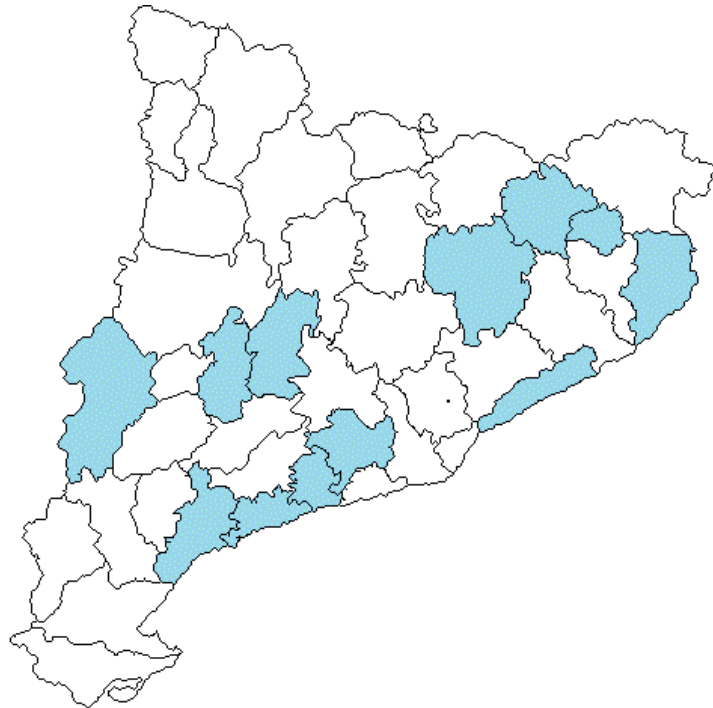


Treball Final de Carrera

Estudi de la contaminació per nitrats a les aigües subterrànies de Catalunya:

*l'Alt Penedès, el Baix Camp, el Baix Empordà, el Baix Penedès, la Garrotxa, el
Maresme, Osona, el Pla de l'Estany, la Segarra, el Segrià, el Tarragonès i l'Urgell.*



Mireia Gomis Garcia

Enginyeria Superior d'Organització Industrial

Director: Fortià Prat Bofill

Avaladora: Julita Oliveras Masramon

Vic, juny de 2013

L'aigua disponible a la humanitat serà la que avui tenim,
mai no es podrà augmentar,
perquè l'aigua no s'aconseguirà fabricar.
Buscar-la i conservar-la és la
fita de tots nosaltres si volem sobreviure.

AGRAÏMENTS

La realització del present treball de final de carrera no hagués estat possible sense l'ajuda i la col·laboració de diverses persones i institucions, que m'han ofert una ajuda inestimable i m'han transmès un gran interès per l'apassionant i important tema que es tracta en el treball.

Així doncs voldria agrair l'ajuda, suport, dedicació, aportació de coneixements, orientació i motivació tant de la Dra. Julita Oliveras, avaladora del treball, com del Sr. Fortià Prat, director del treball, durant tota la realització del mateix, i també els meus agraïments a l'Eva Torrescasana, per tot el seu suport.

Gràcies al grup de treball de l'EPS de la UVic, compost per Fortià Prat (Llicenciat en Farmàcia. Professor col·laborador de la UVic), Julita Oliveras (Doctora en Biologia. Professora Titular. Escola Politècnica Superior (EPS). UVic) i Eva Torrescasana (Llicenciada en Ciència i Tecnologia dels Aliments. Diplomada en Nutrició humana i dietètica. UVic). Que lideren el projecte "Estudi de l'evolució dels nitrats analitzats a l'aigua dels municipis de la comarca d'Osona"; he pogut gaudir d'una beca atorgada per l'EPS i per l'Oficina Tècnica de Recerca i Transferència de Coneixement (OTRI) de la UVic, durant el curs 2012/13 i m'he introduït al món de l'aigua i la seva contaminació, un món que sens dubte s'ha de saber valorar, se n'ha de prendre consciència i sobretot s'ha de cuidar.

També voldria donar les gràcies als Laboratoris Prat per l'aportació de dades del seu arxiu així com a l'Agència Catalana de l'Aigua ja que, després d'una llarga recerca de dades referents a nitrats en diferents ajuntaments i entitats, han estat els únics que han col·laborat.

