83%	31,7
Fertilizantes orgánicos	347.100	14%	9,2				
Estiércoles del ganado pastoreo	330.100	14%	8,7	Volatilización	265.300	16%	7,0
Deposición atmosférica	361.900	15%	9,5				
Fijación biológica	166.400	7%	4,4	Desnitrificación	17.800	1%	0,5
Aguas de riego	43.000	2%	1,1				
Semillas	26.700	1%	0,7				
TOTAL	2.380.000		62,8	TOTAL	1.557.400		41,1
EXCEDENTE					823.200		21,7

Tabla 23. Aportes, extracciones y excedente de nitrógeno (kg de N) para el año 2004 (MAPYA, 2005).

La suma total de los aportes de origen ganadero, correspondiente a los fertilizantes orgánicos (347.000 tn) y estiércoles del ganado de pastoreo (330.000 tn), se cifra en el entorno de las 647.000 tn de nitrógeno, cifra ligeramente inferior a las estimaciones de 800.000 tn realizadas por el JRC (JRC, 2007b) y el indicador IRENA 18 (EEA, 2005a). En este estudio se indica que existe una importante incertidumbre en las estimaciones de producción de nitrógeno de origen ganadero, que para el caso de España la producción podría oscilar entre 130.000 tn y 620.000 tn de nitrógeno, lo que corresponde a la zona más baja de la orquilla.

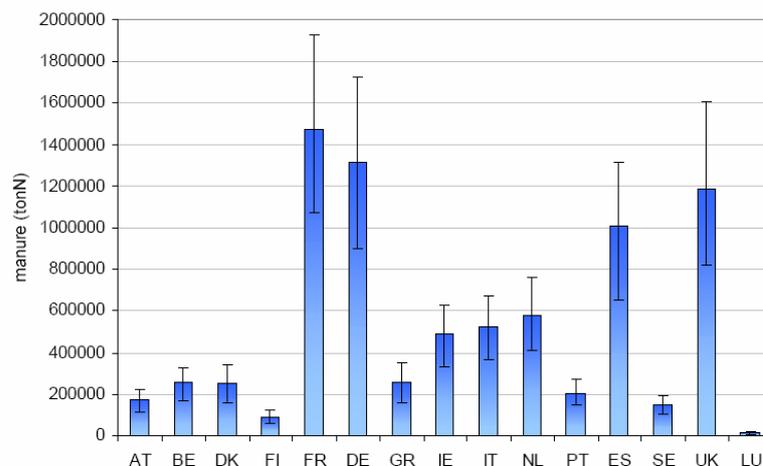


Figura 47. Estimación y rango de variación en las estimaciones de producción de nitrógeno (tn) de origen ganadero (JRC, 2007b).

El balance bruto definido por la OCDE (OECD, 2007) incluye todas las emisiones de nitrógeno que se producen: el lixiviado, el arrastre por las escorrentías, la volatilización y la desnitrificación, de forma que para comparar las cifras obtenidas de balance de nitrógeno en el suelo con las estimaciones realizadas por el JRC (JRC, 2007b) y el indicador IRENA 18 (EEA, 2005a), al exceso de nitrógeno disponible en el suelo (21,7 kgN/ha) hay que añadirle la volatilización (7 kgN/ha) y la desnitrificación (0,5 kgN/ha), obteniéndose un balance bruto de nitrógeno de 29,2 kgN/ha, valor inferior a los 39 kgN/ha que arrojan estos indicadores para el año 2000 en España.

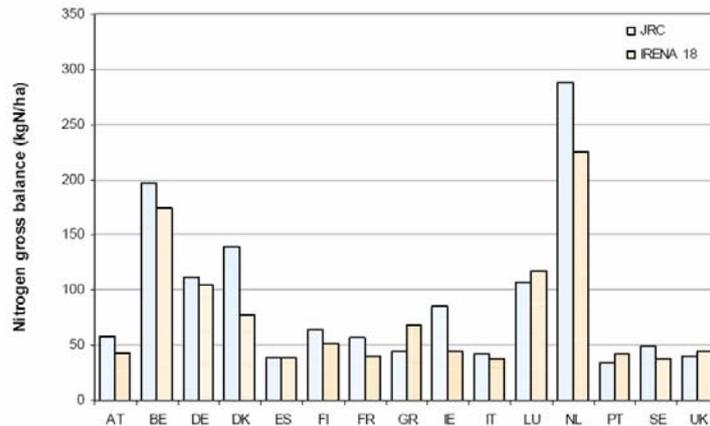


Figure 4.15 Average gross nitrogen balance per agricultural area for EU15 countries, according to this study (blue) and to IRENA 18 estimation (orange).

Figura 48. Balance bruto de nitrógeno en KgN/ha agrícola en la EU-15 comparado con el indicador IRENA (JRC, 2007b).

Por otra parte y dado que la cabaña ganadera estimada para España en EUROSTAT (EUROSTAT, 2007), en la base de datos de estructura ganadera, denominada Farm Structure Survey (FSS), se cifra en 15 millones UGM frente a las cifras de 2004 de 9 millones UGM, el estudio del JRC (JRC, 2007b) y el indicador IRENA 18 (EEA, 2005a) sobreestiman los aportes de nitrógeno procedentes de la ganadería en un 67%, de forma que si en lugar de considerar los 17,9 kgN/ha de origen ganadero se considera este aspecto, los aportes ganaderos son de 29,8 kgN/ha, los que supone un incremento en el balance bruto de 11,9 kgN/ha, que sumado a la cifra anterior de 29,2 kgN/ha, se obtiene 41,1 kgN/ha cifra muy similar a la de estos estudios a nivel europeo.

Como conclusión, el balance de nitrógeno disponible en el suelo y susceptible de ser arrastrado por el agua, tanto a ríos como a acuíferos, es de 21,7 kgN/ha, cifra consistente con los valores que se manejan a nivel europeo de balance bruto de nitrógeno para España de 39 kgN/ha, si se tiene en cuenta la volatilización y desnitrificación, y la diferencia entre las cifras de la cabaña ganadera para España utilizada a nivel europeo en EUROSTAT.

El exceso de nitrógeno municipal se ha georeferenciado mediante el empleo del mapa de usos de suelo, Corine Land Cover del año 2000 (figura siguiente), al objeto de ubicar más detalladamente dentro del municipio las áreas concretas donde se produce el exceso de nitrógeno.



Figura 49. Mapa de usos de suelo de España, Corine Land Cover 2000.

Para ello se han seleccionado entre los diferentes tipos de usos de suelo, los tipos de superficies asociados a las actividades agrícolas o ganaderas, considerando las zonas de agricultura de regadío, de secano y de cultivos mixtos, las zonas de pastizales, las áreas boscosas, las áreas arbustivas y las zonas de escasa vegetación.

Las zonas de regadío del mapa de usos de suelo del año 2000 totalizan 3,67 millones de hectáreas, valor aproximado 3,44 millones de hectáreas referidos en el Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 2000), mientras que la superficie de usos de secano asciende a 15,47 millones de hectáreas.

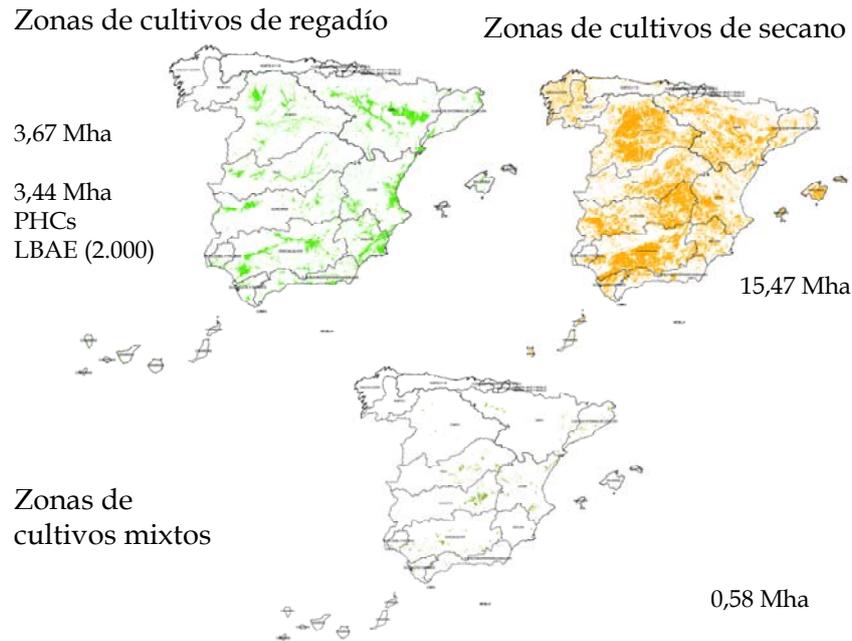


Figura 50. Principales agrupaciones de usos de suelos obtenidas a partir de mapa Corine Land Cover 2000. Usos de agricultura de regadío, de secano y cultivos mixtos.

Respecto a las zonas de pastizales la superficie del mapa de usos de suelo corresponde a 5,55 millones de hectáreas, mientras que las áreas boscosas se sitúan en 9,29 millones de hectáreas.

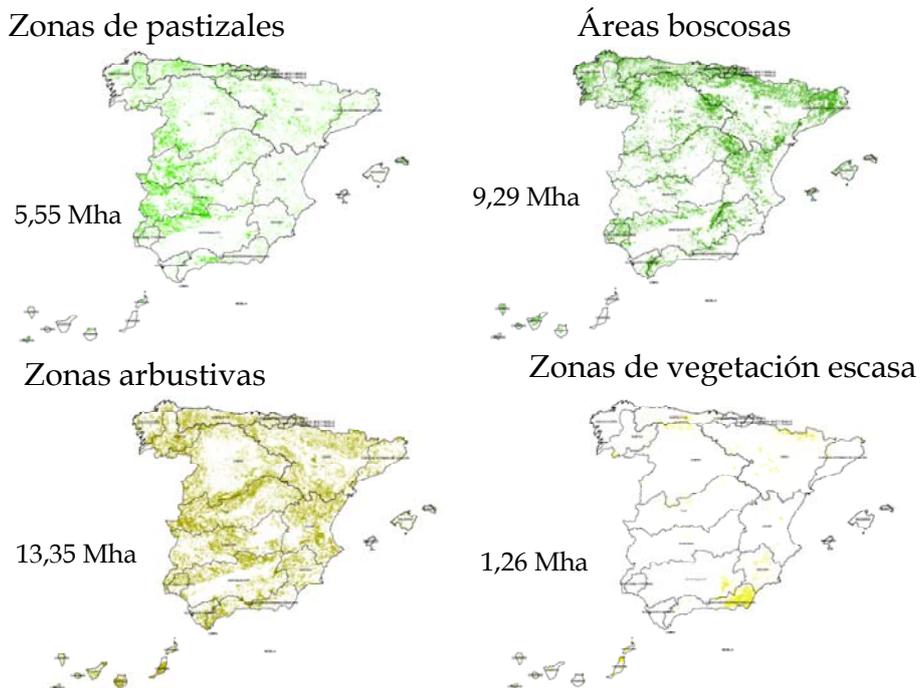


Figura 51. Principales agrupaciones de usos de suelos obtenidas a partir de mapa Corine Land Cover 2000. Usos de pastizales, áreas boscosas, áreas arbustivas y zonas de vegetación escasa.

El exceso de nitrógeno del municipio se distribuye dentro del mismo con el mapa de usos del suelo, lo que ha permitido determina la situación exacta del exceso de nitrógeno dentro del municipio.

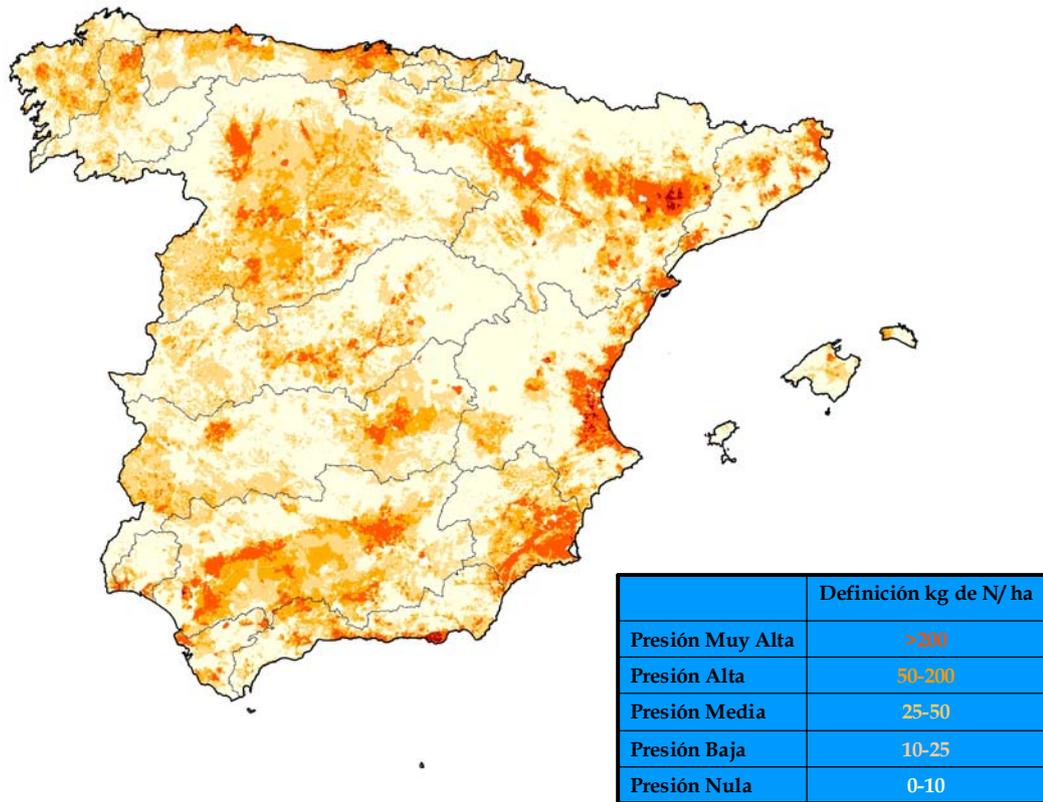


Figura 52. Georeferenciación del exceso de nitrógeno dentro del municipio con el cruce con el Corine Land Cover del año 2000.

La georeferenciación de detalle del balance de nitrógeno municipal y el cruce con las masas de agua subterráneas, permite tener una primera aproximación de la presión a de las masas de agua subterráneas.

5.2.1.2 Reconstrucción histórica del balance de nitrógeno.

Con el fin de analizar la evolución histórica del balance de nitrógeno, exceso de nitrógeno, y poder interpretar las tendencias futuras, se realizó la reconstrucción para los últimos años del exceso de nitrógeno, a partir de los censos provinciales, que refleja que el exceso anual de nitrógeno varía entre las 800.000 y 1.000.000 tn/año, según las condiciones de producción agrícola o el empleo de fertilizantes.

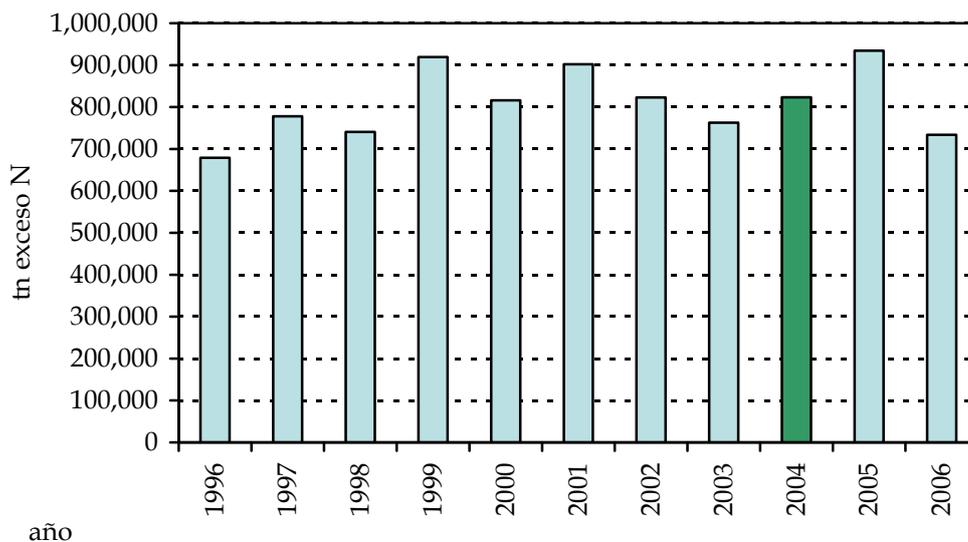


Figura 53. Reconstrucción histórica del exceso de nitrógeno (tn de nitrógeno/año).

Lo que supone que el exceso de nitrógeno medio que varía entre los 15 y 25 kg de N/ha de superficie de cultivos.

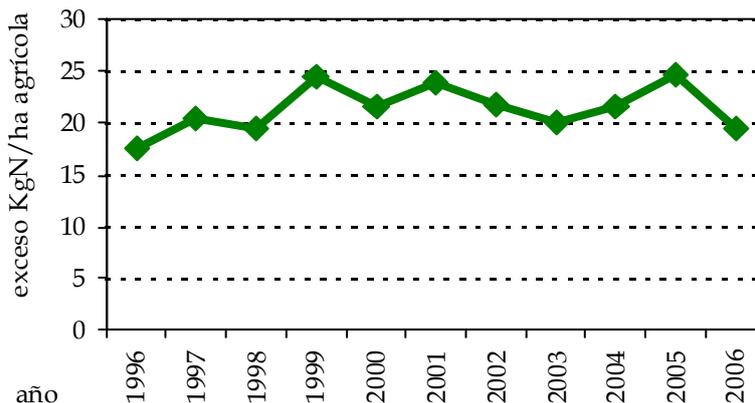


Figura 54. Exceso de nitrógeno medio (kgN/ha de cultivo).

A partir de los valores de exceso de nitrógeno del periodo 1996-2006, se ha reconstruido la serie temporal de exceso de nitrógeno desde el año 1971 hasta la actualidad. Para la reconstrucción se ha tenido en cuenta que el consumo de fertilizantes en España ha aumentando fundamentalmente desde la mitad de

los años 60 hasta las décadas de los años 80-90, pero concretamente el consumo de fertilizantes nitrogenados alcanza una estabilización a mediados de los años 80, según datos de la Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (International Fertilizer Industry Association) (IFA, 2005).

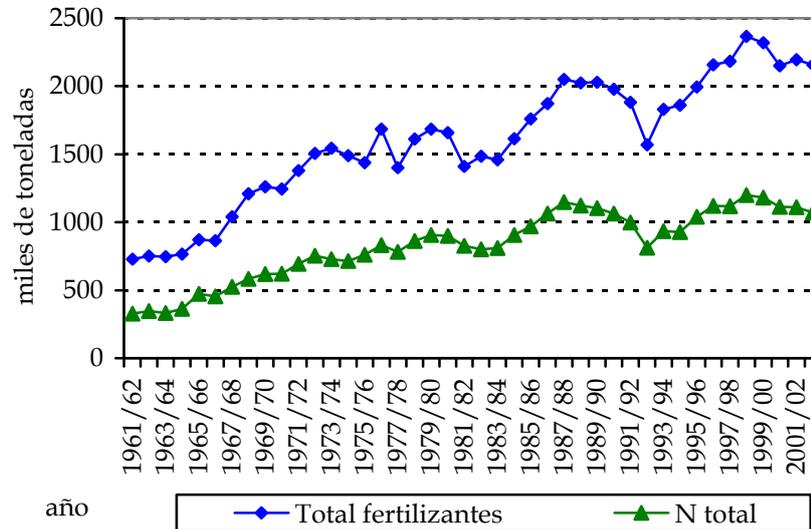


Figura 55. Evolución del consumo de fertilizantes en España (IFA, 2005).

Atendiendo a los datos históricos de crecimiento para España, las hipótesis establecidas son las siguientes:

- Entre el año 1971 y 1975 se considera que el exceso de nitrógeno podría representar un 80% al correspondiente al año 1996.
- Entre el año 1976 y 1979 se considera que el exceso de nitrógeno podría representar un 85% al correspondiente al año 1996.
- Entre el año 1980 y 1984 se considera que el exceso de nitrógeno podría representar un 90% al correspondiente al año 1996.
- Entre el año 1985 y 1990 se considera que el exceso de nitrógeno podría representar un 95% al correspondiente al año 1996.
- Finalmente, desde el año 1991 se establece que el exceso de nitrógeno sea igual al del año 1996.

5.2.2 Simulación de transporte de nitrato en el ciclo hidrológico

El módulo de simulación “Patrical” (Precipitación Aportación en Tramos de Red Integrados con Calidad del Agua) permite construir modelos del ciclo hidrológico y calidad de las aguas distribuidos espacialmente, con paso de tiempo de simulación mensual.

Los modelos que se construyan realizan la simulación del ciclo hidrológico, en régimen natural o en régimen alterado, por la actividad antrópica, aplicando la formulación de Témez (1977) en cada pequeño elemento (p.e. resolución de 1 km x 1 km) en que discretiza la cuenca hidrográfica, incluyendo la menor posibilidad de evapotranspiración de la vegetación con contenidos bajos de humedad en el suelo, las transferencias laterales entre acuíferos, el movimiento del agua a través de la red fluvial, las relaciones río-acuífero (incluyendo la posibilidad de pérdidas en cauces), y la evolución de la piezometría media de los acuíferos.

El módulo “Patrical” puede funcionar, como se ha indicado, en régimen natural o en régimen alterado antrópicamente. En este último caso incluye la evolución temporal y distribución espacial de los retornos de riego que recargan los acuíferos, y las extracciones de aguas subterráneas (agrícolas y urbanas), y adicionalmente, para el caso de simulación de la calidad del agua, también los retornos de riego superficiales y los retornos urbanos superficiales. Debe tenerse en cuenta que el modelo reproduce el ciclo hidrológico natural y parte del ciclo hidrológico alterado, ya que no incluye la gestión de embalses ni las modificaciones que se producen en el régimen de caudales por los mismos.

La comparación entre los caudales circulantes y niveles piezométricos en régimen natural y en régimen alterado, cuando se consideran los bombeos y las recargas de riego al acuífero, se obtienen las modificaciones que se producen en la parte subterránea del ciclo hidrológico y cómo afectan estas modificaciones a los caudales superficiales. Estos resultados permiten: mejorar el conocimiento de los flujos de agua que se producen en el ciclo hidrológico, reconstruir el régimen natural de aportaciones, conocer las interconexiones del subsistema subterráneo y superficial, obtener los efectos que se producen en los caudales circulantes en los ríos, etc... Además, los resultados pueden enlazarse con modelos de simulación de la gestión, en el caso de que estos modelos, para mayor sencillez de los mismos, no hayan considerado estas afecciones (Figura 56).

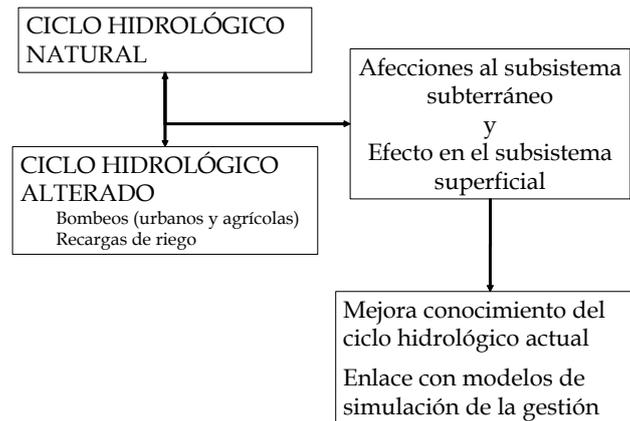


Figura 56. Régimen natural y régimen alterado en la componente subterránea y evaluación de afecciones.

En el caso de la utilización de los modelos construidos para la simulación de la calidad del agua y del transporte de sustancias químicas, se incluyen los retornos superficiales urbanos y agrícolas, ya que de esta forma el resultado obtenido se aproxima en mayor medida al régimen de caudales histórico del que se disponen muestreos de los diferentes parámetros de calidad del agua. Los resultados de concentraciones químicas de las sustancias en el agua, permiten conocer el estado químico del agua y cómo los diferentes aportes de sustancias químicas, ya sean de origen antrópico o de origen natural, alcanzan la red fluvial y los acuíferos. El modelo permite conocer a partir de la información de las diferentes fuentes de contaminación o de aportes naturales distribuidos espacialmente en la cuenca hidrográfica, ya sean puntuales o difusos, cómo se transportan las sustancias químicas por la cuenca hidrográfica, y cómo alcanzan las masas de agua superficiales y subterráneas.

Los resultados de calidad del agua obtenidos con el modelo de simulación tienen las siguientes utilidades (Figura 57):

- 1) Conocer el estado químico de los parámetros modelados, nitratos y conductividad eléctrica del agua, de todas las masas de agua de la cuenca hidrográfica, tengan datos históricos muestreados o no, y de esta forma detectar las zonas con valores elevados o normales.
- 2) Esclarecer cuáles son los agentes causantes, o el origen, del estado químico de las masas de agua.
- 3) Conocer la evolución histórica de los diferentes parámetros químicos modelados, detectando zonas con tendencia a tener mayores o menores concentraciones de estas sustancias.
- 4) Plantear medidas correctoras para mejorar el estado químico, y evaluar cuantitativamente la eficacia de esas medidas.

- 5) Obtener series históricas de caudales y de los diferentes parámetros de calidad.
- 6) Conocer los niveles de fondo, es decir la concentración de sustancias químicas de origen natural, mediante la simulación sin afecciones de tipo antrópico.

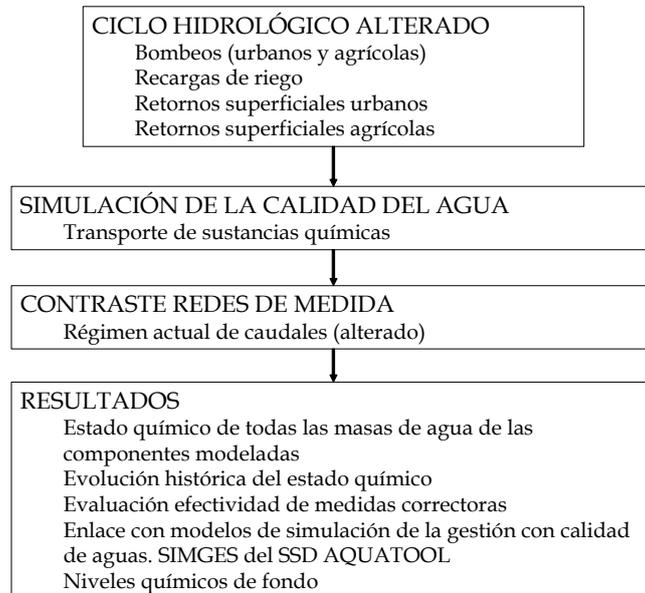


Figura 57. Metodología para la simulación de la calidad del agua, resultados y aplicaciones.

La simulación de la calidad del agua incluye: el transporte de nitrógeno, en su forma movilizable "nitrato"; la generación de erosión y el transporte de sólidos; el transporte de fósforo, y la conductividad eléctrica del agua a 25 °C. Para estos parámetros se consideran, tanto los focos de contaminación o generación puntual, como los difusos.

5.2.2.1 Módulo hidrológico

La aplicación del módulo desarrollado se realiza mediante la discretización de la cuenca hidrográfica en celdas de pequeño tamaño (p.e. 1 km x 1 km, aunque puede variarse esta configuración en función del tamaño de la cuenca, de la capacidad de procesamiento de los equipos informáticos y del tiempo de cálculo de la simulación), donde se ajusta, en función de las características fisiográficas propias de cada una de ellas un modelo conceptual de pocos parámetros, el modelo de Témez (1977), que está basado a su vez en el modelo del Número de Curva del Soil Conservation Service (SCS, 1954).

La cuenca que se modela se divide en dos capas o zonas en vertical (Figura 58): una zona superior, formada por la superficie del terreno y discretizada en celdas; y una zona inferior, formada por los acuíferos que, de forma agregada, reciben agua de las celdas superiores. Estas zonas se caracterizan porque:

- La zona superior representa la superficie del terreno hasta donde alcanza la capacidad de extracción de agua de la vegetación, y se corresponde con la parte de la zona no saturada, donde en sus poros coexisten el agua y el aire, y su contenido de agua es asimilable a la humedad del suelo.
- La zona inferior, o acuífero, representa los almacenamientos de agua subterránea que se producen en la cuenca, se encuentra saturada y las salidas de agua que se producen de la misma son: el desagüe a la red de drenaje superficial, las salidas directas al mar y las transferencias laterales entre acuíferos.

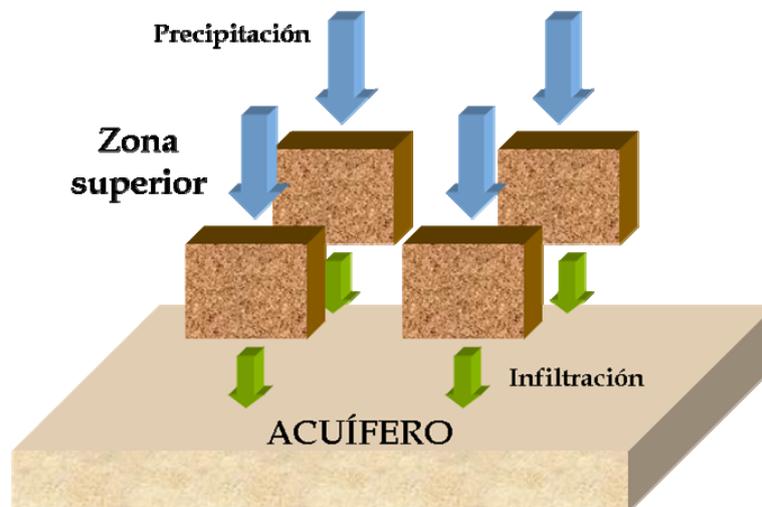


Figura 58. Modelación del ciclo en dos capas, zona superficial y zona profunda o acuífero.

El modelo es de tipo conceptual, de paso de tiempo mensual, y reproduce los principales flujos y almacenamientos de agua del ciclo hidrológico en cada una de las celdas en que se ha discretizado la cuenca, preservando en todo momento el principio de continuidad o de conservación de la masa. La Figura 59 describe las componentes del modelo, donde los rectángulos representan

almacenamientos, las elipses flujos de agua, y los rectángulos con bordes suavizados son las variables de entrada al modelo.

Los datos iniciales necesarios para el posterior funcionamiento del modelo de simulación son los valores de lluvia total mensual y de temperatura diaria media mensual, procedentes de las estaciones meteorológicas, con los cuales se calcula por interpolación los mapas mensuales de lluvia y temperatura, del que se derivan los mapas de evapotranspiración potencial mensual. Los mapas mensuales de precipitación y de evaporatransporación potencial son la información de partida para el modelo de simulación y se calcula: en primer lugar, la porción de lluvia líquida que cae en cada celda, manteniéndose el resto en forma de nieve sobre la superficie de terreno; en segundo lugar, con dicho valor de lluvia líquida y con las características fisiográficas de la cuenca en cada celda mediante la formulación de Témez: el flujo de excedente generado, la evaporación real producida y el volumen en forma de humedad retenido por el terreno. El excedente, a su vez, se descompone en escorrentía superficial directa y en infiltración a los acuíferos, que interactúan entre sí y se transfieren agua en función de las diferencias de altura piezométrica que tengan. Finalmente, los acuíferos generan la escorrentía subterránea que se suma a la escorrentía superficial formando la escorrentía total, que se acumula a través de la red de drenaje de la cuenca y permite conocer el volumen de agua en cada tramo de la red de drenaje, del que se calcula la reinfiltración a los acuíferos y se obtiene la escorrentía en los cauces.

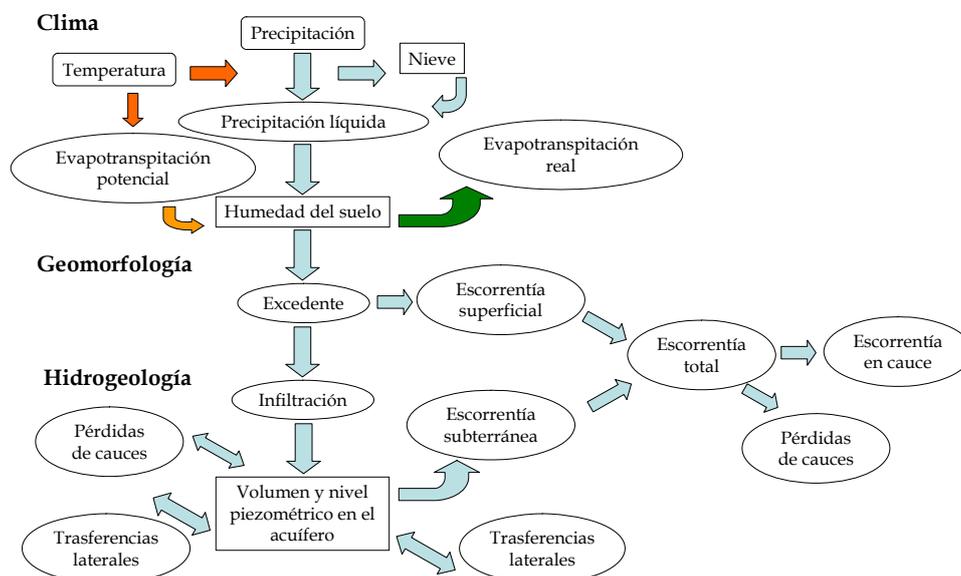


Figura 59. Esquema de flujo del modelo conceptual del ciclo hidrológico Patricial.

El modelo lluvia-escorrentía utiliza los registros históricos de información de la lluvia total mensual y los registros históricos de las temperaturas diarias medias del mes, con los que mediante interpolación, los mapas de lluvia mensual distribuida y de temperatura media distribuida, los cuales se introducen como datos en el modelo de simulación para reproducir el ciclo hidrológico, que obtiene, como resultados, los mapas de aportación generada en cada punto de la cuenca. Con los resultados de aportación generada en cada celda se calculan,

mediante su desplazamiento a través de la red de drenaje, las aportaciones en cada punto de la red fluvial y las pérdidas en cauces. Finalmente de cada acuífero se obtienen los volúmenes de agua almacenados, transferidos, salidas al mar, y niveles piezométricos.

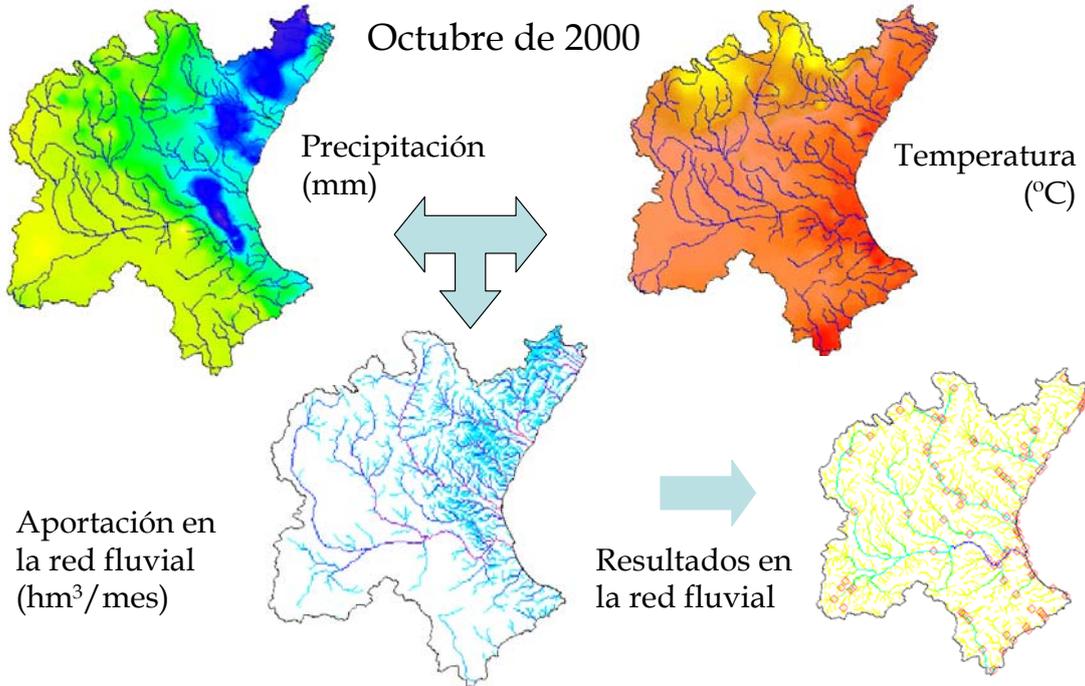


Figura 60. Precipitación temperatura y aportación en la red fluvial en octubre de 2000.

El modelo de simulación permite conocer los flujos y almacenamientos de agua que se producen en la cuenca tanto en régimen natural como en régimen alterado.

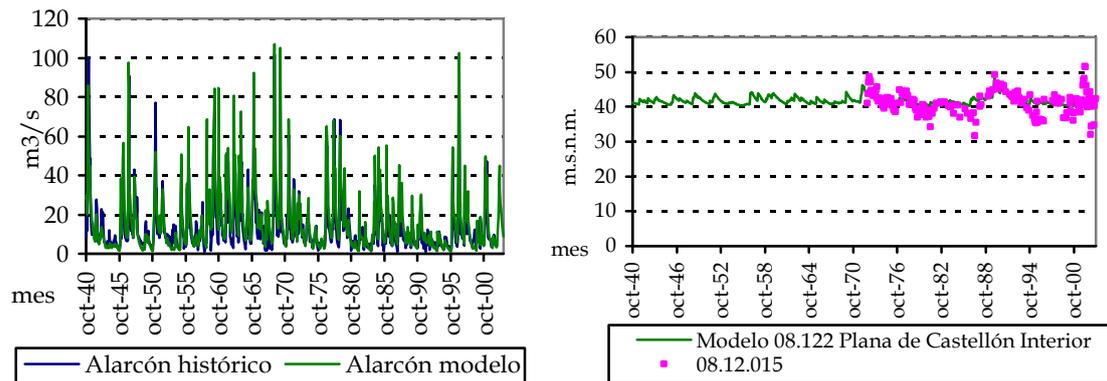


Figura 61. Caudales mensuales en régimen natural al embalse de Alarcón (m³/s), y niveles piezométricos en la Plana de Castellón (m.s.n.m.). Contraste entre el modelo y los datos históricos.

5.2.2.2 Módulo de calidad del agua

La variabilidad temporal de los recursos hídricos y la evolución histórica de los usos de agua y de los focos de contaminación, son determinantes para la situación físico-química de las masas de agua, tanto en la actualidad como en su evolución futura, por lo que es necesario utilizar modelos de simulación que incluyan estos efectos. Presiones antrópicas iguales en el medio pueden provocar impactos muy diferentes dependiendo de si la cuenca hidrográfica está en situación de sequía o no, de esta forma para obtener una evaluación cuantitativa de los efectos de las presiones ejercidas por la actividad humana en las masas de agua, es necesario utilizar un modelo de simulación que tenga en consideración los caudales circulantes y su variabilidad temporal, ya que la situación físico-química de las masas de agua depende fuertemente de la situación hidrológica de la cuenca y de su evolución histórica reciente.

El módulo desarrollado permite construir modelos de simulación mensual mediante los cuales se obtienen las concentraciones, en cada periodo de tiempo, de determinadas sustancias químicas en los caudales circulantes y en los acuíferos, y de esta forma poder contrastar los resultados con las redes de medida existentes.

La obtención de los resultados en todos los puntos de la cuenca hidrográfica y su contraste con las redes de medida permite identificar, con mayor detalle para los compuestos químicos analizados, las zonas de mayor problema en la cuenca, la situación en el resto de masas de agua, la tendencia producida en los últimos años, las interrelaciones existentes entre unos puntos de la cuenca y otros, los principales agentes generadores de ese impacto, y también la calidad de los datos muestreados disponibles.

Una vez conocidos y validados los resultados obtenidos con el modelo de simulación, podrán definirse los escenarios futuros de la presión humana y de los focos de contaminación, y cuantificar los efectos que producirán en el medio. De igual forma, podrán cuantificarse los efectos que producirán las medidas que tengan por objeto la reducción de los focos de contaminación.