Per altra banda voldria agrair l'aportació d'aquells ajuntaments que m'han explicat la situació de les aigües subterrànies als seus municipis.

Finalment, però no menys importants, donar les gràcies a la meva parella per l'ajuda, la paciència, els ànims i l'amor incondicional, i a la meva família, per la comprensió, el recolzament que sempre m'han donat i per estar sempre al meu costat.

Moltes gràcies a tots per fer possible aquest treball.

ÍNDIX

ÍNDIX DE FIGURES	IV
ÍNDIX DE TAULES	VI
ÍNDIX DE GRÀFICS	VIII
ACRÒNIMS.....	XIII
RESUM.....	XIV
1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. OBJECTIUS.....	3
3. ANTECEDENTS – ESTAT DE L'ART	5
3.1. L'aigua	5
3.1.1. Distribució hídrica global.....	5
3.1.2. El cicle de l'aigua.....	8
3.1.3. Aigües subterrànies	10
3.1.3.1. Aigües subterrànies a Catalunya.....	11
3.2. Els nitrats	13
3.2.1. Origen dels nitrats	13
3.2.1.1. Què són els nitrats	13
3.2.1.2. El cicle del nitrogen	13
3.2.1.3. Entrades del nitrogen al sòl.....	15
3.2.1.4. Transformacions del nitrogen al sòl.....	17
3.2.1.5. Sortides del nitrogen del sòl	19
3.2.2. Orígens possibles de la presència de nitrats a l'aigua	21
3.2.3. Efectes dels nitrats a la salut humana	22
3.2.3.1. Grups poblacionals que presenten més risc.....	23
3.2.3.2. Accions per evitar els efectes perjudicials dels nitrats	25
3.3. Normativa d'aigua i nitrats.....	26

3.3.1.	Normativa d'aigua.....	26
3.3.2.	Normativa de nitrats en l'aigua de consum humà	26
3.3.3.	Zones vulnerables	28
3.3.3.1.	Zones vulnerables a Europa.....	28
3.3.3.2.	Zones vulnerables a Espanya	29
3.3.3.3.	Zones vulnerables a Catalunya.....	30
3.4.	Contaminació per nitrats de les aigües subterrànies	45
3.4.1.	Presència de nitrats a les aigües subterrànies de Catalunya	45
4.	MATERIAL I MÈTODES	50
5.	RESULTATS I DISCUSSIÓ	59
5.1.	Zona en estudi	59
5.2.	Estudi de l'evolució de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies de la zona en estudi	60
5.2.1.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de l'Alt Penedès ..	61
5.2.2.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Baix Camp.....	63
5.2.3.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Baix Empordà	65
5.2.4.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Baix Penedès	67
5.2.5.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de la Garrotxa	69
5.2.6.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Maresme	71
5.2.7.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies d'Osona	73
5.2.8.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Pla de l'Estany	76
5.2.9.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de la Segarra	78
5.2.10.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Segrià	80
5.2.11.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Tarragonès.	82
5.2.12.	Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de l'Urgell.....	84
5.2.13.	Discussió dels resultats obtinguts de l'evolució de la concentració de nitrats en la zona d'estudi.....	86

5.3. Variables que afecten a la concentració de nitrats a les aigües subterrànies.....	88
5.3.1. Conductivitat elèctrica.....	88
5.3.2. Pluviometria.....	105
5.3.3. Superfície agrària útil (SAU)	121
5.3.4. Explotacions agràries	125
5.3.5. Caps de bestiar boví i porcí	127
6. USOS ALTERNATIUS D'AIGÜES CONTAMINADES PER NITRATS.....	132
6.1. Aigua per a ús domèstic.....	132
6.2. Aigua per a un polígon industrial	133
6.3. Aigua per a un municipi.....	134
6.4. Aigua subterrània contaminada per nitrats mesclada amb aigua de la xarxa.	134
6.5. Aigua subterrània no contaminada per nitrats	135
6.6. Recerca d'usos alternatius d'aigües contaminades per nitrats a les comarques en estudi	136
7. CONCLUSIONS.....	143
8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	148
Bibliografia.....	148
Enllaços web	151
Normativa	153
9. ANNEXOS	156
9.1. Carta Europea de l'aigua.....	156
9.2. Legislació vigent d'aigua de consum humà: RD 140/2003	157

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1.1. Zona en estudi	2
Figura 3.1. Distribució global de l'aigua. Font: WWAP 2006, basat en dades de Shiklomanov i Rodda 2003.	7
Figura 3.2. El cicle de l'aigua	9
Figura 3.3. Esquema d'un aquífer. Font: www.xtec.cat/~alopez/hidrosfera	10
Figura 3.4 Recursos hídrics subterranis naturals disponibles.	10
Figura 3.5. Aigües subterrànies de Catalunya. Font: ACA.	12
Figura 3.6. El cicle del nitrogen.	14
Figura 3.7. El cicle del nitrogen: entrades del nitrogen al sòl.	16
Figura 3.8. El cicle del nitrogen: transformacions del nitrogen al sòl.	17
Figura 3.9. Nitrificació.	18
Figura 3.10. Nitrificació i desnitrificació.	20
Figura 3.11. Efectes dels nitrats a la salut humana.	23
Figura 3.12. Mapa de zones vulnerables a Europa.	28
Figura 3.13. Mapa de zones vulnerables a Espanya.	29
Figura 3.14. Mapa de zones vulnerables a Catalunya. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	30
Figura 3.15. Zona vulnerable 1: Alt Empordà, Baix Empordà, Pla de l'Estany, Gironès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	31
Figura 3.16. Zona vulnerable 2: Maresme i Selva. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	33
Figura 3.17. Zona vulnerable 3: Osona. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	34
Figura 3.18. Zona vulnerable 4: Alt Camp, Baix Camp i Tarragonès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	35
Figura 3.19. Zona vulnerable 5: Baix Penedès i Alt Penedès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	36
Figura 3.20. Zona vulnerable 6: Anoia, Conca de Barberà, Garrigues, Noguera, Segarra, Urgell, Pla d'Urgell i Segrià. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	37

Figura 3.21. Zona vulnerable 7: Garrotxa. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.....	39
Figura 3.22. Zona vulnerable 8: Gironès i Selva. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	40
Figura 3.23. Zona vulnerable 9: Vallès Occidental i Vallès Oriental. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	41
Figura 3.24. Zona vulnerable 10: Bages, Berguedà i Solsonès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	42
Figura 3.25. Zona vulnerable 11: Ribera d'Ebre. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	43
Figura 3.26. Zona vulnerable 12: Baix Ebre i Montsià. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.	44
Figura 3.27. Designació de zones vulnerables en relació a la contaminació de nitrats. Font: ACA.....	46
Figura 3.28. Masses d'aigua subterrània en risc de no assolir els objectius ambientals de la directiva marc de l'aigua. Font: ACA.....	47
Figura 3.29. Tendència anual i concentració mitjana de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de Catalunya (2001-2006). Font: ACA.....	48
Figura 4.1. Com accedir a l'aplicació de Xarxes de control de la web de l'ACA.	51
Figura 4.2. Aplicació de Xarxes de control de la web de l'ACA.	51
Figura 4.3. Finestra de consulta interactiva de dades de la web de l'ACA.....	52
Figura 4.4. Exemple de consulta a l'ACA de dades de nitrats al municipi de Vic.	54
Figura 4.5. Exemple de dades de nitrats obtingudes en el municipi de Vic.	55
Figura 5.1. Zona en estudi	59

ÍNDEX DE TAULES

Taula 3.1. Valors de nitrats i nítrits per la ingesta diària admissible (IDA).....	24
Taula 5.1. Dades del valor mitjà de la concentració de nitrats a les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012.	60
Taula 5.2. Dades del valor mitjà de la concentració de nitrats a les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012 i mitjana anual de la zona en estudi.	86
Taula 5.3. Dades del valor mitjà de la conductivitat a les aigües subterrànies de les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012.	89
Taula 5.4. Dades del valor mitjà de la conductivitat a les aigües subterrànies de les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012 i mitjana anual de la zona en estudi.	103
Taula 5.5. Dades del valor de la pluviometria a les comarques en estudi des de l'any 2002 al 2011.	105
Taula 5.6. Dades del valor de la pluviometria a les comarques en estudi des de l'any 2002 al 2011 i mitjana anual de la zona en estudi.	119
Taula 5.7. Nitrats (mg/l) i SAU (ha) de les comarques en estudi de l'any 2009.	121
Taula 5.8. Nitrats (mg/l), SAU (ha), superfície llaurada (ha) i percentatge de SAU corresponent a terres llaurades de les comarques en estudi de l'any 2009.	123
Taula 5.9. Nitrats (mg/l) i explotacions agràries de les comarques en estudi de l'any 2009.	125
Taula 5.10. Nitrats (mg/l) i caps de bestiar boví i porcí de les comarques en estudi de l'any 2009.	127
Taula 6.1. Municipis de l'Alt Penedès que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	136
Taula 6.2. Municipis del Baix Camp que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	136
Taula 6.3. Municipis del Baix Empordà que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	137
Taula 6.4. Municipis del Baix Penedès que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	139