Al módulo de simulación hidrológica se le han incorporado diferentes módulos de simulación del transporte de elementos químicos por las diferentes zonas de la cuenca hidrográfica. Este transporte se produce a través de los flujos de agua obtenidos con la simulación hidrológica. Los módulos desarrollados son: transporte de nitrógeno en su forma movilizable, nitrato, el transporte de sales, utilizando como variable representativa la conductividad eléctrica del agua a 25 °C, y el transporte de fósforo.

Estas sustancias químicas tienen origen antrópico y origen natural, por lo que su introducción en el modelo de simulación se realiza de diferentes formas. Los nitratos proceden principalmente del uso de fertilizantes en la agricultura y de los vertidos de las aguas residuales urbanas. Cuando su origen es agrícola y ganadero, es el principal foco de contaminación difusa, y su modelación se realiza a partir del exceso de nitrógeno que se produce por la fertilización

orgánica e inorgánica de las zonas agrícolas, o por el exceso de nitrógeno que se produce en las zonas ganaderas y de pastoreo.

Para simular el transporte de sustancias químicas en la cuenca hidrográfica se definen tres zonas en la cuenca hidrográfica (Figura 62): la zona superficial del suelo, donde existe agua en forma de humedad del suelo y las sustancias químicas pueden ser arrastradas por la escorrentía superficial o por la infiltración al acuífero; el medio no saturado, formado por la porción de terreno desde el acuífero hasta donde alcanza la zona radicular de la vegetación y que varía a lo largo de la simulación en función del nivel piezométrico que exista en el acuífero; y el acuífero, medio saturado donde se ha considerado que se produce el mezclado total del agua. Esta definición atiende a los diferentes puntos donde se pueden depositar y acumular las sustancias químicas.

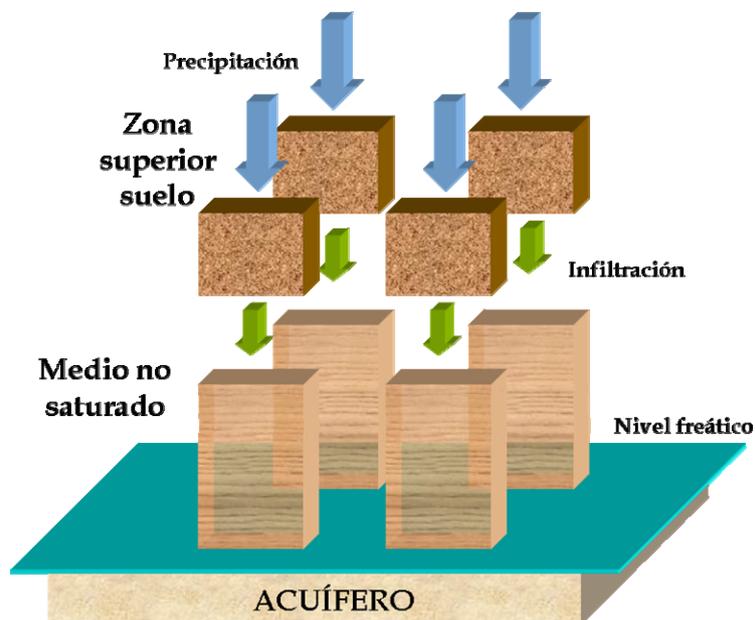


Figura 62. División del terreno para la simulación de la calidad química del agua.

5.2.2.2.1 Modelación de los nitratos

Uno de los problemas más importantes de las cuencas españolas es la contaminación por nitratos, la cual se produce fundamentalmente: por la aplicación de fertilizantes en la agricultura; por la generación de estiércoles en la ganadería; y por los vertidos procedentes de las áreas urbanas. Estas fuentes de contaminación, difusas y puntuales, generan importantes aumentos en el contenido de nitrato en el agua subterránea y en el agua superficial, que en algunos casos impide la utilización del agua para algunos usos concretos.

Los aportes de nitrógeno requieren un tratamiento diferenciado según el origen que tenga el mismo. En el caso de los aportes debidos a los vertidos urbanos, el nitrógeno se encuentra en forma de nitrato y es transportado directamente por la escorrentía superficial de forma que su modelación únicamente requiere de su acumulación en la red fluvial. Diferente tratamiento requieren los aportes de nitrógeno en la agricultura y ganadería, ya que éstos se encuentran depositados en la zona superficial del suelo y es movilizado únicamente en forma de nitrato por los arrastres e infiltraciones generados por la lluvia y por los retornos de riego, ya sean superficiales o en forma de recarga al acuífero. Por este motivo es necesario modelar el balance de nitrato en el suelo y su movimiento a través del medio no saturado, de los acuíferos, de la descarga por manantiales y de su movimiento a través de la red fluvial.

Existen diversos modelos que reproducen el ciclo del nitrógeno en el suelo y que determinan la cantidad de nitrógeno, en forma de nitrato NO_3^- , que lixivia del suelo. Sin embargo, actualmente no existe ningún modelo para grandes cuencas hidrográficas que reproduzca el transporte del nitrato por las masas de agua y que permita determinar cuál es la concentración de nitrato generada por la agricultura, la ganadería u otras fuentes de contaminación.

Por ese motivo se desarrolló un módulo de simulación simplificado que reproduce el transporte de nitrato en el suelo, en el medio no saturado, en los acuíferos y en las masas de agua superficiales. Este módulo se describe en los epígrafes siguientes.

5.2.2.2.1.1 Formulación del modelo

El modelo desarrollado incorpora como aportes antrópicos de nitrógeno, en su forma movilizable (nitrato): los generados por los vertidos urbanos (fuentes de contaminación puntual), y los generados por la agricultura, ganadería, etc... (fuentes de contaminación difusa).

El exceso de nitrógeno que se produce cada año en la zona más superficial del suelo procede fundamentalmente de la agricultura y la ganadería, pero también de la deposición atmosférica o la fijación biológica. El exceso de nitrógeno es la cantidad de nitrógeno que no es aprovechada por la vegetación o que no se volatiliza, etc..., y que por lo tanto es potencialmente movilizable por el agua.

Existen diferentes formas y modelos que permiten determinar el nitrato que es arrastrado por el agua en el suelo, el lixiviado, o que potencialmente puede ser movilizado, como los modelos que plantean el balance del nitrógeno en el suelo y que determinan el exceso de nitrógeno que se produce en el suelo.

El modelo de desarrollado realiza la simulación del movimiento del nitrato, por lo que para este modelo la cantidad de nitrato que se genera cada año es un dato de partida para la simulación.

A partir del exceso de nitrógeno (o de nitrato) que se genera cada año, se obtiene el excedente en cada mes $N_{exec_{ij,t}}$ mediante la aplicación de una distribución mensual. Estos valores son los datos de partida con los que se inicia la simulación del movimiento del nitrato a través de la cuenca hidrográfica.

En primer lugar, el exceso de nitrógeno debe expresarse en forma de nitrato, ya que ésta es la forma movilizable del nitrógeno en el suelo, para lo cual y considerando que el peso molecular del nitrógeno es 14 mg/mol y el peso molecular del oxígeno es 16 mg/mol, se obtiene que cada molécula de nitrato NO_3^- pesa 4,43 veces más que el nitrógeno. Estas aclaraciones son importantes porque en determinadas ocasiones se producen errores en la interpretación de la información, ya que el nitrato puede expresarse tanto en miligramos del átomo nitrógeno o en miligramos de la molécula nitrato.

El nitrato (denominado N en las ecuaciones) retenido en la zona superficial del suelo se obtiene por balance del existente anteriormente $N_{suel_{ij,t-1}}$, más el exceso de nitrógeno generado en ese mes $N_{exec_{ij,t}}$, menos el nitrato que sale del suelo en ese mes $N_{sal_{ij,t}}$, ya sea arrastrado por la escorrentía superficial o infiltrándose al acuífero.

$$N_{suel_{ij,t}} = (N_{suel_{ij,t-1}} + N_{exec_{ij,t}} - N_{sal_{ij,t}}) \cdot e^{-k_{desn}} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$N_{suel_{ij,t}}$, es el contenido de nitrato en el suelo (kg NO_3^- /ha) en la celda "ij" en el mes "t".

$N_{exec_{ij,t}}$, es el exceso de nitrato generado en la superficie del terreno en el mes (kg NO_3^- /ha) en la celda "ij" en el mes "t".

k_{desn} , es la constante de desnitrificación por larga estancia del nitrato en el suelo.

$N_{sal_{ij,t}}$, es el nitrato arrastrado por el agua en el mes "t", superficial y subterráneo, y se obtiene mediante la expresión:

$$N_{sal_{ij,t}} = (N_{suel_{ij,t-1}} + N_{exec_{ij,t}}) \cdot \left(1 - e^{\left(-k_{ss} \cdot \frac{(Hidro_{ij,t})}{H_{max_{ij}}} \right)} \right) \quad (\text{Ec. 3})$$

Siendo:

k_{ss} , es el coeficiente de velocidad de paso del nitrato en el suelo o de eficiencia de lavado.

$Hidro_{ij,t}$, es el excedente hidrológico (mm) en la celda "ij" en el mes "t", correspondiente a la escorrentía superficial y a la infiltración en régimen natural, y en régimen alterado deben sumarse los retornos y recargas de agua producidos por la agricultura, ya que éstos favorecen el lavado del suelo.

$H max_{ij}$, es la máxima capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (mm)

La formulación definida atiende al mayor lavado del nitrato que se produce cuando el agua que atraviesa el suelo es mayor, y está gobernada por la relación entre el agua circulante $Hidro_{ij,t}$ y la máxima capacidad de retención de agua en el suelo $H max_{ij}$, ya que en suelos donde hay más capacidad de retener agua el nitrógeno retenido es mayor. Otros modelos de simulación de mayor grado de detalle utilizan formulaciones similares, como el modelo NLEAP (Nitrate Leaching and Economic Package, Shaffer et al., 1991) o el modelo GLEAMS (Knisel, 1993).

El modelo NLEAP utiliza para obtener el nitrato lixiviado la expresión:

$$NL = NAL \cdot \left(1 - e^{\left(\frac{-k \cdot LI}{POR} \right)} \right) \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

NL : es el nitrato lixiviado.

NAL : es el exceso de nitrógeno tras el balance de entradas y salidas.

K : es la eficiencia de lavado del suelo (0 - 1,2).

LI : es el excedente generado por la lluvia (mm).

POR : es la capacidad de retención de agua por el suelo (mm).

Mientras que el modelo GLEAMS utiliza una expresión muy similar:

$$NL = N_{ss} \cdot \left(1 - e^{\left(\frac{F-ABS}{POR} \right)} \right) \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

N_{ss} : es el nitrógeno disponible en el suelo (kg/ha).

F : es la parte infiltrada, obtenida como la lluvia más el riego menos la escorrentía.

ABS : es el hueco libre en el suelo, es decir, la capacidad de retención de agua en el suelo menos la humedad existente.

La constante de desnitrificación por larga estancia del nitrógeno en el suelo k_{ss} , reproduce aquellas situaciones en las que el nitrógeno se encuentra almacenado en el suelo sin que se produzcan lluvias o riegos, por lo que con el transcurso de los meses el contenido de nitrógeno en el mismo se va reduciendo por desnitrificación. Debe tenerse en cuenta que en el cálculo del exceso de nitrógeno ya se había considerado la desnitrificación a corto plazo, por lo que este concepto se corresponde a estancias de varios meses o años del nitrógeno en el suelo.

Para obtener la concentración de nitratos que tiene el suelo debe dividirse el contenido de nitratos en el suelo ($\text{kg NO}_3^-/\text{ha}$) por el contenido de humedad del suelo (mm), mediante la siguiente expresión:

$$CN_{suel_{ij,t}} = 100 \cdot \frac{Nsuel_{ij,t}}{H_{ij,t}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

$CN_{suel_{ij,t}}$, es la concentración de nitrato en la celda "ij" en el mes "t", (mg/l).

$Nsuel_{ij,t}$, es el contenido de nitrato en el suelo en la celda "ij" en el mes "t" (kg/ha).

$H_{ij,t}$, es la humedad del suelo en la celda "ij" en el mes "t" (mm).

El nitrato que es movilizado del suelo es arrastrado por la escorrentía superficial o se infiltra al acuífero con la misma concentración de nitratos en ambos casos, por lo que las expresiones quedan de la siguiente forma:

$$Nesc_{ij,t} = Nsal_{ij,t} \cdot \frac{Hidro\ sup_{ij,t}}{Hidro_{ij,t}} \quad (\text{Ec. 7})$$

$$Ninf_{ij,t} = Nsal_{ij,t} \cdot \frac{Hidro\ inf_{ij,t}}{Hidro_{ij,t}} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

$Nesc_{ij,t}$, es el nitrato arrastrado ($\text{kg NO}_3^-/\text{ha}$) por el agua de escorrentía superficial de la celda "ij" en el mes "t".

$Ninf_{ij,t}$, es el nitrato arrastrado ($\text{kg NO}_3^-/\text{ha}$) por el agua que percola en la celda "ij" en el mes "t".

$Hidro\ sup_{ij,t}$, es la escorrentía superficial (mm) de la celda "ij" en el mes "t", compuesta por la escorrentía de lluvia y los retornos agrícolas superficiales.

$Hidro\ inf_{ij,t}$, es el agua que percola (mm) en la celda "ij" en el mes "t", compuesta por la infiltración de lluvia y las infiltraciones de agua por riegos.

$Hidro_{ij,t}$, es el agua que sale (mm) de la celda “ij” en el mes “t”, compuesta por la infiltración total $Hidroinf_{ij,t}$ y la escorrentía superficial total $Hidrosup_{ij,t}$.

El nitrato que se infiltra alcanza lo que se ha denominado almacenamiento en medio no saturado, donde parte de él queda retenido y el resto viaja por este medio hasta alcanzar el nivel freático donde se encuentra el acuífero. El balance del nitrato retenido en el medio no saturado atiende a la siguiente expresión:

$$Nns_{ij,t} = Nns_{ij,t-1} + Ninf_{ij,t} - NsalNs_{ij,t} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

$Nns_{ij,t}$, es el contenido de nitrato (kg NO_3^- /ha) en medio no saturado en la celda ij en el mes t.

$NsalNs_{ij,t}$, es el contenido de nitrato (kg NO_3^- /ha) que sale del medio no saturado en la celda ij en el mes t, y que alcanza el acuífero. Se obtiene mediante la expresión:

$$NsalNs_{ij,t} = (Nns_{ij,t-1} + Ninf_{ij,t}) \cdot \left(1 - e^{\left(-k_{ns} \cdot \frac{Hidroinf_{ij,t} \cdot Imax_{ij}}{1 + dpiezo_{ij,t}} \right)} \right) \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

$Imax_{ij}$, es la máxima capacidad de infiltración (mm) de agua de la celda “ij”.

$dpiezo_{ij,t}$, es la distancia a la que se encuentra el nivel piezométrico de la superficie (mm) en la celda “ij” en el mes “t”.

k_{ns} , es el coeficiente de facilidad de paso del agua a través del medio no saturado (mm^{-1}).

La expresión anterior atiende a que una mayor capacidad de infiltración del terreno, $Imax_{ij}$ elevado, favorece el paso del nitrato por el mismo y por otra parte, que la profundidad a la que se encuentre el acuífero, es decir la distancia a recorrer en el medio no saturado, ralentiza la incorporación de nitrato en el acuífero y además incrementa la capacidad de almacenar nitrato en la zona no saturada. Además, subidas del nivel freático provocarán lavados de la zona no saturada, por lo que movilizarán grandes cantidades de nitrato en plazos reducidos de tiempo.

El acuífero se ha considerado como un medio totalmente dispersivo por lo que todo el nitrato que alcanza el acuífero se mezcla con el agua allí almacenada en su totalidad.

$$CNacu_{k,t} = \frac{Nacu_{k,t-1} + Nrec_{k,t} - Nsalacu_{k,t}}{V_{k,t}} \quad (\text{Ec. 11})$$

$CNacu_{k,t}$, es la concentración de nitrato ($mg NO_3^- / l$) en el acuífero “k” en el mes “t”.

$Nacu_{k,t-1}$, es el contenido de nitrato ($kg NO_3^-$) en el acuífero “k” en el mes anterior.

$Nrec_{k,t} = \sum_{\text{acuífero}_k}^{i,j} NsalNs_{ij,t}$, es la suma del nitrato infiltrado al acuífero ($kgNO_3$) por el agua que percola en las celdas “ij” en el mes “t”, situadas sobre el acuífero “k”.

$Nsalacu_{k,t}$, son las salidas de nitrato ($kg NO_3^-$) del acuífero “k” en el mes “t” a la red superficial.

$v_{k,t}$, volumen de agua almacenado en el acuífero “k” en el mes “t”.

El nitrato que sale de los acuíferos va unido a la escorrentía subterránea, de forma que descarga por las zonas de drenaje de cada acuífero. Una vez en la red superficial se une al nitrato arrastrado por la escorrentía superficial y el procedente de los vertidos superficiales, formando el contenido total de nitrato en la red superficial.

$$Ntotal_{ij,t} = Nsalacu_{ij,t} + Nesc_{ij,t} + Nvert_{ij,t} \quad (\text{Ec. 12})$$

$Nsalacu_{ij,t}$, nitrato procedente de la descarga de los acuíferos sobre la superficie del terreno ($kg NO_3^-$) en la celda “ij” en el mes “t”.

$Nesc_{ij,t}$, nitrato arrastrado por la escorrentía superficial ($kg NO_3^-$) en la celda “ij” en el mes “t”.

$Nvert_{ij,t}$, nitrato procedente del vertido de aguas urbanas ($kg NO_3^-$) en la celda “ij” en el mes “t”.

El nitrato total se acumula en la red de drenaje mediante el modelo digital de elevaciones, de forma que puede obtenerse, al dividir por la aportación, la concentración de nitrato mensual en toda la red fluvial.

$$CNred_{ij,t} = \frac{Ntotal_{ij,t}^{acum}}{ApoRed_{ij,t}} \quad (\text{Ec. 13})$$

$CNred_{ij,t}$, concentración de nitrato ($mg NO_3^- / l$) en la red fluvial “ij” en el mes “t”.

$Ntotal_{ij,t}^{acum}$, nitrato acumulado ($kg NO_3^-$) en la red fluvial en la celda “ij” en el mes “t”.

$ApoRed_{ij,t}$, aportación en régimen alterado en la red fluvial “ij” en el mes “t”.

5.2.2.2.1.2 Parámetros del modelo

Se han calibrado los tres parámetros del modelo de calidad para el transporte de nitrato a través de la cuenca hidrográfica, obteniéndose para cada uno de ellos los valores de la Tabla 24:

	Valores calibrados (aplicación CHJ)	Valores calibrados (aplicación España)
k_{desn}	0,02	0,10
k_{ss}	2,0	3,0
k_{ns}	0,06	2,0

Tabla 24. Valores de los parámetros para la simulación del transporte de nitratos.

- k_{desn} , la constante de desnitrificación por larga estancia del nitrato en el suelo.
- k_{ss} , el coeficiente de velocidad de paso del nitrato en el suelo o de eficiencia de lavado.
- k_{ns} , el coeficiente de facilidad de paso del agua a través del medio no saturado (mm^{-1}).

El valor de 0,02 en la constante de desnitrificación por larga estancia del nitrato en el suelo, implica que se produciría una reducción del contenido de nitrato en el suelo del 50% transcurridos 34 meses (Figura 63).

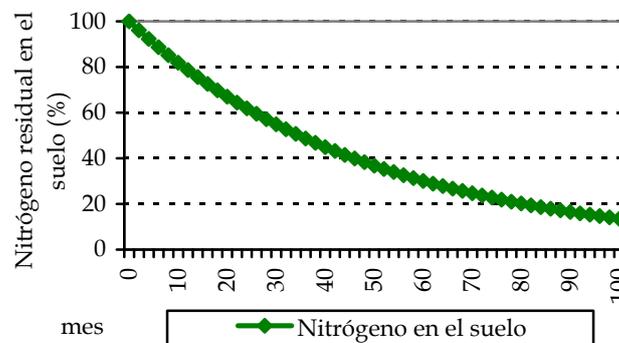


Figura 63. Reducción del contenido de nitrato en el suelo debido a la desnitrificación por larga estancia del nitrato en el suelo ($k_{desn}=0,02$).