Taula 6.5. Municipis del Maresme que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	140
Taula 6.6. Municipis d'Osona que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	141
Taula 6.7. Municipis de la Segarra que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	141
Taula 6.8. Municipis del Segrià que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	142
Taula 6.9. Municipis de l'Urgell que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.	142
Taula 7.1. Dades del valor mitjà de la concentració de nitrats a les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012.	143

ÍNDEX DE GRÀFICS

Gràfic 5.1. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de l'Alt Penedès des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	61
Gràfic 5.2. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Camp des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	63
Gràfic 5.3. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Empordà des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	65
Gràfic 5.4. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Penedès des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	67
Gràfic 5.5. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de la Garrotxa des de l'any 2003 fins el 2011. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	69
Gràfic 5.6. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Maresme des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	71
Gràfic 5.7. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies d'Osona des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	73
Gràfic 5.8. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies (fonts) d'Osona des de l'any 2004 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'arxiu del Laboratori Prat.	75
Gràfic 5.9. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Pla de l'Estany des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	76
Gràfic 5.10. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de la Segarra des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	78

Gràfic 5.11. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Segrià des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	80
Gràfic 5.12. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Tarragonès des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.....	82
Gràfic 5.13. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de l'Urgell des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	84
Gràfic 5.14. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de les 12 comarques estudiades des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	87
Gràfic 5.15. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies de l'Alt Penedès. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	90
Gràfic 5.16. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies del Baix Camp. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	91
Gràfic 5.17. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies del Baix Empordà. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	92
Gràfic 5.18. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies del Baix Penedès. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	93
Gràfic 5.19. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies de la Garrotxa. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	94
Gràfic 5.20. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies del Maresme. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	95
Gràfic 5.21. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (μ S/cm) a les aigües subterrànies d'Osona. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	96

Gràfic 5.22. Relació entre la concentració mitjana de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S/cm}$) de les aigües de les fonts dels municipis d'Osona. Font: elaboració pròpia amb dades de l'arxiu del Laboratori Prat.	97
Gràfic 5.23. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S/cm}$) a les aigües subterrànies del Pla de l'Estany. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	98
Gràfic 5.24. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S/cm}$) a les aigües subterrànies de la Segarra. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	99
Gràfic 5.25. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S/cm}$) a les aigües subterrànies del Segrià. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	100
Gràfic 5.26. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S/cm}$) a les aigües subterrànies del Tarragonès. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	101
Gràfic 5.27. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S/cm}$) a les aigües subterrànies de l'Urgell. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	102
Gràfic 5.28. Evolució de la relació entre el valor mitjà de les concentració de nitrats de les aigües subterrànies de les 12 comarques estudiades i la seva conductivitat mitjana des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.	104
Gràfic 5.29. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de l'Alt Penedès i la pluviometria (l/m^2) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.	107
Gràfic 5.30. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Baix Camp i la pluviometria (l/m^2) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.	108
Gràfic 5.31. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Baix Empordà i la pluviometria (l/m^2) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.	109

Gràfic 5.32. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Baix Penedès i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	110
Gràfic 5.33. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de la Garrotxa i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	111
Gràfic 5.34. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Maresme i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	112
Gràfic 5.35. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies d'Osona i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	113
Gràfic 5.36. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Pla de l'Estany i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	114
Gràfic 5.37. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de la Segarra i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	115
Gràfic 5.38. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Segrià i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	116
Gràfic 5.39. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Tarragonès i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	117
Gràfic 5.40. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de l'Urgell i la pluviometria (l/m ²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	118
Gràfic 5.41. Evolució de la relació entre el valor mitjà de les concentració de nitrats de les aigües subterrànies de les 12 comarques estudiades des de l'any 2003 fins el 2012 i la pluviometria des del 2002 al 2011. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	120