El coeficiente de velocidad de paso del nitrato en el suelo o de eficiencia de lavado, determina la facilidad con que el nitrato del suelo es arrastrado por el agua y, además, la cantidad de nitrato que puede ser retenida por el suelo. Las curvas de arrastre definidas para $k_{ss}=2$ se muestran en la Figura 64. Para mayores capacidades de retención de agua en el suelo mayor es la capacidad de retener nitrato y, por tanto, mayor es la dificultad de que el nitrato sea arrastrado.

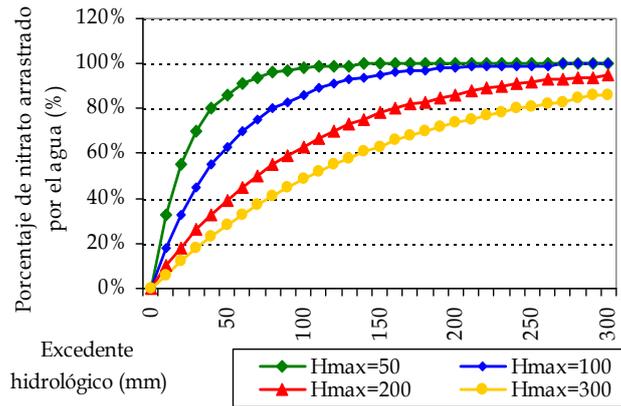


Figura 64. Porcentaje de nitrato del suelo arrastrado por el agua, en función de la cantidad de agua (excedente hidrológico en mm) y de la capacidad de retención de agua en el suelo (H_{max} en mm) ($k_{ss}=2$).

El tercer parámetro (k_{ns}), el coeficiente de facilidad de paso del agua a través del medio no saturado (mm^{-1}), es similar al anterior. Pero además, la cantidad de nitrato que es arrastrada por el agua que se infiltra hasta el acuífero, depende también del espesor del medio no saturado (Figura 65 y Figura 66). A medida que aumenta el espesor del medio no saturado mayor es la capacidad de retención de nitrato en el mismo y menor es el porcentaje de nitrato que es arrastrado.

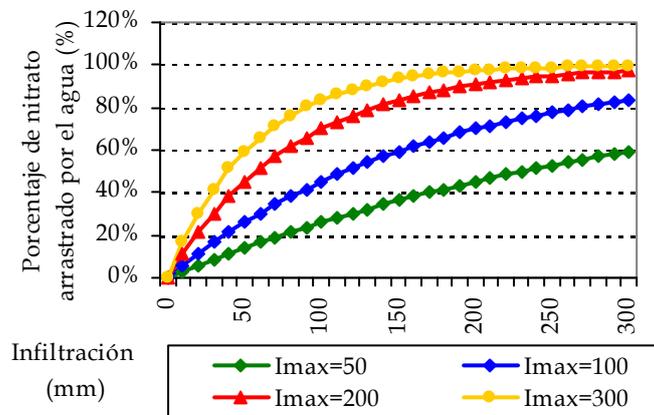


Figura 65. Porcentaje de nitrato del suelo arrastrado por el agua, en función del agua que se infiltra (mm) y de la capacidad de infiltración del agua en el terreno (I_{max} en mm) ($k_{ns}=0,06$ y espesor del medio no saturado = 1 m).

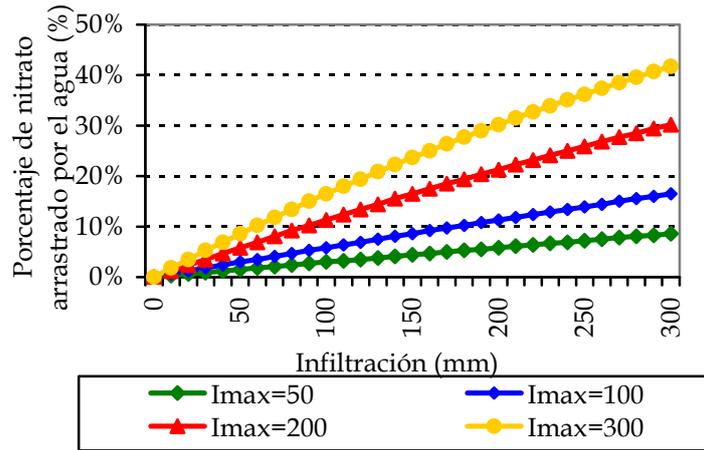


Figura 66. Porcentaje de nitrato del suelo arrastrado por el agua, en función del agua que se infiltra (mm) y de la capacidad de infiltración del agua en el terreno (I_{max} en mm) ($k_{ns}=0,06$ y espesor del medio no saturado = 10 m).

Este parámetro gobierna la velocidad con que el nitrato alcanza el acuífero y, además, la cantidad de nitrato que puede ser retenida por el espesor no saturado. A modo de ejemplo en la Figura 67 aparece, para este valor de $k_{ns}=0,06$, el tiempo que tarda una contaminación de intensidad constante de nitrato (de 100 unidades/mes) en alcanzar con igual intensidad el acuífero, para diferentes espesores del medio no saturado (1, 5, 10, 50 y 100 m), con una capacidad máxima de infiltración del terreno dada ($I_{max}=100$ mm) y una infiltración constante (50 mm/mes).

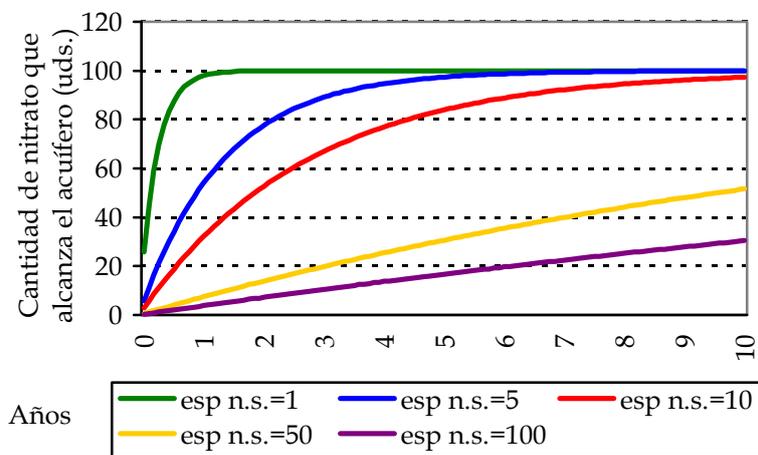


Figura 67. Evolución del tiempo de paso del nitrato por el medio no saturado para diferentes espesores, 1, 5, 10, 50 y 100 m ($k_{ns}=0,06$, carga 100 unidades, $I_{max}=100$ mm, Infiltración=50 mm).

Para espesores pequeños, 1 m, la carga contaminante alcanza rápidamente el acuífero, aumentando el tiempo de paso a medida que aumenta el espesor del medio no saturado. Para un espesor de 5 m la intensidad máxima de la contaminación se obtiene transcurridos 4 años, para 10 m transcurridos aproximadamente 10 años, y para espesores mayores se requieren periodos de tiempo muy superiores.

5.3 Análisis y propuesta de escenarios

La aplicación de los modelos de simulación consiste en primer lugar en la calibración del modelo de simulación del transporte de nitrato con los datos disponibles del periodo histórico, para ello se realiza la calibración del modelo hidrológico y la calibración del modelo de transporte de nitrato.

En segundo lugar, y una vez calibrado el modelo de simulación, se definen una serie de escenarios futuros y realizan las simulaciones de estos escenarios, obteniendo los resultados futuros de concentraciones de nitrato asociados a los escenarios planteados.

5.3.1 Aplicación del modelo de simulación

Las simulaciones realizadas corresponden al periodo comprendido desde octubre de 1971 hasta septiembre del año 2006, para el cual se ha realizado tanto la simulación del ciclo hidrológico en régimen natural como en régimen alterado, incluyendo únicamente las afecciones de origen agrícola. Además, en un futuro se incluirán las afecciones de origen urbano, relacionadas con las emisiones de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDAR), con la información que figura en el Plan Nacional de Calidad.

Un adecuado ajuste de los flujos y almacenamientos hidrológicos influye directamente en los resultados obtenidos de concentración de nitrato tanto en las masas de agua subterráneas como en los flujos de agua superficiales. En las figuras siguientes se muestran algunos ejemplos de los resultados obtenidos en cuanto a caudales y niveles piezométricos en algunos puntos de las Demarcaciones Hidrográficas.

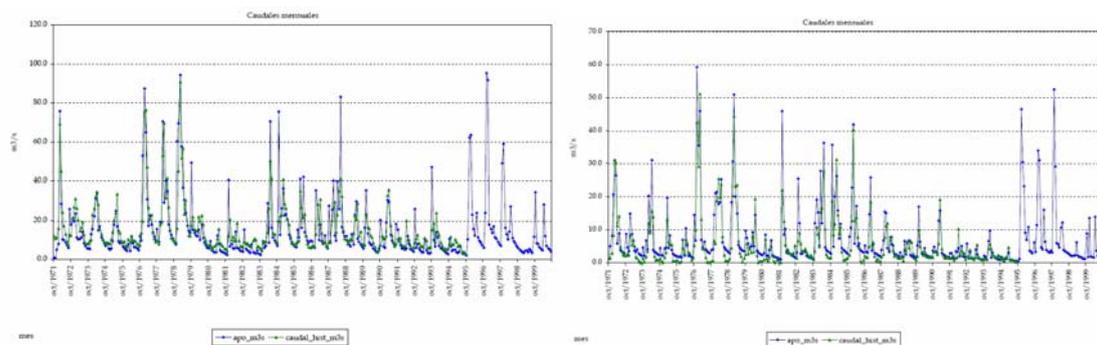


Figura 68. Caudales simulados en régimen alterado y aforados en el embalse de Entrepeñas de la cuenca del Tajo (izquierda) y el embalse de Tranco de Beas de la cuenca del Guadalquivir (derecha).

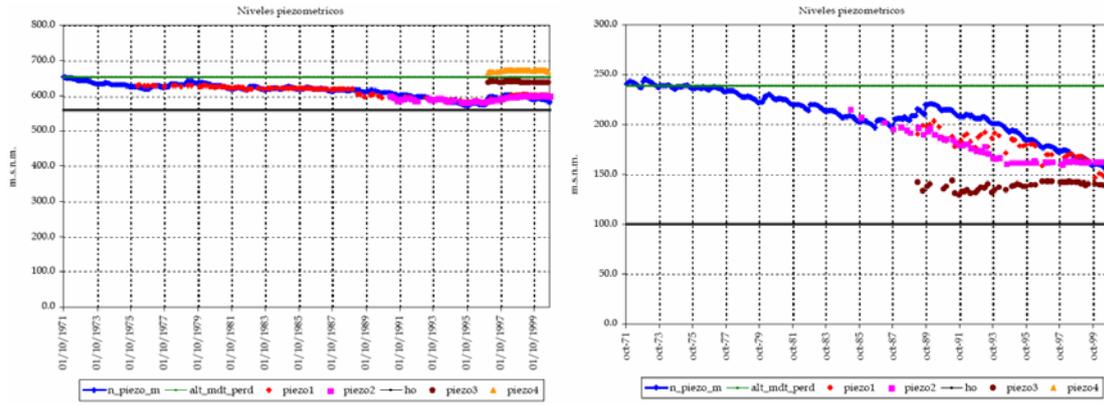


Figura 69. Niveles piezométricos simulados en régimen alterado y niveles registrados en la masa de agua subterránea de Mancha Occidental II en el Guadiana (izquierda) y en la masa de Ascoy-Sopalmo en el Segura (derecha).

Los flujos de agua considerados en la simulación del transporte del nitrato son los obtenidos de la simulación en régimen alterado a los que se le añaden los retornos agrícolas superficiales.

Los resultados de la calibración corresponden tanto a la concentración de nitratos en las masas de agua subterráneas, como en las masas de agua superficiales. Algunos ejemplos de los resultados obtenidos (línea continua verde) que se contrastan con la redes de medida (puntos azules), se muestran a continuación, junto con el límite de 50 mgNO₃/l y con el 75% de este objetivo de calidad que marca el punto de inicio de inversión de tendencias. En las figuras siguientes se observa que la existencia de elevadas concentraciones de nitrato en las masas de agua subterráneas es un problema generalizado que afecta a prácticamente la totalidad de las Demarcaciones.

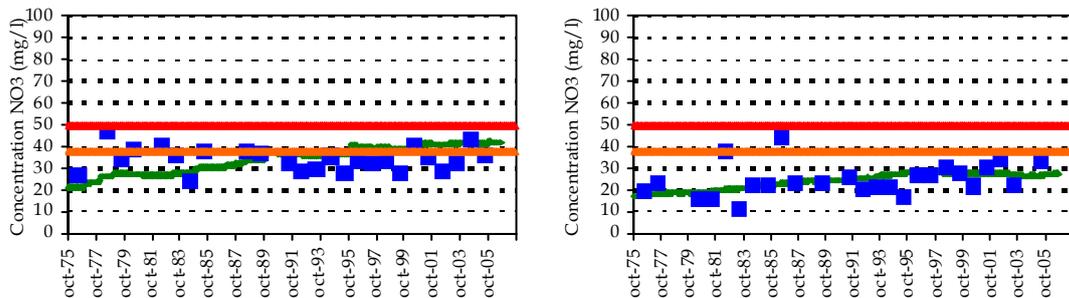


Figura 70. Concentración de nitrato en la masa de agua de Villafáfila en la cuenca del Duero (izquierda) y en la masa de agua de Guadalajara en la cuenca del Tajo (derecha).

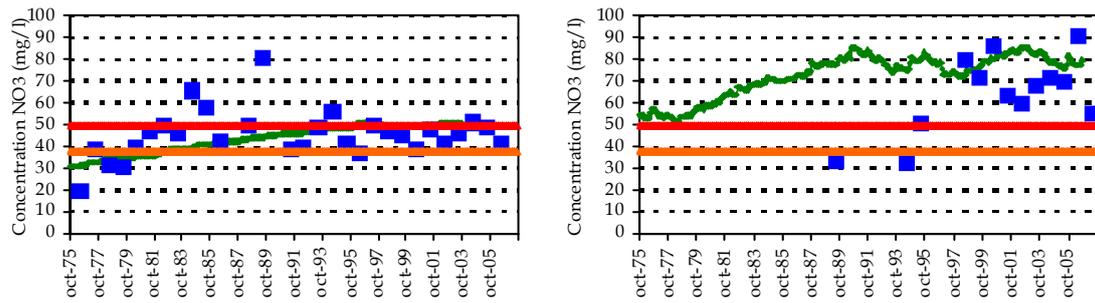


Figura 71. Concentración de nitrato en la masa de agua de Rus-Valdelobós en la cuenca del Guadiana (izquierda) y en la masa de agua de Vic-Collsabra en Cuencas Internas de Cataluña (derecha).

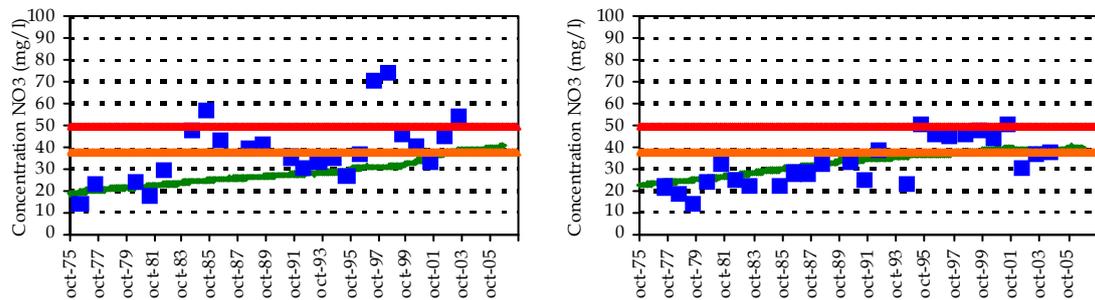


Figura 72. Concentración de nitrato en la masa de agua Depresión de Granada en la cuenca del Guadalquivir (izquierda) y en la masa de agua Medio-Bajo Andarax en Cuencas Internas Andaluzas (derecha).

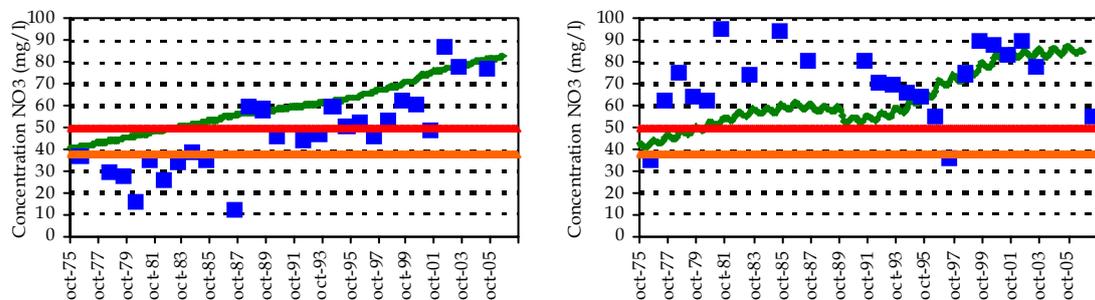


Figura 73. Concentración de nitrato en la masa de agua Campo de Cartagena en la cuenca del Segura (izquierda) y en la masa de agua Plana de Valencia Sur en la cuenca del Júcar (derecha).

Algunos ejemplos de concentración en masas de agua superficiales se muestran a continuación, como es el caso del río Uromea, el río Pisuerga y el río Duero.

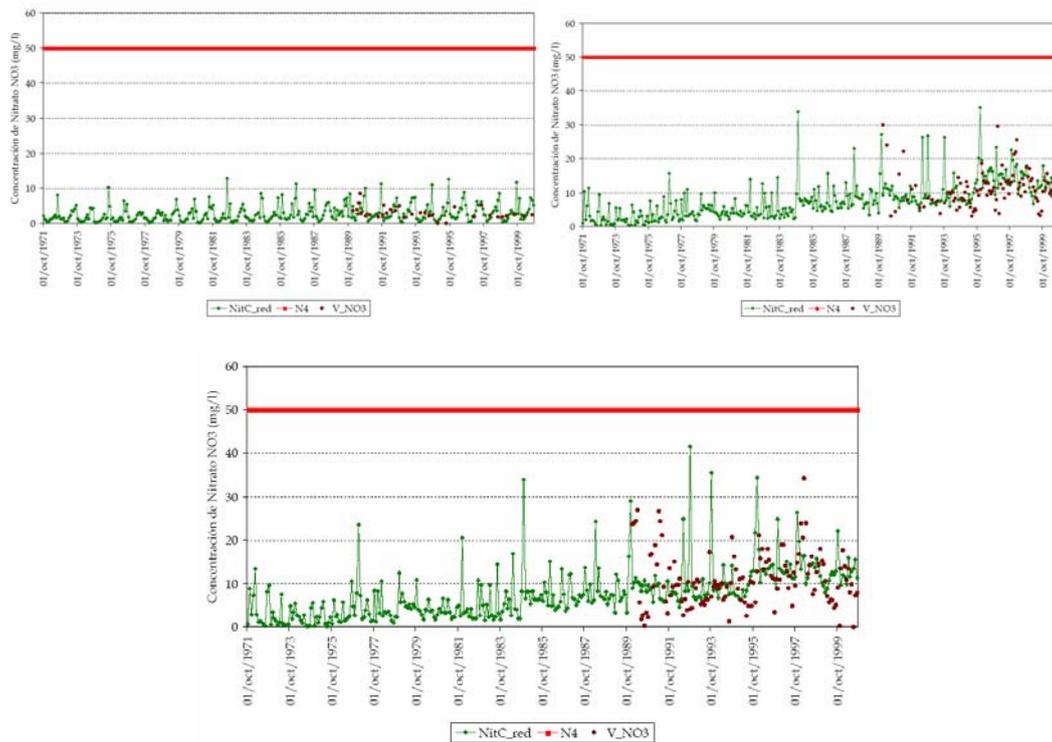


Figura 74. Evolución de la concentración de nitrato en el río Uromea (superior izquierda), en el río Pisuerga aguas arriba del río Esgueva (superior derecha) y en el río Duero aguas abajo de la confluencia con el río Adaja (inferior).

5.3.2 Propuesta de escenarios futuros

Los escenarios propuestos analizan las tendencias futuras de la concentración media de nitratos en las masas de agua subterráneas en los plazos temporales fijados en la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000), para el año 2015 y dos sucesivas revisiones en los años 2021 y 2027, correspondientes a los programas de acción en las zonas vulnerables actuales, con el objeto de separar la problemática asociada a las prácticas agrícolas y ganaderas de otras posibles consideraciones en escenarios futuros, permitiendo de forma más clara el análisis de resultados. De esta forma, los escenarios futuros planteados están basados en las condiciones climáticas actuales y en los usos de agua actuales.

Podrían considerarse otros escenarios futuros asociados a grandes modificaciones en las prácticas agrícolas, modificaciones en los usos del agua, en el clima, en el sistema productivo, en el desarrollo económico, en el desarrollo social, etc..., pero en ese caso, los cambios estarían acoplados a los producidos por la puesta en funcionamiento de los programas de acción en las zonas vulnerables, por lo que sería muy complejo separar el efecto de estos programas en el resultado final del resto de posibles modificaciones futuras.

Las características básicas de los escenarios futuros considerados consisten en la utilización de un único escenario hidrológico futuro para todos los escenarios de aplicación de fertilizantes que alcance el año 2027. El escenario hidrológico base utilizado considera unas condiciones hidrológicas futuras lo más similares a las condiciones actuales basado en la repetición de las condiciones climáticas recientes, desde el año hidrológico 1985/86 hasta el año hidrológico 2005/06, y en la misma utilización de agua de los últimos años, año 2004. Sus principales características son:

A partir de este escenario hidrológico futuro se consideran dos escenarios con diferentes niveles de aplicación de fertilizantes en la agricultura, que son:

- 1) Escenario base, situación actual. Mantenimiento de las prácticas agrícolas actuales. El objetivo de este escenario es analizar las tendencias futuras de la concentración media de nitrato en las masas de agua subterráneas con las prácticas agrícolas actuales.
- 2) Escenario programas de acción: aplicación de dosis óptimas de fertilización en las zonas afectadas. El objetivo de este escenario es evaluar los programas de acción de las zonas vulnerables (Debido a que actualmente las aguas afectadas se encuentran en proceso de revisión, se ha considerado la aplicación de las dosis óptimas a todos los municipios).

Para completar el análisis se ha realizado la simulación correspondiente a una situación más plausible de aplicación de fertilizantes para los próximos años, denominada previsión de "inversión y mejora", correspondiente a una situación intermedia de fertilización entre el escenario correspondiente a la situación actual y el escenario correspondiente a la aplicación de dosis óptimas de fertilización.

5.3.2.1 Escenario base, situación actual. Mantenimiento de las prácticas agrícolas actuales.

Las características de este escenario consisten básicamente en el mantenimiento de las prácticas agrícolas de los últimos años, más concretamente se obtiene como los valores medios del periodo 2000-2005. Como resumen de dicha información y teniendo en cuenta la posibilidad de existencia de lixiviado en el suelo las cifras globales pueden resumirse en la siguiente tabla.

Escenario base no actuación	tn N
Entradas de nitrógeno	2.305.500
Salidas de nitrógeno	1.461.800
Balance y lixiviado	843.600
Exceso sobre aportes totales	37%
Sup. cultivos (kgN/ha)	22,3
Sup. total (kgN/ha)	16,5

Tabla 25. Cifras globales del balance de nitrógeno en el suelo en el escenario base situación actual (MARM, 2008).

Las cifras detalladas correspondientes al escenario de mantenimiento de la situación actual indican, que la fertilización mineral representa el 46% de los aportes totales de nitrógeno, mientras que los aportes de origen orgánico alcanzan el 29%, suma de fertilizantes orgánicos y excrementos del pastoreo. Globalmente se produce un exceso de nitrógeno de 22,3 kgN/ha de cultivo.

APORTES	tnN	%	kg/ha	EXTRACCIONES	tnN	%	kg/ha
Fertilizantes inorgánicos	1.059.800	46%	27,4	Cultivos	1.113.700	76%	29,3
Fertilizantes orgánicos	342.700	15%	9,1				
Estiércoles del ganado pastoreo	322.700	14%	8,5	Volatilización	261.100	18%	6,8
Deposición atmosférica	355.100	15%	9,3				
Fijación biológica	156.000	7%	4,2	Desnitrificación	17.300	1%	0,5
Aguas de riego	42.900	2%	1,1				
Semillas	26.700	1%	0,7				
TOTAL	2.305.500		60,9	TOTAL	1.454.000		38,6
EXCEDENTE					843.600		22,3

Tabla 26. Aportes, extracciones y excedente de nitrógeno (kg de N) en el escenario base situación actual (MARM, 2008).

Considerando la eficacia en la incorporación de nitrógeno a los cultivos frente a la disponibilidad total, ésta alcanza un valor en el entorno del 50%.

5.3.2.2 Previsión “Inversión y mejora”

Las características de la previsión de evolución futura de concentración de nitrato en las masas de agua subterránea, denominada “Inversión y mejora”, consiste en la aplicación de las dosis fertilización correspondiente a un estado intermedio entre la aplicación histórica y la aplicación de dosis óptimas de fertilización. Esta previsión se considera como una situación plausible entre el escenario histórico, correspondiente a la aplicación realizada en los últimos años (2000-2005) y el escenario correspondiente a las dosis óptimas de fertilización.

Como resumen de cargas en la previsión realizada las cifras globales pueden resumirse en la siguiente tabla.

Escenario programas acción	tn N
Entradas de nitrógeno	2.142.000
Salidas de nitrógeno	1.431.300
Balance y lixiviado	710.700
Exceso sobre aportes totales	33%
Sup. cultivos (kgN/ha)	18,8
Sup. total (kgN/ha)	13,9

Tabla 27. Cifras globales del balance de nitrógeno en la previsión “Inversión y mejora.”

5.3.2.3 Escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización en las zonas afectadas

Las características de este escenario se basa en la aplicación de las dosis óptimas de fertilización. Debido a que actualmente las aguas afectadas se encuentran en proceso de revisión, se ha considerado la aplicación de las dosis óptimas a todos los municipios.

Como resumen de dicha información y teniendo en cuenta la posibilidad de existencia de lixiviado en el suelo las cifras globales pueden resumirse en la siguiente tabla.

Escenario programas acción	tn N
Entradas de nitrógeno	1.873.200
Salidas de nitrógeno	1.310.200
Balance y lixiviado	563.000
Exceso sobre aportes totales	30%
Sup. cultivos (kgN/ha)	14,9
Sup. total (kgN/ha)	11,0

Tabla 28. Cifras globales del balance de nitrógeno en el suelo en el escenario de dosis óptimas de fertilización (MARM, 2008).

El excedente de nitrógeno procedente de la agricultura y la ganadería en el escenario de aplicación óptima de fertilizantes se cifra en 563.000 tn/año, Tabla 29. Respecto a los aportes de nitrógeno totales, los fertilizantes inorgánicos (40%) son la principal fuente de aportes de nitrógeno, al que le siguen en importancia: los estiércoles de la ganadería en pastoreo (17%), la deposición atmosférica (16%), los fertilizantes orgánicos en la agricultura (15%) y las fijación biológica (8%). Respecto a las extracciones de nitrógeno la extracción que realmente realizan los cultivos representa el 85 % de las salidas.

APORTES	tnN	%	kg/ha	EXTRACCIONES	tnN	%	kg/ha
Fertilizantes inorgánicos	742.600	40%	19,6	Cultivos	1.109.800	85%	29,3
Fertilizantes orgánicos	287.600	15%	7,6				
Estiércoles del ganado pastoreo	320.600	17%	8,5	Volatilización	186.500	14%	4,9
Deposición atmosférica	296.300	16%	7,8				
Fijación biológica	157.400	8%	4,2	Desnitrificación	13.900	1%	0,4
Aguas de riego	42.200	2%	1,1				
Semillas	26.600	1%	0,7				
TOTAL	1.873.200		49,5	TOTAL	1.310.200		41,1
EXCEDENTE					563.000		14,9

Tabla 29. Aportes, extracciones y excedente de nitrógeno (kg de N) en el escenario de dosis óptimas de fertilización (MARM, 2008).

Considerando la eficacia en la incorporación de nitrógeno a los cultivos frente a la disponibilidad total, ésta alcanza un valor aproximado del 60%.

6 Resultados obtenidos

La combinación de los resultados del “escenario de fertilización histórica”, de la previsión “Inversión y mejora” y del “escenario de fertilización óptima”, permite determinar, bajo que condiciones es posible alcanzar el objetivo en la concentración de nitrato.

En los apartados siguientes se adjuntan las tablas de resultados obtenidos para las masas de agua subterráneas de las diferentes cuencas, en las que se incluyen de forma sintética, los resultados correspondientes a la combinación de los dos escenarios y de la previsión realizada.

En aquellas cuencas hidrográficas en las que la aplicación de las dosis actuales de fertilización genera el incumplimiento de objetivos para el año 2015, 2021 o 2027, se proporcionan los resultados correspondientes a la aplicación de la previsión “inversión y mejora” y los correspondientes al escenario de “dosis óptimas”. De esta forma, se obtiene una horquilla de resultados para los objetivos ambientales, en función de las características y tendencias de cada cuenca hidrográfica o región.

- Los objetivos de concentración de nitrato para los años 2015,2021 y 2007
- El diagnóstico de cada una de las masas indicando si:
 - Cumple el objetivo de en el año 2015.
 - Prorroga en el cumplimiento hasta el año 2021.
 - Prorroga en el cumplimiento hasta el año 2027.
 - O, si es necesaria la definición de objetivo menos riguroso
- Medidas asociadas a los objetivos definidos:
 - 1: se alcanzan los objetivos con las prácticas agrícolas de los últimos años.
 - 2: se alcanzan los objetivos con la aplicación de la previsión “Inversión y mejora” o con la aplicación del escenario de “fertilización óptima”
- Puntual (*): indica la posible existencia de problemas puntuales dentro de una masa de agua que globalmente tiene concentraciones bajas de nitrato.
- Tendencia: indica si las concentraciones medias de nitrato en la masa de agua tienen una tendencia creciente a pesar de tener concentraciones bajas en la actualidad.
- Adicionales (*): indica si son necesarias medidas adicionales a la aplicación del escenario “Inversión y mejora” para conseguir el no deterioro en la concentración de nitrato de la masa de agua.

Los resultados que se adjuntan corresponden en primer lugar a la aplicación de la previsión de “*inversión y mejora*”, considerada en primer término como situación más plausible en los próximos años, y que proporciona: el cumplimiento, la prorroga o la necesidad de definición de objetivos menos rigurosos para cada masa de agua. A continuación, se incluyen los resultados correspondientes a la aplicación del escenario de dosis óptimas de fertilización, correspondiente a una situación ideal en la que se minimizasen las pérdidas por lixiviación en la aplicación de fertilizantes. En función de cada área concreta o de la existencia o no de los programas de acción y del grado de implantación la evolución futura de las concentraciones de nitrato se aproximarán más o menos a la previsión “*inversión y mejora*” o al escenario “*dosis óptimas*”.

A modo de ejemplo, la masa de agua de la cuenca del Duero, “*Páramo de Astudillo*”, alcanzaría con la previsión “*inversión y mejora*” los objetivos ambientales en el año 2027, mientras que en el caso de que se considere que los programas de acción de los últimos años o los que se desarrollen en los próximos años, van a tener un alto grado de implantación y seguimiento, podría considerarse que se alcanzarían los objetivos ambientales en el año 2021, correspondiente al escenario de “*dosis óptimas*”, en lugar que 5 años después en el 2027.

“Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora.”

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
....									
<i>Páramo de Astudillo</i>	394	55	55	50	<i>Prorroga a 2027</i>	2			
...									

“Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.”

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
...									
<i>Páramo de Astudillo</i>	394	50	35	30	<i>Prorroga a 2021</i>	2			
...									

...”

6.1.1 Cuenca del Miño-Limia

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
CUENCA ALTA DEL MIÑO	4,697	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CUENCA BAJA DEL MIÑO	4,495	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CUENCA DEL SIL	7,763	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CUBETA DEL BIERZO	186	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL BAJO MIÑO	174	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
XINZO DE LIMIA	250	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.2 Cuencas de Galicia Costa

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
O MORRAZO - PONTEVEDRA - VIGO - BAIONA	716	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CALDAS - O SALNES	392	10	5	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
A BARBANZA	262	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTIAGO - SAR	358	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ULLA	2,449	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
MUROS - NOIA	346	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
TAMBRE	1,598	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CEE - CORCUBION	175	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
COSTA DA MORTE	1,260	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MERO - MANDEO	626	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CORUÑA - BETANZOS - ARES - FERROL	856	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
EUME	431	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
GC 13 AS PONTES	41	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SAN SADURNIÑO	309	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ORTEGAL - A MARIÑA	1,162	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
RIBADEO - VALDOURO	716	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
INTERIOR SUR	900	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
XALLAS	505	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.3 Cuencas internas del País Vasco

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Aiako Harriak	44	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Oiartzun	50	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Gatzume	107	20	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Izarraitz	115	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Ereñozar	161	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Arrola-Murumendi	180	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Jata-Sollube	160	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Jaizkibel	33	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Zumaia-Irun	214	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Getxo-Bergara	598	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Arrasate	267	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sopuerta	258	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Aranzazu	68	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Gernika	3	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.4 Cuencas del Cantábrico

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
PUEENTE VIESGO-BESAYA	23	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
OVIEDO-CANGAS DE ONÍS	433	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
PUERTO DEL ESCUDO	558	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PICOS DE EUROPA-PANES	884	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CANDAS	126	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
LLANES-RIBADESELLA	554	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTANDER-CAMARGO	337	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
SANTILLANA-SAN VICENTE DE LA BARQUERA	560	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CABUERNIGA	713	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PEÑA UBIÑA -PEÑA RUEDA	54	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
REGIÓN DEL PONGA	1,030	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
VILLAVICIOSA	304	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CUENCA CARBONIFERA ASTURIANA	853	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO DEVA-ALTO CARES	295	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
LLANTONES-PINZALES-NOREÑA	173	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	1,562	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CASTRO URDIALES	284	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALISA-RAMALES	962	25	25	20	Cumple objetivos en 2015	1			
EO-NAVIA-NARCEA	3,907	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
BEASAIN	191	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
BASABURUA-ULZAMA OCCIDENTAL	97	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ANDOAIN	93	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ARAMA	103	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
TOLOSA	220	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MACIZOS PALEOZÓICOS CINCO VILLAS-QUINTO REAL OCCIDENTALES	274	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ITXINA	25	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
OIZ	28	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ETXANO	91	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
BALMASEDA-ELORRIO	911	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ARALAR	79	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ARAMOTZ	66	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MENA-ORDUÑA	398	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SALVADA	55	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CABECERA DEL NAVIA	185	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.5 Cuencas del Bidasoa, Nive, Nivelles

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
MACIZOS PALEOZÓICOS CINCO VILLAS-QUINTO REAL ORIENTALES	698	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
BASABURUA-ULZAMA ORIENTAL	118	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.6 Cuenca del Duero

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Guardo	2,231	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
La Pola de Gordón	1,168	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Cervera de Pisuerga	1,085	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Quintanilla-Peñahoradada	1,082	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla	2,357	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Valdavia	2,470	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Terciario y Cuaternario del Esla-Cea	1,867	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Aluvial del Esla	782	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Tierra de Campos	3,333	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Carrión	1,289	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Aluvial del Órbigo	311	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
La Maragatería	2,258	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Villadiego	736	45	45	40	Prorroga a 2027	2			
Raña del Órbigo	695	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			
Castrojeriz	1,121	50	50	50	Prorroga a 2027	2			*
Burgos	1,692	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Arlanzón-Río Lobos	1,114	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Raña de La Bañeza	180	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	491	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Sierra de la Demanda	452	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sanabria	1,423	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Vilardevós-Laza	1,065	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Valle del Tera	930	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Páramo de Astudillo	394	55	55	50	Prorroga a 2027	2			
Sierra de Cameros	2,250	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Verín	73	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Páramo de Esgueva	2,097	50	50	50	Prorroga a 2027	2			*
Aranda de Duero	2,292	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Villafáfila	1,004	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Páramo de Torozos	1,521	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
Aliste	1,844	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Araviana	431	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Cabrejas-Soria	479	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Moncayo	91	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Cuenca de Almazán	2,371	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Tordesillas	1,188	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	481	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Sayago	2,619	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	324	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			*
Riaza	1,060	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Páramo de Cuéllar	903	80	80	75	Objetivos menos rigurosos	2			
Páramo de Corcos	417	35	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Los Arenales	2,410	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Sepúlveda	491	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Medina del Campo	3,631	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*
Tierra del Vino	1,552	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
Ayllón	657	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Almazán Sur	1,020	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Páramo de Escalote	327	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
Salamanca	2,446	55	60	55	Objetivos menos rigurosos	2			
Vitigudino	3,104	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Guadarrama-Somosierra	1,125	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Cantimpalos	1,943	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
Prádena	195	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Segovia	119	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Campo Charro	1,479	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
La Fuente de San Esteban	1,175	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Gredos	2,077	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Sierra de Ávila	1,397	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Ciudad Rodrigo	411	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Valle de Amblés	229	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			*
Las Batuecas	1,041	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Valdecorneja	61	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Guardo	2,231	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
La Pola de Gordón	1,168	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Cervera de Pisuerga	1,085	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Quintanilla-Peñahoradada	1,082	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla	2,357	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Valdavia	2,470	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Terciario y Cuaternario del Esla-Cea	1,867	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Aluvial del Esla	782	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Tierra de Campos	3,333	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Carrión	1,289	30	25	20	Cumple objetivos en 2015	2			
Aluvial del Órbigo	311	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	2			
La Maragatería	2,258	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Villadiego	736	40	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
Raña del Órbigo	695	70	60	55	Objetivos menos rigurosos	2			
Castrojeriz	1,121	45	40	35	Prorroga a 2021	2			
Burgos	1,692	35	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
Arlanzón-Río Lobos	1,114	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Raña de La Bañeza	180	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	491	40	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de la Demanda	452	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sanabria	1,423	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Vilardevós-Laza	1,065	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Valle del Tera	930	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Páramo de Astudillo	394	50	35	30	Prorroga a 2021	2			
Sierra de Cameros	2,250	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Verín	73	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Páramo de Esgueva	2,097	50	40	35	Prorroga a 2021	2			
Aranda de Duero	2,292	30	25	20	Cumple objetivos en 2015	2			
Villafáfila	1,004	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Páramo de Torozos	1,521	60	55	50	Prorroga a 2027	2			
Aliste	1,844	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Araviana	431	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Cabrejas-Soria	479	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Moncayo	91	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Cuenca de Almazán	2,371	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Tordesillas	1,188	60	55	50	Prorroga a 2027	2			
Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	481	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sayago	2,619	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	324	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
Riaza	1,060	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Páramo de Cuéllar	903	70	60	50	Prorroga a 2027	2			
Páramo de Corcos	417	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Los Arenales	2,410	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Sepúlveda	491	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Medina del Campo	3,631	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Tierra del Vino	1,552	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Ayllón	657	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Almazán Sur	1,020	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Páramo de Escalote	327	45	30	25	Prorroga a 2021	2			
Salamanca	2,446	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			*
Vitigudino	3,104	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Guadarrama-Somosierra	1,125	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Cantimpalos	1,943	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
Prádena	195	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Segovia	119	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Campo Charro	1,479	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
La Fuente de San Esteban	1,175	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Gredos	2,077	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Sierra de Ávila	1,397	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Ciudad Rodrigo	411	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Valle de Amblés	229	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
Las Batuecas	1,041	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Valdecorneja	61	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	