Gràfic 5.42. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies i la SAU (ha) de cada comarca l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	122
Gràfic 5.43. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies i la SAU (ha) i la superfície llaurada de cada comarca l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	123
Gràfic 5.44. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de l'Urgell i el nombre d'explotacions agràries de la comarca l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	126
Gràfic 5.45 Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i el nombre de caps de bestiar boví l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	128
Gràfic 5.46 Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i el nombre de caps de bestiar porcí l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.....	129

ACRÒNIMS

ACA: Agència Catalana de l'Aigua

ATLL: Aigües Ter Llobregat

DMA: Directiva marc de l'aigua

EDAR: estació depuradora d'aigües residuals

ETAP: estació de tractament d'aigua potable

FAO: Food and Agriculture Organization

GDT: Grup de Defensa del Ter

ha: hectàrea

IDA: ingesta diària admissible

Idescat: Institut d'Estadística de Catalunya

IEC: Institut d'Estudis Catalans

kg: quilogram

l: litre

m: metre

$\mu\text{S/cm}$: microSiemens/centímetre

mg: mil·ligram

mm: mil·límetre

N: nitrogen

N_2 : nitrogen gasós

NH_3^+ : amoníac

NH_4^+ : amoni

NO_2^- : nitrit

NO_3^- : nitrat

OD: oxigen dissolt

OMS: Organització Mundial de la Salut

RD: Reial Decret

SAU: superfície agrària útil

TFC: treball de final de carrera

UV: ultraviolat

ZV: zona vulnerable

Resum de Treball Final de Carrera

Enginyeria Superior en Organització Industrial

Títol: Estudi de la contaminació per nitrats a les aigües subterrànies de Catalunya.

Paraules clau: nitrats, aigua subterrània, contaminació, pluviometria, conductivitat, superfície agrària útil (SAU), explotacions agràries, cabana porcina i bovina, sostenibilitat.

Autora: Mireia Gomis Garcia

Direcció: Fortià Prat Bofill

Avaladora: Julita Oliveras Masramon

Data: Juny de 2013

RESUM

La contaminació per nitrats de les aigües subterrànies és un dels problemes mediambientals i de salut pública que més afecten els nostres aqüífers. És per això que un dels eixos del nostre estudi és fer la màxima difusió de l'estat de la qualitat de l'aigua dels aqüífers de diferents àrees de Catalunya.

En el present estudi es tracta la contaminació per nitrats a les aigües de 945 punts de mostreig (sobretot d'aigua procedent de pous, d'algunes mines i d'algunes fonts) de Catalunya, situats en 12 comarques diferents, totes elles amb algun o una gran part dels seus municipis englobats en una zona vulnerable.

D'aquests punts de mostreig s'ha fet un recull de dades de la concentració de nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 per tal d'estudiar-ne l'evolució i la incidència de la pluviometria, així com conèixer en quines comarques les variables externes: superfície agrària útil (SAU), explotacions agràries i cabana porcina i bovina poden haver incidit directament en la contaminació. També s'estudia fins a quin punt, aquest deteriorament, ha afectat la mineralització de l'aigua o afecta a llocs d'aigües més mineralitzades.

A partir dels resultats obtinguts s'ha arribat a les conclusions que la concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies en la majoria de comarques estudiades és elevada, superior als 50 mg/l que estableix la normativa vigent; que ha tendit a l'estabilitat en els últims deu anys; que afecta llocs d'aigües molt mineralitzades i que la pluviometria incideix notablement en la concentració de nitrats. S'ha observat que les variables externes superfície agrària útil (SAU), explotacions agràries i cabana porcina i bovina incideixen directament en la contaminació, excepte al Maresme.

Finalment es presenten diferents usos alternatius als de l'aigua de consum per aquestes aigües contaminades amb nitrats i que han posat en pràctica diferents municipis de les comarques estudiades.

Dissertation Abstract

Industrial Organization Engineering

Title: Study of nitrate contamination of Catalonia's groundwater.