6.1.7 Cuenca del Tajo

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
CABECERA DEL BORNOVA	131	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SIGÜENZA-MARANCHÓN	727	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES	3,583	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
TORRELAGUNA	148	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
JADRAQUE	70	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
GUADALAJARA	1,871	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIALES JARAMA-TAJUÑA	212	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
LA ALCARRIA	2,554	35	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
MOLINA DE ARAGÓN	719	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
MADRID: MANZANARES-JARAMA	535	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES	851	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA	454	25	30	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL TAJO: ZORITA DE LOS CANES-ARANJUEZ	205	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ENTREPEÑAS	267	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
TALAVERA	4,485	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL TAJO: TOLEDO-MONTEARAGÓN	221	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL TAJO: ARANJUEZ-TOLEDO	146	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
OCAÑA	942	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
MORALEJA	208	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	2			
ZARZA DE GRANADILLA	94	15	10	15	Cumple objetivos en 2015	1	*		
GALISTEO	736	20	15	20	Cumple objetivos en 2015	1			
TIÉTAR	2,097	20	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
TALAVÁN	351	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID	235	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
CABECERA DEL BORNOVA	131	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SIGÜENZA-MARANCHÓN	727	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES	3,583	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
TORRELAGUNA	148	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
JADRAQUE	70	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
GUADALAJARA	1,871	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIALES JARAMA-TAJUÑA	212	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
LA ALCARRIA	2,554	35	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
MOLINA DE ARAGÓN	719	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
MADRID: MANZANARES-JARAMA	535	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES	851	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA	454	25	30	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL TAJO: ZORITA DE LOS CANES-ARANJUEZ	205	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ENTREPEÑAS	267	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
TALavera	4,485	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL TAJO: TOLEDO-MONTEARAGÓN	221	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIAL DEL TAJO: ARANJUEZ-TOLEDO	146	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
OCAÑA	942	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
MORALEJA	208	40	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
ZARZA DE GRANADILLA	94	15	10	15	Cumple objetivos en 2015	1	*		
GALISTEO	736	20	15	20	Cumple objetivos en 2015	1			
TIÉTAR	2,097	20	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
TALAVÁN	351	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID	235	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.8 Cuenca del Guadiana

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
SIERRA DE ALTOMIRA	2,581	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
LA OBISPALÍA	484	20	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
LILLO - QUINTANAR	1,099	50	50	50	Prorroga a 2027	2			*
CONSUEGRA - VILLACAÑAS	1,605	50	50	50	Prorroga a 2027	2			*
RUS-VALDELOBOS	1,355	50	55	50	Prorroga a 2027	2			
MANCHA OCCIDENTAL II	2,526	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
MANCHA OCCIDENTAL I	2,002	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
BULLAQUE	568	30	25	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CAMPO DE CALATRAVA	1,767	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
CAMPO DE MONTIEL	2,190	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL JABALÓN	52	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL AZUER	20	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
LOS PEDROCHES	1,458	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CABECERA DEL GÉVORA	259	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
VEGAS BAJAS	517	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			
VEGAS ALTAS	438	60	50	55	Objetivos menos rigurosos	2			
TIERRA DE BARROS	1,723	70	65	70	Objetivos menos rigurosos	2			
ZAFRA - OLIVENZA	908	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
AROCHE-JABUGO	268	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
AYAMONTE	161	55	45	55	Objetivos menos rigurosos	2			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
SIERRA DE ALTOMIRA	2,581	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
LA OBISPALÍA	484	20	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
LILLO - QUINTANAR	1,099	45	45	40	Prorroga a 2027	2			
CONSUEGRA - VILLACAÑAS	1,605	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
RUS-VALDELOBOS	1,355	45	30	25	Prorroga a 2021	2			
MANCHA OCCIDENTAL II	2,526	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
MANCHA OCCIDENTAL I	2,002	55	45	45	Prorroga a 2027	2			
BULLAQUE	568	30	25	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CAMPO DE CALATRAVA	1,767	50	45	40	Prorroga a 2027	2			
CAMPO DE MONTIEL	2,190	50	50	45	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL JABALÓN	52	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL AZUER	20	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
LOS PEDROCHES	1,458	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CABECERA DEL GÉVORA	259	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
VEGAS BAJAS	517	70	65	70	Objetivos menos rigurosos	2			
VEGAS ALTAS	438	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
TIERRA DE BARROS	1,723	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			
ZAFRA - OLIVENZA	908	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			*
AROCHE-JABUGO	268	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
AYAMONTE	161	45	35	40	Prorroga a 2021	2			

6.1.9 Cuenca del Guadalquivir

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
SIERRA DE CAZORLA	1,818	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
QUESADA-CASTRIL	1,393	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
DUDA-LA SAGRA	238	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	423	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
LA ZARZA	90	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
ORCE-MAR-A-CULLAR	556	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
AHILLO-CARACOLERA	53	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LAS ESTANCIAS	192	10	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
BAZA-CANILES	259	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
JABALCÓN	34	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE BAZA	767	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
GUADIX-MARQUESADO	618	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
EL MENCAL	379	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
BEDMAR-JÓDAR	55	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
TORRES-JIMENA	62	30	35	30	Cumple objetivos en 2015	1			
JABALCUZ	95	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
JAÉN	39	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SAN CRISTOBAL	38	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
MANCHA REAL-PEGALAJAR	75	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALMADÉN	60	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA MÁGINA	177	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
MENTIDERO-MONTESINOS	67	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ÚBEDA	1,175	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	590	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
RUMBLAR	152	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	953	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			
PORCUNA	218	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	769	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE COLOMERA	331	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA ARANA	372	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
LA PEZA	308	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
DEPRESIÓN DE GRANADA	1,350	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA ELVIRA	28	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
MADRID-PARAPANDA	368	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CABRA-GAENA	392	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
RUTE-HORCONERA	281	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALBAYATE-CHANZAS	313	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
EL PEDROSO-ARCAS	248	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
HACHO DE LOJA	38	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SIERRA GORDA-ZAFARRAYA	346	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
GUADAHORTUNA-LARVA	652	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
TEJEDA-ALMIJARA-LAS GUAJARAS	337	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	627	60	60	55	Objetivos menos rigurosos	2			
ALTIPLANOS DE ÉCIJA	1,977	95	80	85	Objetivos menos rigurosos	2			
SIERRA MORENA	4,486	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR CURSO MEDIO	1,062	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR - SEVILLA	730	35	30	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SEVILLA-CARMONA	1,245	45	35	35	Prorroga a 2021	2			
ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA	1,044	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
NIEBLA-POSADAS	1,199	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALJARAFE	523	35	30	35	Cumple objetivos en 2015	2			
ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	2,407	35	25	30	Cumple objetivos en 2015	2			
LEBRIJA	235	100	90	90	Objetivos menos rigurosos	2			
SIERRA DE PADUL	154	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
GRAJALES-PANDERA-CARCHEL	178	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA	1,024	55	45	45	Prorroga a 2027	2			
OSUNA-LA LENTEJUELA	917	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
GRACIA-VENTISQUERO	123	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMPOS DE MONTIEL	122	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
SIERRA DE CAÑETE	109	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
SIERRA DE CAZORLA	1,818	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
QUESADA-CASTRIL	1,393	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
DUDA-LA SAGRA	238	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	423	35	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
LA ZARZA	90	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
ORCE-MAR-A-CULLAR	556	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
AHILLO-CARACOLERA	53	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LAS ESTANCIAS	192	10	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
BAZA-CANILES	259	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
JABALCÓN	34	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE BAZA	767	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
GUADIX-MARQUESADO	618	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
EL MENCAL	379	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
BEDMAR-JÓDAR	55	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
TORRES-JIMENA	62	30	35	30	Cumple objetivos en 2015	1			
JABALCUZ	95	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
JAÉN	39	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SAN CRISTOBAL	38	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
MANCHA REAL-PEGALAJAR	75	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALMADÉN	60	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA MÁGINA	177	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
MENTIDERO-MONTESINOS	67	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ÚBEDA	1,175	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	590	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
RUMBLAR	152	50	40	35	Prorroga a 2021	2			
ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	953	75	70	70	Objetivos menos rigurosos	2			
PORCUNA	218	45	45	40	Prorroga a 2027	2			
MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	769	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE COLOMERA	331	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA ARANA	372	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
LA PEZA	308	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
DEPRESIÓN DE GRANADA	1,350	35	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA ELVIRA	28	40	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
MADRID-PARAPANDA	368	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CABRA-GAENA	392	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
RUTE-HORCONERA	281	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALBAYATE-CHANZAS	313	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
EL PEDROSO-ARCAS	248	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
HACHO DE LOJA	38	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SIERRA GORDA-ZAFARRAYA	346	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
GUADAHORTUNA-LARVA	652	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
TEJEDA-ALMIJARA-LAS GÚAJARAS	337	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	627	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
ALTIPLANOS DE ÉCIJA	1,977	95	85	85	Objetivos menos rigurosos	2			
SIERRA MORENA	4,486	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR CURSO MEDIO	1,062	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR - SEVILLA	730	35	25	30	Cumple objetivos en 2015	2			
SEVILLA-CARMONA	1,245	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA	1,044	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
NIEBLA-POSADAS	1,199	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALJARAFA	523	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	2,407	35	25	30	Cumple objetivos en 2015	2			
LEBRIJA	235	95	80	75	Objetivos menos rigurosos	2			
SIERRA DE PADUL	154	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
GRAJALES-PANDERA-CARCHEL	178	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA	1,024	50	35	35	Prorroga a 2021	2			
OSUNA-LA LENTEJUELA	917	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
GRACIA-VENTISQUERO	123	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMPOS DE MONTIEL	122	45	45	40	Prorroga a 2027	2			
SIERRA DE CAÑETE	109	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.10 Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Cubeta de El Saltador	143	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Sierra de Las Estancias	377	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Alto - Medio Almanzora	610	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Cubeta de Overa	56	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Cubeta de Ballabona - Sierra Lisboa - Río Antas	151	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Bajo Almanzora	52	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			
Bédar - Alcornia	21	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Aguas	438	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Campo de Tabernas	167	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Cuenca del Río Nacimiento	214	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Campo de Níjar	581	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
Medio - Bajo Andarax	430	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
Campo de Dalías - Sierra de Gádor	1,043	70	70	70	Objetivos menos rigurosos	2			*
Oeste de Sierra de Gádor	276	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Delta del Adra	50	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Albuñol	30	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de Padul Sur	43	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Lanjarón - Sierra de Lújar - Medio Guadalfeo	261	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Escalate	21	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Carchuna - Castell de Ferro	44	105	70	60	Objetivos menos rigurosos	2			
Motril - Salobreña	52	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Río verde	7	115	100	105	Objetivos menos rigurosos	2			
Depresión de Padul	51	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Almijara	69	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Gorda - Zafarraya	150	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Río Torrox	5	280	240	255	Objetivos menos rigurosos	2			
Río Vélez	45	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de Gibalto - Arroyo Marín	27	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de En medio - Los Tajos	26	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Archidona	10	20	15	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de las Cabras - Camarolos - San Jorge	66	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Torcal de Antequera	27	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Llanos de Antequera - Vega de Archidona	380	45	35	40	Prorroga a 2021	2			
Fuente de Piedra	150	60	55	60	Objetivos menos rigurosos	2			
Sierra de Teba - Almargen - Campillos	82	60	55	60	Objetivos menos rigurosos	2			
Sierra del Valle de Abdalajís	45	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Bajo Guadalhorce	358	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
Sierra de Mijas	96	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Río Fuengirola	29	20	15	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Marbella - Estepona	230	10	5	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Cañete Sur	40	25	20	25	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Depresión de Ronda	116	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Hidalga - Merinos - Blanquilla	144	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Lfbar	58	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Jarastepar	45	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Las Nieves - Prieta	218	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Guadiaro - Genal - Hozgarganta	230	15	10	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Dolomías de Ronda	17	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Guadarranque - Palmones	143	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Los Filabres	126	5	5	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Macael	51	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Almagro	37	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Puerto de La Virgen	110	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Lubrín - El Marchal	28	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Alhambilla	207	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra del Cabo de Gata	209	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Laderas Meridionales de Sierra Nevada	226	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Depresión de Ugjar	79	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
La Contraviesa Oriental	15	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
La Contraviesa Occidental	74	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Albuñuelas	186	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Las Guájaras	180	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Alberquillas	119	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra Tejeda	68	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Metapelitas de Sierra Tejeda - Almirajara	376	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Corredor Villanueva de la Concepción - Periana	267	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra Blanca	93	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Cubeta de El Saltador	143	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Sierra de Las Estancias	377	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Alto - Medio Almanzora	610	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Cubeta de Overa	56	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
Cubeta de Ballabona - Sierra Lisboa - Río Antas	151	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Bajo Almanzora	52	65	55	50	Prorroga a 2027	2			
Bédar - Alcornia	21	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Aguas	438	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Campo de Tabernas	167	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Cuenca del Río Nacimiento	214	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Campo de Níjar	581	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Medio - Bajo Andarax	430	55	50	45	Prorroga a 2027	2			
Campo de Dalías - Sierra de Gádor	1,043	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
Oeste de Sierra de Gádor	276	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Delta del Adra	50	30	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Albuñol	30	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Sierra de Padul Sur	43	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Lanjarón - Sierra de Lújar - Medio Guadalfeo	261	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Escalate	21	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Carchuna - Castell de Ferro	44	180	125	105	Objetivos menos rigurosos	2			
Motril - Salobreña	52	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Río verde	7	75	45	40	Prorroga a 2027	2			
Depresión de Padul	51	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Almjara	69	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Gorda - Zafarraya	150	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Río Torrox	5	270	225	225	Objetivos menos rigurosos	2			
Río Vélez	45	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de Gibalto - Arroyo Marín	27	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de En medio - Los Tajos	26	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Archidona	10	20	15	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de las Cabras - Camarolos - San Jorge	66	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Torcal de Antequera	27	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Llanos de Antequera - Vega de Archidona	380	40	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Fuente de Piedra	150	55	40	45	Prorroga a 2021	2			
Sierra de Teba - Almargen - Campillos	82	55	45	45	Prorroga a 2027	2			
Sierra del Valle de Abdalajís	45	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Bajo Guadalhorce	358	45	35	35	Prorroga a 2021	2			
Sierra de Mijas	96	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Río Fuengirola	29	20	15	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Marbella - Estepona	230	10	5	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Cañete Sur	40	25	20	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Depresión de Ronda	116	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Hidalga - Merinos - Blanquilla	144	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Líbar	58	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Sierra de Jarastepar	45	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Las Nieves - Prieta	218	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Guadiaro - Genal - Hozgarganta	230	15	10	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Dolomías de Ronda	17	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Guadarranque - Palmones	143	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Los Filabres	126	5	5	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Macael	51	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Almagro	37	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Puerto de La Virgen	110	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Lubrín - El Marchal	28	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Alhamilla	207	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra del Cabo de Gata	209	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Laderas Meridionales de Sierra Nevada	226	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Depresión de Ugíjar	79	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
La Contraviesa Oriental	15	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
La Contraviesa Occidental	74	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Albuñuelas	186	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Las Guájaras	180	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Alberquillas	119	35	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra Tejada	68	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Metapelitas de Sierra Tejada - Almirajara	376	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Corredor Villanueva de la Concepción - Periana	267	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra Blanca	93	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.11 Cuencas Atlánticas Andaluzas

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
ARACENA	63	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
LEPE - CARTAYA	473	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
NIEBLA	215	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CONDADO	271	35	30	35	Cumple objetivos en 2015	2			
LLANOS DE VILLAMARTIN	241	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
ARCOS-BORNOS-ESPERA	442	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL GUADALETE	337	50	45	50	Prorroga a 2027	2			
JEREZ DE LA FRONTERA	133	60	50	55	Objetivos menos rigurosos	2			
ROTA-SAN LUCAR-CHIPIONA	157	125	105	125	Objetivos menos rigurosos	2			
PUERTO DE SANTA MARIA	94	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
PUERTO REAL-CONIL	518	35	30	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA DE LAS CABRAS	199	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
VEJER-BARBATE	356	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
ALUVIAL DEL BARBATE	635	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SETENIL-RONDA	243	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE GRAZALEMA	430	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LIBAR	57	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
ARACENA	63	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
LEPE - CARTAYA	473	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
NIEBLA	215	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CONDADO	271	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
LLANOS DE VILLAMARTIN	241	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
ARCOS-BORNOS-ESPERA	442	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ALUVIAL DEL GUADALETE	337	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
JEREZ DE LA FRONTERA	133	50	45	50	Prorroga a 2027	2			
ROTA-SAN LUCAR-CHIPIONA	157	115	90	110	Objetivos menos rigurosos	2			
PUERTO DE SANTA MARIA	94	45	40	35	Prorroga a 2021	2			
PUERTO REAL-CONIL	518	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA DE LAS CABRAS	199	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
VEJER-BARBATE	356	45	35	40	Prorroga a 2021	2			
ALUVIAL DEL BARBATE	635	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SETENIL-RONDA	243	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE GRAZALEMA	430	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LIBAR	57	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.12 Cuenca del Segura

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
CORRAL RUBIO	166	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
SINCLINAL DE LA HIGUERA	211	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALCADOZO	503	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
BOQUERÓN	281	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
TOBARRA-TEDERA-PINILLA	153	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PINO	47	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
CONEJEROS-ALBATANA	159	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
ONTUR	160	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LA OLIVA	75	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	987	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CUCHILLOS-CABRAS	210	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CINGLA	378	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
MORATILLA	31	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
CALAR DEL MUNDO	96	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SEGURA-MADERA-TUS	296	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
FUENTE SEGURA-FUENSANTA	804	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
MACHADA	44	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
TAIBILLA	68	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ANTICLINAL DE SOCOVOS	751	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
EL MOLAR	289	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE CALASPARRA	336	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
JUMILLA-YECLA	245	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
LACERA	8	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ASCOY-SOPALMO	373	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
EL CANTAL-VIÑA PÍ	42	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SERRAL-SALINAS	90	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
BAÑOS DE FORTUNA	88	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
QUIBAS	133	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DEL ARGALLET	7	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA DE CREVILLENTE	20	45	45	40	Prorroga a 2027	2			
CARAVACA	676	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
BAJO QUÍPAR	63	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
ORO-RICOTE	65	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CUATERNARIO DE FORTUNA	19	60	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	705	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
SIERRA DE LA ZARZA	15	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO QUÍPAR	182	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
BULLAS	272	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA ESPUÑA	632	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
VEGA ALTA DEL SEGURA	26	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
TERCIARIO DE TORREVIEJA	163	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			*

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
VALDEINFIERNO	155	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
VELEZ BLANCO-MARIA	73	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	87	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PUNTES	122	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	29	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA YÉCHAR	41	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALEDO	72	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
BAJO GUADALENTÍN	323	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			*
CRESTA DEL GALLO	26	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			*
CAMPO DE CARTAGENA	1,244	95	95	95	Objetivos menos rigurosos	2			*
CABO ROIG	61	90	90	90	Objetivos menos rigurosos	2			
TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	110	70	70	70	Objetivos menos rigurosos	2			*
TRIÁSICO DE CARRASCOY	102	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
SIERRA DE LAS ESTANCIAS	6	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO GUADALENTÍN	275	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
MAZARRÓN	288	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
ENMEDIO-CABEZO DE JARA	49	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
LAS NORIAS	18	10	20	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
ÁGUILAS	381	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			*
SIERRA DE ALMAGRO	20	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
SIERRA DE CARTAGENA	67	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
CORRAL RUBIO	166	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			*
SINCLINAL DE LA HIGUERA	211	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALCADOZO	503	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
BOQUERÓN	281	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
TOBARRA-TEDERA-PINILLA	153	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PINO	47	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
CONEJEROS-ALBATANA	159	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
ONTUR	160	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LA OLIVA	75	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	987	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CUCHILLOS-CABRAS	210	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
CINGLA	378	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
MORATILLA	31	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
CALAR DEL MUNDO	96	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SEGURA-MADERA-TUS	296	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
FUENTE SEGURA-FUENSANTA	804	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
MACHADA	44	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
TAIBILLA	68	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ANTICLINAL DE SOCOVOS	751	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
EL MOLAR	289	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE CALASPARRA	336	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
JUMILLA-YECLA	245	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
LACERA	8	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
ASCOY-SOPALMO	373	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
EL CANTAL-VIÑA PÍ	42	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SERRAL-SALINAS	90	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
BAÑOS DE FORTUNA	88	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
QUIBAS	133	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DEL ARGALLET	7	40	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA DE CREVILLENTE	20	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
CARAVACA	676	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
BAJO QUÍPAR	63	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
ORO-RICOTE	65	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CUATERNARIO DE FORTUNA	19	55	45	45	Prorroga a 2027	2			
VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	705	50	45	45	Prorroga a 2027	2			
SIERRA DE LA ZARZA	15	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO QUÍPAR	182	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
BULLAS	272	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA ESPUÑA	632	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
VEGA ALTA DEL SEGURA	26	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
TERCIARIO DE TORREVIEJA	163	70	75	70	Objetivos menos rigurosos	2			
VALDEINFIERNO	155	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
VELEZ BLANCO-MARIA	73	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	87	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PUNTES	122	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	29	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA YÉCHAR	41	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALEDO	72	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
BAJO GUADALENTÍN	323	75	70	70	Objetivos menos rigurosos	2			
CRESTA DEL GALLO	26	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
CAMPO DE CARTAGENA	1,244	90	90	90	Objetivos menos rigurosos	2			*
CABO ROIG	61	90	85	80	Objetivos menos rigurosos	2			
TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	110	70	70	70	Objetivos menos rigurosos	2			*
TRIÁSICO DE CARRASCOY	102	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
SIERRA DE LAS ESTANCIAS	6	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO GUADALENTÍN	275	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*
MAZARRÓN	288	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			*
ENMEDIO-CABEZO DE JARA	49	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
LAS NORIAS	18	10	20	25	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
ÁGUILAS	381	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			*
SIERRA DE ALMAGRO	20	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
SIERRA DE CARTAGENA	67	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*

6.1.13 Cuenca del Júcar

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Hoya de Alfambra	768	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Javalambre Occidental	600	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Javalambre Oriental	796	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Mosqueruela	862	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Puertos de Beceite	463	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Plana de Cenia	277	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Plana de Vinaroz	108	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Maestrazgo Occidental	1,125	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Maestrazgo Oriental	1,012	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Plana de Oropesa - Torreblanca	81	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Lucena - Alcora	1,124	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Hoya de Teruel	658	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Arquillo	155	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Gea de Albarraçín	158	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Montes Universales	1,249	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Triásico de Boniches	190	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Jurásico de Uña	611	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Cretácico de Cuenca Norte	1,225	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Terciario de Alarcón	1,247	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Cretácico de Cuenca Sur	689	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Jurásico de Cardenete	251	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Vallanca	455	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Alpuente	893	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra del Toro	302	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Jérica	331	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Onda - Espadán	531	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Plana de Castellón MI	45	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Plana de Castellón I	140	50	45	50	Prorroga a 2027	2			
Plana de Castellón C	209	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
Plana de Castellón MD	91	100	100	100	Objetivos menos rigurosos	2			*
Plana de Sagunto	125	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			*
Mancha Oriental N	1,997	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Mancha Oriental Mioceno O	1,271	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Mancha Oriental Mioceno E	778	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
Mancha Oriental O	606	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Mancha Oriental NE	410	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Mancha Oriental SE	1,019	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Mancha Oriental S	1,200	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Medio Palancia	665	45	40	45	Prorroga a 2021	2			
Liria - Casinos	868	50	50	45	Prorroga a 2027	2			
Las Serranías	923	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Requena - Utiel	980	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Mira	504	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Hoces del Gabriel	700	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Lezuza - El Jardín	894	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Arco de Alcaraz	405	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Alpera (Carcelén)	454	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Cabrillas - Malacara	288	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Buñol - Cheste	537	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Plana de Valencia Norte	345	60	65	60	Objetivos menos rigurosos	2			
Plana de Valencia Sur	510	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*
La Contienda	64	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*
Sierra del Ave	413	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Caroch Norte	740	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Almansa	243	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Caroch Sur	1,011	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Hoya de Játiva	81	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
Sierra de las Agujas	251	50	55	50	Prorroga a 2027	2			
Bárig	72	30	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Plana de Jaraco	52	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
Plana de Gandía	55	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
Marchuquera - Falconera	112	40	45	40	Prorroga a 2027	2			
Sierra de Ador	46	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Valle de Albaida	456	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Sierra Grossa	207	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra de la Oliva	247	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Cuchillo - Moratilla	18	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Rocín	21	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Villena - Benezama	324	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Volcadores - Albaida	153	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Almirante Mustalla	202	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Oliva - Pego	50	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
Ondara - Denia	79	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
Montgó	24	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Peñón - Bernia	101	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Alfaro - Segaria	176	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Mediodía	51	10	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Muro de Alcoy	25	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Salt San Cristobal	151	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Mariola	98	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Lácera	21	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Sierra del Castellar	91	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Peñarubia	39	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Hoya de Castalla	126	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Barrancones - Carrasqueta	262	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Aitana	219	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Serrella - Aixorta - Algar	150	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Depresión de Benisa	268	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Jávea	7	25	30	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Salinas	143	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Argüeña - Maigmó	124	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Orcheta	196	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
San Juan - Benidorm	180	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
Agost - Monnegre	74	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra del Cid	131	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra del Reclot	71	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Sierra de Argallet	48	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
Sierra de Crevillente	69	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Bajo Vinalopó	800	60	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
Albufera Perellonà	83	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Hoya de Alfambra	768	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Javalambre Occidental	600	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Javalambre Oriental	796	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Mosqueruela	862	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Puertos de Beceite	463	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Plana de Cenia	277	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Plana de Vinaroz	108	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Maestrazgo Occidental	1,125	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Maestrazgo Oriental	1,012	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Plana de Oropesa - Torreblanca	81	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Lucena - Alcora	1,124	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Hoya de Teruel	658	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Arquillo	155	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Gea de Albarracín	158	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Montes Universales	1,249	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Triásico de Boniches	190	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Jurásico de Uña	611	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Cretácico de Cuenca Norte	1,225	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Terciario de Alarcón	1,247	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Cretácico de Cuenca Sur	689	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Jurásico de Cardenete	251	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Vallanca	455	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Alpuente	893	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra del Toro	302	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Jérica	331	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Onda - Espadán	531	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Plana de Castellón MI	45	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Plana de Castellón I	140	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
Plana de Castellón C	209	40	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Plana de Castellón MD	91	85	70	75	Objetivos menos rigurosos	2			
Plana de Sagunto	125	70	70	70	Objetivos menos rigurosos	2			
Mancha Oriental N	1,997	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Mancha Oriental Mioceno O	1,271	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
Mancha Oriental Mioceno E	778	35	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Mancha Oriental O	606	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
Mancha Oriental NE	410	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Mancha Oriental SE	1,019	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
Mancha Oriental S	1,200	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Medio Palancia	665	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Liria - Casinos	868	50	45	40	Prorroga a 2027	2			
Las Serranías	923	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Requena - Utiel	980	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Mira	504	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Hoces del Gabriel	700	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Lezuza - El Jardín	894	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Arco de Alcaraz	405	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Alpera (Carcelén)	454	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1	*		

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Cabrillas - Malacara	288	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Buñol - Chestre	537	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
Plana de Valencia Norte	345	60	60	55	Objetivos menos rigurosos	2			
Plana de Valencia Sur	510	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
La Contienda	64	50	50	50	Prorroga a 2027	2			*
Sierra del Ave	413	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Caroch Norte	740	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Almansa	243	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Caroch Sur	1,011	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Hoya de Játiva	81	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de las Agujas	251	40	45	40	Prorroga a 2027	2			
Bárig	72	30	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Plana de Jaraco	52	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
Plana de Gandía	55	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
Marchuquera - Falconera	112	35	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de Ador	46	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Valle de Albaida	456	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Sierra Grossa	207	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra de la Oliva	247	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Cuchillo - Moratilla	18	40	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Rocín	21	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1	*	Creciente	
Villena - Benejama	324	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Volcadores - Albaida	153	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Almirante Mustalla	202	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Oliva - Pego	50	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
Ondara - Denia	79	35	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Montgó	24	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Peñón - Bernia	101	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Alfaro - Segaria	176	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Mediodía	51	10	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Muro de Alcoy	25	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Salt San Cristobal	151	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Mariola	98	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Lácera	21	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1	*		
Sierra del Castellar	91	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Peñarrubia	39	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Hoya de Castalla	126	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Barrancones - Carrasqueta	262	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra Aitana	219	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Serrella - Aixorta - Algar	150	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Depresión de Benisa	268	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Jávea	7	25	30	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra de Salinas	143	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
Argüeña - Maigmó	124	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Orcheta	196	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
San Juan - Benidorm	180	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
Agost - Monnegre	74	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
Sierra del Cid	131	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra del Reclot	71	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sierra de Argallet	48	35	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
Sierra de Crevillente	69	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Bajo Vinalopó	800	55	50	45	Prorroga a 2027	2			
Albufera Perellonà	83	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			

6.1.14 Cuenca del Ebro

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
FONTIBRE	153	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PÁRAMO DE SEDANO Y LORA	739	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE VILLARCAYO	881	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
MANZANEDO-OÑA	230	10	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MONTES OBARENES	270	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PANCORBO-CONCHAS DE HARO	73	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
VALDEREJO-SOBRÓN	246	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE TREVIÑO	583	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO	49	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
CALIZAS DE LOSA	292	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CALIZAS DE SUBIJANA	195	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALUVIAL DE VITORIA	110	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
CUARTANGO-SALVATIERRA	590	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
GORBEA	32	10	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTUBE-URKILLA	274	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE AIZKORRI	60	5	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE URBASA	357	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE ANDÍA	301	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE ARALAR	142	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
BASABURÚA-ULZAMA	285	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
IZKI-ZUDAIRE	157	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE CANTABRIA	250	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LÓQUIZ	450	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
BUREBA	74	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO ARGÁ-ALTO IRATI	1,581	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
LARRA	66	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
EZCAURRE-PEÑA TELERA	370	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO GÁLLEGO	298	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE ALAIZ	270	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA	4,076	5	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LEYRE	486	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA TENDEÑERA-MONTE PERDIDO	565	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTO DOMINGO-GUARA	833	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
MACIZO AXIAL PIRENAICO	4,098	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO URGELL	105	30	25	30	Cumple objetivos en 2015	1			
LA CERDANYA	253	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
COTIELLA-TURBÓN	826	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
TREMP-ISONA	1,595	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CADÍ-PORT DEL COMTE	393	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE GRAUSS	1,061	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
LITERA ALTA	900	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
SIERRAS MARGINALES CATALANAS	768	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL OCA	95	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL TIRÓN	32	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			*
ALUVIAL DEL OJA	213	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			
LAGUARDIA	473	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO	124	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDAVIA	190	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA	648	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL ARGÁ MEDIO	27	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL CIDACOS	58	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN	644	85	85	85	Objetivos menos rigurosos	2			
ARBAS	393	100	100	100	Objetivos menos rigurosos	2			*
SASO DE BOLEA-AYERBE	289	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
HOYA DE HUESCA	216	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SASOS DE ALCANADRE	491	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
ALUVIAL DEL GÁLLEGO	276	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			
ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	630	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
LAGUNAS DE LOS MONEGROS	104	50	50	50	Prorroga a 2027	2			*
ALUVIAL DEL CINCA	271	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALUVIAL DEL BAJO SEGRE	174	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
ALUVIAL DEL MEDIO SEGRE	20	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*
ALUVIAL DE URGELL	272	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			*
CALIZAS DE TÁRREGA	791	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			*
PRADOLUENGO-ANGUIANO	242	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
FITERO-ARNEDILLO	95	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
DETRÍTICO DE ARNEDO	126	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MANSILLA-NEILA	202	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMEROS	1,808	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
AÑAVIEJA-VALDEGUTUR	405	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ARAVIANO-VOZMEDIANO	113	20	25	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SOMONTANO DEL MONCAYO	1,306	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO	167	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT	1,200	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMPO DE CARINENA	801	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN	273	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
MANUBLES-RIBOTA	448	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMPO DE BELCHITE	1,033	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
CUBETA DE AZUARA	381	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALUVIAL JALÓN-JILOCA	79	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
HUERVA-PEREJILES	768	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA PALEOZOICA DE ATECA	751	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ORICHE-ANADÓN	165	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE MIÑANA	194	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN	2,296	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
GALLOCANTA	223	30	20	30	Cumple objetivos en 2015	1			
MONREAL-CALAMOCHA	742	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
CELLA-OJOS DE MONREAL	861	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
POZONDÓN	143	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CUBETA DE OLITE	1,216	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ALIAGA-CALANDA	1,851	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO GUADALOPE	109	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
PITARQUE	524	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO MAESTRAZGO	857	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PUERTOS DE BECEITE	636	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
FOSA DE MORA	581	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
PRIORATO	299	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
PUERTOS DE TORTOSA	202	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
BOIX-CARDÓ	292	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DE TORTOSA	66	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PLANA DE LA GALERA	353	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA DEL MONTSIÁ	94	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
DELTA DEL EBRO	341	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
FONTIBRE	153	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PÁRAMO DE SEDANO Y LORA	739	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE VILLARCAYO	881	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
MANZANEDO-OÑA	230	10	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MONTES OBARENES	270	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PANCORBO-CONCHAS DE HARO	73	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
VALDEREJO-SOBRÓN	246	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE TREVIÑO	583	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO	49	35	30	25	Cumple objetivos en 2015	2			
CALIZAS DE LOSA	292	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
CALIZAS DE SUBIJANA	195	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALUVIAL DE VITORIA	110	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
CUARTANGO-SALVATIERRA	590	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
GORBEA	32	10	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTUBE-URKILLA	274	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE AIZKORRI	60	5	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE URBASA	357	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE ANDÍA	301	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE ARALAR	142	15	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
BASABURÚA-ULZAMA	285	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
IZKI-ZUDAIRE	157	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE CANTABRIA	250	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LÓQUIZ	450	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
BUREBA	74	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO ARGA-ALTO IRATI	1,581	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
LARRA	66	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
EZCAURRE-PEÑA TELERA	370	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO GÁLLEGO	298	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE ALAIZ	270	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA	4,076	5	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE LEYRE	486	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA TENDEÑERA-MONTE PERDIDO	565	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTO DOMINGO-GUARA	833	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
MACIZO AXIAL PIRENAICO	4,098	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO URGELL	105	30	25	30	Cumple objetivos en 2015	1			
LA CERDANYA	253	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
COTIELLA-TURBÓN	826	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
TREMP-ISONA	1,595	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CADÍ-PORT DEL COMTE	393	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SINCLINAL DE GRAUSS	1,061	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
LITERA ALTA	900	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SIERRAS MARGINALES CATALANAS	768	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL OCA	95	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
ALUVIAL DEL TIRÓN	32	65	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
ALUVIAL DEL OJA	213	70	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			
LAGUARDIA	473	35	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO	124	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDAVIA	190	40	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA	648	40	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
ALUVIAL DEL ARGA MEDIO	27	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL CIDACOS	58	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN	644	70	65	60	Objetivos menos rigurosos	2			
ARBAS	393	90	85	80	Objetivos menos rigurosos	2			
SASO DE BOLEA-AYERBE	289	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
HOYA DE HUESCA	216	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SASOS DE ALCANADRE	491	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
ALUVIAL DEL GÁLLEGO	276	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			
ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	630	55	50	45	Prorroga a 2027	2			
LAGUNAS DE LOS MONEGROS	104	45	45	40	Prorroga a 2027	2			
ALUVIAL DEL CINCA	271	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALUVIAL DEL BAJO SEGRE	174	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
ALUVIAL DEL MEDIO SEGRE	20	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
ALUVIAL DE URGELL	272	75	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			*
CALIZAS DE TÁRREGA	791	80	80	80	Objetivos menos rigurosos	2			*
PRADOLUENGO-ANGUIANO	242	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
FITERO-ARNEDILLO	95	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
DETRÍTICO DE ARNEDO	126	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MANSILA-NEILA	202	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMEROS	1,808	5	10	10	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
AÑAVIEJA-VALDEGUTUR	405	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ARAVIANO-VOZMEDIANO	113	20	25	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SOMONTANO DEL MONCAYO	1,306	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO	167	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SIERRAS PALEOZOICAS DE LA VIRGEN Y VICORT	1,200	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMPO DE CARINENA	801	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN	273	55	45	45	Prorroga a 2027	2			
MANUBLES-RIBOTA	448	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CAMPO DE BELCHITE	1,033	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
CUBETA DE AZUARA	381	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ALUVIAL JALÓN-JILOCA	79	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
HUERVA-PEREJILES	768	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA PALEOZOICA DE ATECA	751	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ORICHE-ANADÓN	165	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SIERRA DE MIÑANA	194	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN	2,296	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
GALLOCANTA	223	30	20	30	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
MONREAL-CALAMOCHA	742	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
CELLA-OJOS DE MONREAL	861	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
POZONDÓN	143	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CUBETA DE OLITE	1,216	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ALIAGA-CALANDA	1,851	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO GUADALOPE	109	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
PITARQUE	524	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ALTO MAESTRAZGO	857	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PUERTOS DE BECEITE	636	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
FOSA DE MORA	581	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
PRIORATO	299	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
PUERTOS DE TORTOSA	202	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
BOIX-CARDÓ	292	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
ALUVIAL DE TORTOSA	66	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PLANA DE LA GALERA	353	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SIERRA DEL MONTSIÁ	94	50	45	40	Prorroga a 2027	2			
DELTA DEL EBRO	341	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.15 Cuencas Internas de Cataluña

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
9 Fluviovolcànic Garrotxa (Olot)	158	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
10 Vic - Collsacabra	799	60	55	60	Objetivos menos rigurosos	2			
1 Conca Alta Freser Ter	714	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
2 Conca Alta del Fluvià	356	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
32 Deltaic Fluvià - Muga	82	65	50	60	Objetivos menos rigurosos	2			
33 Deltaic Ter	127	80	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			
9 Fluviovolcànic Garrotxa (San Martí de Llededa)	18	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
14 Selva (Girona)	290	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			*
15 Àluvials de Baixa Costa Brava	26	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
11 Àluvials Depressió Central i aquífers locals	12	50	45	50	Prorroga a 2027	2			
11 Àluvials Depressió Central i aquífers locals	10	100	75	75	Objetivos menos rigurosos	2			
15 Àluvials de Baixa Costa Brava	15	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
34 Alta Mitja Tordera	23	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
35 Baixa Tordera	20	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
24 Baix Francolí (Tarragona)	174	85	75	80	Objetivos menos rigurosos	2			
23 Garraf (Sitges) (principal)	741	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
26 Baix Camp (Cambrils)	197	75	65	70	Objetivos menos rigurosos	2			
29 Cardó - Vandellós	279	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
28 Llaberia - Prades	266	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
25 Alt Camp	267	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
27 Prades - Alt Francolí	513	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
16 Àluvials del Vallés	99	40	35	40	Cumple objetivos en 2015	2			
37 Cubeta d'Abreira	25	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
38 Sant Andreu i Vall baixa	54	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
36 Pla Barcelona	83	25	20	25	Cumple objetivos en 2015	1			
39 Delta Llobregat	112	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
19 Gaià - Anoia (Riu Llobregat)	286	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
3 Conca Alta de la Muga (la Jonquera)	143	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
3 Conca Alta de la Muga (emb Boadella)	168	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
8 Banyoles	343	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
6 Emporda (principal)	591	55	45	50	Prorroga a 2027	2			
5 Conca Alta del Cardener Llobregat	239	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
13 Montseny - Guillerries	554	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
17 Ventall àluvial de Terrassa	70	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
12 Prelitoral Castellar - Centelles i aquífers locals (ppal)	116	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
18 Maresme	454	45	40	40	Prorroga a 2021	2			
22 Àluvials Penedés	18	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
22 Àluvials Penedés	17	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
21 Detrític Baix Penedés	73	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
7 Pale_gens Baix Ter (principal)	57	30	40	30	Cumple objetivos en 2015	2			
7 Pale_gens Baix Ter	48	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
20 Gaià - Bonastre (principal)	343	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
9 Fluviovolcànic Garrotxa (Olot)	158	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
10 Vic - Collsacabra	799	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
1 Conca Alta Freser Ter	714	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
2 Conca Alta del Fluvià	356	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
32 Deltaic Fluvià - Muga	82	55	40	50	Prorroga a 2021	2			
33 Deltaic Ter	127	75	70	75	Objetivos menos rigurosos	2			
9 Fluviovolcànic Garrotxa (San Martí de Llededa)	18	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
14 Selva (Girona)	290	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
15 Àluvials de Baixa Costa Brava	26	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
11 Àluvials Depressió Central i aquífers locals	12	55	50	55	Objetivos menos rigurosos	2			
11 Àluvials Depressió Central i aquífers locals	10	100	70	75	Objetivos menos rigurosos	2			
15 Àluvials de Baixa Costa Brava	15	25	30	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
34 Alta Mitja Tordera	23	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
35 Baixa Tordera	20	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
24 Baix Francolí (Tarragona)	174	75	65	70	Objetivos menos rigurosos	2			
23 Garraf (Sitges) (principal)	741	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
26 Baix Camp (Cambrils)	197	70	65	70	Objetivos menos rigurosos	2			
29 Cardó - Vandellós	279	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
28 Llaberia - Prades	266	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
25 Alt Camp	267	40	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
27 Prades - Alt Francolí	513	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
16 Àluvials del Vallés	99	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
37 Cubeta d'Abrebra	25	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
38 Sant Andreu i Vall baixa	54	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
36 Pla Barcelona	83	25	20	25	Cumple objetivos en 2015	1			
39 Delta Llobregat	112	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
19 Gaià - Anoia (Riu Llobregat)	286	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
3 Conca Alta de la Muga (la Jonquera)	143	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
3 Conca Alta de la Muga (emb Boadella)	168	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
8 Banyoles	343	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
6 Emporda (principal)	591	50	40	45	Prorroga a 2021	2			
5 Conca Alta del Cardener Llobregat	239	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
13 Montseny - Guillerries	554	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
17 Ventall àluvial de Terrassa	70	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
12 Prelitoral Castellar - Centelles i aquífers locals (ppal)	116	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	1			
18 Maresme	454	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
22 Àluvials Penedés	18	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
22 Àluvials Penedés	17	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
21 Detrític Baix Penedés	73	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
7 Pale_gens Baix Ter (principal)	57	35	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
7 Pale_gens Baix Ter	48	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
20 Gaià - Bonastre (principal)	343	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.16 Cuencas de las Islas Baleares

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
ADDAIA (Menorca)	21	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CIUTADELLA (Menorca)	157	50	50	50	Prorroga a 2027	2			
TIRANT (Menorca)	5	35	40	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SA ROCA (Menorca)	70	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ES MIGJORN GRAN (Menorca)	107	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
PORT DE POLLENÇA (Mallorca)	42	20	30	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
TERNELLES (Mallorca)	36	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MAÓ (Menorca)	116	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
LLUC (Mallorca)	70	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALCUDIA (Mallorca)	23	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
AIXARTELL (Mallorca)	24	20	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
POLLENÇA (Mallorca)	42	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
L'ARBOÇAR (Mallorca)	9	15	25	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SA COSTERA (Mallorca)	22	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SA POBLA (Mallorca)	124	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
PORT DE SÓLLER (Mallorca)	15	25	25	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CRESTATX (Mallorca)	7	60	60	50	Prorroga a 2027	2			
ESCORCA (Mallorca)	7	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAIMARI (Mallorca)	41	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
NAVARRA (Mallorca)	5	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
S'OLLA (Mallorca)	49	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
MASSANELLA (Mallorca)	22	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
FARRUTX (Mallorca)	28	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SOLLER (Mallorca)	11	40	35	30	Cumple objetivos en 2015	1			
VALLDEMOSSA	29	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
LLOSETA	24	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SON REAL (Mallorca)	114	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
LLUBÍ (Mallorca)	93	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
ES RECÓ (Mallorca)	34	5	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAPDEPERA (Mallorca)	49	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
BUNYOLA	43	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
INCA (Mallorca)	98	20	30	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PENYAFLOR (Mallorca)	43	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ESPORLES	74	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
BANAYLBUFAR	23	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SES PLANES	42	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ARIANY (Mallorca)	38	35	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			*
SON REUS (Mallorca)	57	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SON SERVERA	25	10	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
PONT D'INCA (Mallorca)	107	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SA FITA DEL RAM	19	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANT LLORENÇ (Mallorca)	57	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SA PENYA BLANCA (Mallorca)	10	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
XORRIGO (Mallorca)	110	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
GALATZÓ	29	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
PETRA (Mallorca)	34	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SON TALENT	57	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SES BASSES (Mallorca)	13	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAPDELLÀ (Mallorca)	40	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
LA VILETA (Mallorca)	21	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PORTOCRISTO (Mallorca)	46	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SANT ELM (Mallorca)	4	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTA CIRGA	22	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANT JORDI	67	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
MONTUIRI	30	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
JUSTANÍ (Mallorca)	21	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
PALMANOVA (Mallorca)	43	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PORT D'ANDRATX (Mallorca)	13	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALGAIDA (Mallorca)	37	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
COLL ANDRITXOL (Mallorca)	8	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SA TORRE (Mallorca)	25	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA PONÇA	31	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SON MESQUIDA	53	20	30	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SON MACIÀ (Mallorca)	5	25	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PORRERES (Mallorca)	45	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
MARINA DE LLUCMAJOR (Mallorca)	296	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SANT SALVADOR (Mallorca)	71	45	45	45	Prorroga a 2027	2			
CALA D'OR (Mallorca)	39	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PLA DE CAMPOS (Mallorca)	255	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
CAS CONCOS (Mallorca)	21	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTANYÍ (Mallorca)	50	55	55	55	Objetivos menos rigurosos	2			
PORT DE SANT MIQUEL (Ibiza)	38	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
RIU DE SANTA EULARIA (Ibiza)	63	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ES FIGUERAL (Ibiza)	28	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SANT LLORENÇ (Ibiza)	38	25	25	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ES CANAR (Ibiza)	34	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA INÉS (Ibiza)	39	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CALA LLONGA (Ibiza)	24	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA GERTRUDIS (Ibiza)	21	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANT AGUSTÍ (Ibiza)	45	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PLA DE SANT ANTONI (Ibiza)	15	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
CALA TARIDA (Ibiza)	53	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SERRA GROSSA (Ibiza)	59	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
JESÚS (Ibiza)	45	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ROCA LLISSA (Ibiza)	17	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
PORT ROIG (Ibiza)	12	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
LA SAVINA (Formentera)	41	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAP DE BERBERÍA (Formentera)	21	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
LA MOLA (Formentera)	17	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
PORTINATX (Ibiza)	36	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
ADDAIA (Menorca)	21	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CIUTADELLA (Menorca)	157	50	55	50	Prorroga a 2027	2			
TIRANT (Menorca)	5	35	40	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SA ROCA (Menorca)	70	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ES MIGJORN GRAN (Menorca)	107	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
PORT DE POLLENÇA (Mallorca)	42	20	30	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
TERNELLES (Mallorca)	36	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
MAÓ (Menorca)	116	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
LLUC (Mallorca)	70	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALCUDIA (Mallorca)	23	15	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
AIXARTELL (Mallorca)	24	20	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
POLLENÇA (Mallorca)	42	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
L'ARBOÇAR (Mallorca)	9	15	25	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SA COSTERA (Mallorca)	22	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SA POBLA (Mallorca)	124	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
PORT DE SÓLLER (Mallorca)	15	25	25	20	Cumple objetivos en 2015	1			
CRESTATX (Mallorca)	7	35	35	30	Cumple objetivos en 2015	2			
ESCORCA (Mallorca)	7	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAIMARI (Mallorca)	41	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
NAVARRA (Mallorca)	5	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
S'OLLA (Mallorca)	49	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
MASSANELLA (Mallorca)	22	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
FARRUTX (Mallorca)	28	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SOLLER (Mallorca)	11	40	35	30	Cumple objetivos en 2015	1			
VALLDEMOSSA	29	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
LLOSETA	24	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SON REAL (Mallorca)	114	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
LLUBÍ (Mallorca)	93	35	40	35	Cumple objetivos en 2015	2			
ES RECÓ (Mallorca)	34	5	10	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAPDEPERA (Mallorca)	49	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
BUNYOLA	43	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
INCA (Mallorca)	98	20	30	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PENYAFLOR (Mallorca)	43	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ESPORLES	74	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
BANAYLBUFAR	23	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SES PLANES	42	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
ARIANY (Mallorca)	38	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
SON REUS (Mallorca)	57	25	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SON SERVERA	25	10	15	10	Cumple objetivos en 2015	1			
PONT D'INCA (Mallorca)	107	15	20	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SA FITA DEL RAM	19	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANT LLORENÇ (Mallorca)	57	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SA PENYA BLANCA (Mallorca)	10	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
XORRIGO (Mallorca)	110	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
GALATZÓ	29	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			

Definición de los objetivos de calidad de las aguas para la concentración nitrato dentro de la Directiva Marco del Agua en las masas de aguas subterráneas de las cuencas intercomunitarias

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
PETRA (Mallorca)	34	35	30	30	Cumple objetivos en 2015	2			
SON TALENT	57	30	30	30	Cumple objetivos en 2015	1			
SES BASSES (Mallorca)	13	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAPDELLÀ (Mallorca)	40	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
LA VILETA (Mallorca)	21	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
PORTOCRISTO (Mallorca)	46	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
SANT ELM (Mallorca)	4	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTA CIRGA	22	30	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANT JORDI	67	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
MONTUIRI	30	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
JUSTANÍ (Mallorca)	21	60	55	50	Prorroga a 2027	2			
PALMANOVA (Mallorca)	43	30	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
PORT D'ANDRATX (Mallorca)	13	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
ALGAIDA (Mallorca)	37	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
COLL ANDRITXOL (Mallorca)	8	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
SA TORRE (Mallorca)	25	20	25	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA PONÇA	31	30	30	25	Cumple objetivos en 2015	1			
SON MESQUIDA	53	20	30	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SON MACIÀ (Mallorca)	5	25	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PORRERES (Mallorca)	45	25	25	25	Cumple objetivos en 2015	1			
MARINA DE LLUCMAJOR (Mallorca)	296	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			
SANT SALVADOR (Mallorca)	71	45	45	45	Prorroga a 2027	2			*
CALA D'OR (Mallorca)	39	10	10	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PLA DE CAMPOS (Mallorca)	255	40	40	40	Cumple objetivos en 2015	2			*
CAS CONCOS (Mallorca)	21	15	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SANTANYÍ (Mallorca)	50	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			
PORT DE SANT MIQUEL (Ibiza)	38	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
RIU DE SANTA EULARIA (Ibiza)	63	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ES FIGUERAL (Ibiza)	28	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
SANT LLORENÇ (Ibiza)	38	25	25	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
ES CANAR (Ibiza)	34	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA INÉS (Ibiza)	39	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
CALA LLONGA (Ibiza)	24	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANTA GERTRUDIS (Ibiza)	21	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
SANT AGUSTÍ (Ibiza)	45	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
PLA DE SANT ANTONI (Ibiza)	15	20	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
CALA TARIDA (Ibiza)	53	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
SERRA GROSSA (Ibiza)	59	10	15	15	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
JESÚS (Ibiza)	45	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
ROCA LLISSA (Ibiza)	17	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
PORT ROIG (Ibiza)	12	15	15	20	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
LA SAVINA (Formentera)	41	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
CAP DE BERBERÍA (Formentera)	21	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
LA MOLA (Formentera)	17	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
PORTINATX (Ibiza)	36	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			

6.1.17 Cuencas de las Islas Canarias

Resultados correspondientes a la previsión de “Inversión y mejora”.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Noreste (Las Palmas)	451	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Noroeste (Las Palmas)	49	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Norte (Las Palmas)	38	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Este (Las Palmas)	50	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sureste (Las Palmas)	110	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Noreste (Las Palmas)	85	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Oeste (Las Palmas)	30	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sur (Las Palmas)	135	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Centro Sur (Las Palmas)	535	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Suroeste (Las Palmas)	76	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV001	858	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV002	355	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV003	289	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV004	138	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Lanzarote ES70LZ001	841	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Insular-vertientes (La Palma)	322	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Costero (La Palma)	176	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Complejo Basal (La Palma)	29	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Dorsal Sur (La Palma)	162	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valle de Aridane-Tazacorte (La Palma)	21	65	65	65	Objetivos menos rigurosos	2			*
Ac. Valle de El Golfo (El Hierro)	75	20	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valverde-Zona Oriental (El Hierro)	87	20	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. El Julán-Zona Sur (El Hierro)	106	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Insular (La Gomera)	203	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Complejo Basal (La Gomera)	44	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valle de Valle Gran Rey (La Gomera)	3	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valle de San Sebastián (La Gomera)	9	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Costero (La Gomera)	109	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Masa de Las Cañadas-Valle Icod La Guancha y Dorsal NO (Tenerife)	275	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Masa Costera del Valle de La Orotava (Tenerife)	23	55	50	50	Prorroga a 2027	2			
Masa Costera Vertiente Sur (Tenerife)	437	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Masa Compleja de Medianías y Costa N-NE (Tenerife)	1,284	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			

Resultados correspondientes al escenario de aplicación de dosis óptimas de fertilización.

Masa	Supkm2	2015	2021	2027	Diagnostico	Medidas	Puntual	Tendencia	Adicionales
Noreste (Las Palmas)	451	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Noroeste (Las Palmas)	49	15	20	25	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Norte (Las Palmas)	38	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Este (Las Palmas)	50	20	25	30	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Sureste (Las Palmas)	110	30	35	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Noreste (Las Palmas)	85	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Oeste (Las Palmas)	30	40	35	35	Cumple objetivos en 2015	2			
Sur (Las Palmas)	135	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Centro Sur (Las Palmas)	535	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Suroeste (Las Palmas)	76	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV001	858	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV002	355	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV003	289	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Fuerteventura ES70FV004	138	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Lanzarote ES70LZ001	841	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Insular-vertientes (La Palma)	322	10	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Costero (La Palma)	176	25	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Complejo Basal (La Palma)	29	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Dorsal Sur (La Palma)	162	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valle de Aridane-Tazacorte (La Palma)	21	60	60	60	Objetivos menos rigurosos	2			*
Ac. Valle de El Golfo (El Hierro)	75	20	20	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valverde-Zona Oriental (El Hierro)	87	20	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. El Julán-Zona Sur (El Hierro)	106	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Insular (La Gomera)	203	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Complejo Basal (La Gomera)	44	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valle de Valle Gran Rey (La Gomera)	3	15	15	15	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Valle de San Sebastián (La Gomera)	9	5	5	5	Cumple objetivos en 2015	1			
Ac. Costero (La Gomera)	109	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Masa de Las Cañadas-Valle Icod La Guancha y Dorsal NO (Tenerife)	275	10	10	10	Cumple objetivos en 2015	1			
Masa Costera del Valle de La Orotava (Tenerife)	23	50	40	35	Prorroga a 2021	2			
Masa Costera Vertiente Sur (Tenerife)	437	25	30	35	Cumple objetivos en 2015	1		Creciente	
Masa Compleja de Medianías y Costa N-NE (Tenerife)	1,284	20	20	20	Cumple objetivos en 2015	1			

7 Referencias

- CEE, 1975. *Directiva 75/440/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros*. DO L 194 de 25.7.1975, p. 26/31 (DA, DE, EN, FR, IT, NL) Edición especial en español: Capítulo 15 Tomo 1 p. 0123. DE L 328 25/07/1975 P. 0034-0039
- CEE, 1991. *Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura*. DO L 375 de 31.12.1991, p. 1/8 (ES, DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL, PT)
- CE, 2000. *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*. DO L 327 de 22.12.2000, p. 1/73 (ES, DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL, PT, FI, SV)
- CE, 2002. *Aplicación de la Directiva 91/676/CEE del Consejo relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura*.
- EC, 2003. *Common Implementation Strategy for the water Framework Directive (2000/60/EC)*. Working Group IMPRESS, Analysis of Pressures and Impacts.
- CE, 2006. *Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.
- COM (2000) 20.COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT *Indicators for the Integration of Environmental Concerns into the Common Agricultural Policy*. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Brussels, 26.01.2000
- COM (2001) .COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT *Información Estadística necesaria para los Indicadores de seguimiento de la Integración de las consideraciones medioambientales en la Política Agrícola Común*. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Bruselas, 20.03.2001
- COM, 2007. *Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre la aplicación de la Directiva 91/676/CEE del Consejo, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, en el periodo de 2000-2003*
- EEA, 2000. *Calculation of nutrients surpluses from agricultural sources. Statistics spatialisation by means of CORINE land cover. Application to the case of nitrogen. Technical report n° 51*.
- EEA, 2005a. *Agriculture and environment in EU-15 - the IRENA indicator report*. EEA Report 6/2005.
- EEA, 2005. *Source apportionment of nitrogen and phosphorus inputs into the aquatic environment*. European Environment Agency. EEA Report 7/2005.
- EEA, 2006. *Integration of environment into EU agriculture policy – the IRENA indicator-based assessment report*. EEA Report No 2/2006
- EUROSTAT, 2006b. *Concepts and Definitions Database (CODED)*. <http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/>
- JRC, 2006a. *An Atlas of Pan-European Data for Investigating the Fate of Agrochemicals in Terrestrial Ecosystems*. Joint Research Centre EUR 22334 EN.
- JRC, 2006b. *Assessment of Nitrogen and Phosphorus Environmental Pressure at European Scale*. Joint Research Centre. EUR 22526 EN
- JRC, 2007a. *European Agrochemicals Geospatial Loss Estimator: Model Development and Applications*. Joint Research Centre EUR 22690 EN.
- JRC, 2007b. *Spatialised European Nutrient Balance*. Joint Research Centre. EUR 22692 EN

- Knisel, W. G., Leonard, R. A., Davis, F. M., and Nicks, A. D. 1993. "GLEAMS version 2.10, Part III, user's manual." *Conservation Research Rep.*, USDA, Washington, D.C.
- MARM, 2008. *Balances del Nitrógeno y del Fósforo de la Agricultura Española. Años 1996 a 2006, elaborado en 2008.*
- MARM, 2008. "Informe cuatrienal 2004-2007. Directiva 91/676/CEE. Resultados red de control de nitratos de aguas subterráneas". Dirección General del Agua. Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico.
- MARM, 2008. *Directiva sobre nitratos (91/676/CEE). Estado y tendencias del medio acuático y las prácticas agrarias. Cuatrienio 2004-2007*
- MARM, 2008c. *Objetivos medioambientales y exenciones. Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua del Ministerio de Medio Ambiente. Julio 2008.*
- MAPA, 1998. *Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del año 1997.*
- MAPYA, 2005. *Balance de Nitrógeno en la Agricultura Española. Año 2004.*
- MIMAM y MAPYA, 2001. *Caracterización de las fuentes agrarias de contaminación de las aguas por nitratos. Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Subdirección General de Tratamiento y Control de la Calidad de las Aguas.*
- MIMAM, 2004. *Júcar Pilot River Basin, Provisional Article 5. Report Pursuant to the Water Framework Directive. Ministerio de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Júcar.*
- Novotny, V. and H. Olem. 1994. *Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. New York: Van Nostrand Reinhold.*
- OECD, 2007. (forthcoming). *Environmental Indicators for Agriculture Volume 4, Paris, France, www.oecd.org/agr/env/indicators.htm*
- Pérez, M. A. 2005 *Modelo distribuido de simulación del ciclo hidrológico y calidad del agua, integrado en sistemas de información geográfica, para grandes cuencas. Aportación al análisis de presiones e impactos de la Directiva Marco del Agua.*
- SCS, 1954. *Hydrology guide for use in watershed planning, USDA Soil Conservation Service U.S. Dept. of Agriculture.*
- Shaffer, M.J., Halvorson, A.D. and Pierce, F.J. 1991. *Nitrate leaching and Economic Analysis Package (NLEAP): Model description and application. pp. 259-283. IN R.F. Follett, D.R. Keeney (eds.). Managing Nitrogen for Ground-Water Quality and Farm Profitability. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI. 357 p.*
- Témez, J.R. 1977. *Modelo matemático de transformación precipitación-aportación. ASINEL, 1977.*

Valencia, lunes, 02 de noviembre de 2009



Responsable del Convenio:
D. Miguel Ángel Pérez Martín