Keywords: nitrates, groundwater, contamination, rainfall, conductivity, usable agricultural area (UAA), agricultural holding, cattle, swine, sustainability.

Author: Mireia Gomis Garcia

Director: Fortià Prat Bofill

Endorser: Julita Oliveras Masramon

Date: June 2013

ABSTRACT

Nitrate contamination of groundwater is one of the most detrimental issues concerning public health and environmental problems in our aquifers. That is the reason why one of the pillars of our study is to disseminate to the fullest extent the state of the aquifer water quality of different areas in Catalonia.

This study deals with nitrate contamination of the water of 945 sampling points (especially water from wells, some mines and some springs) of Catalonia, located in 12 different regions, and including, to a larger or lesser extent, municipalities in a vulnerable zone.

In these sampling points, data has been collected concerning nitrate concentration from 2003 to 2012 in order to study its evolution and the impact of rainfall, and to get to know the regions where external variables (usable agricultural area (UAA), agricultural holdings, cattle and swine) may have had a direct impact on contamination. Furthermore, this project shows to what degree this deterioration has affected the mineralization of the water or affects locations of water with a higher degree of mineralization.

The results lead to the conclusions that the average concentration of nitrate in groundwater in most of the studied areas is high, exceeding the 50 mg/l established by the current regulations and it has tended to stabilize over the past ten years; besides it affects places with a high degree of mineralized water and rainfall significantly affects the concentration of nitrates. The external variables usable agricultural area (UAA), agricultural holdings, swine and cattle have been proven to directly affect contamination, except in the Maresme region.

To conclude, this study shows several alternative uses for this water which is contaminated with nitrates, other than its consumption, which have been implemented in numerous municipalities of the studied regions.

1. INTRODUCCIÓ

L'aigua és un bé essencial per la vida, no només pels éssers humans sinó per tota forma de vida existent al nostre planeta. La major part de la Terra està coberta per aigua, però gairebé tota aquesta aigua és part dels oceans salats i només el 2,5% de l'aigua de la Terra és aigua dolça, valor que es redueix encara més degut a la contaminació.

Malgrat ser un bé vital, l'aigua dolça, malauradament, és força escassa i aquesta escassetat, a més d'estar afectada per la quantitat, també ho està en gran mesura per la seva qualitat. El canvi climàtic, la contaminació i el creixement cada vegada més gran de la població mundial són alguns dels diferents factors que fan que els recursos finits d'aigua dolça vegin amenaçada la seva persistència. Resulta doncs imprescindible que la societat faci un bon ús de l'aigua, intentant no contaminar-la a causa de males pràctiques i n'optimitzi el seu aprofitament i reaprofitament.

El present treball se centra en la problemàtica de la contaminació de les aigües dolces, concretament la contaminació per nitrats a les aigües de 945 punts de mostreig (sobretot d'aigua procedent de pous, d'algunes mines i d'algunes fonts) de Catalunya, que més concretament es troben a les 12 comarques en estudi representades de color blau en el mapa de la Figura 1.1: l'Alt Penedès (29 punts de mostreig), el Baix Camp (80 punts de mostreig), el Baix Empordà (87 punts de mostreig), el Baix Penedès (60 punts de mostreig), la Garrotxa (18 punts de mostreig), el Maresme (188 punts de mostreig), Osona (150 punts de mostreig), el Pla de l'Estany (43 punts de mostreig), la Segarra (98 punts de mostreig), el Segrià (21 punts de mostreig), el Tarragonès (119 punts de mostreig) i l'Urgell (52 punts de mostreig).

Per tal de dur a terme aquesta tasca, en el capítol 3 es presenten els antecedents de la temàtica: l'aigua, els nitrats, la normativa aplicable i una introducció a la problemàtica per nitrats a les aigües freàtiques.

En el capítol 4 s'expliquen els mètodes usats per a l'obtenció de les dades necessàries per al correcte desenvolupament de l'estudi.

Seguidament, en el capítol 5 i en base a les dades analítiques recopilades de la qualitat de les aigües dels 945 punts de mostreig ubicats en les 12 comarques de Catalunya en estudi (Figura 1.1), s'estudia la qualitat d'aquestes aigües pel que fa a nitrats, l'evolució del nivell de concentració de nitrats al llarg dels anys per a cada una de les comarques així com quins factors o variables poden intervenir en la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies.

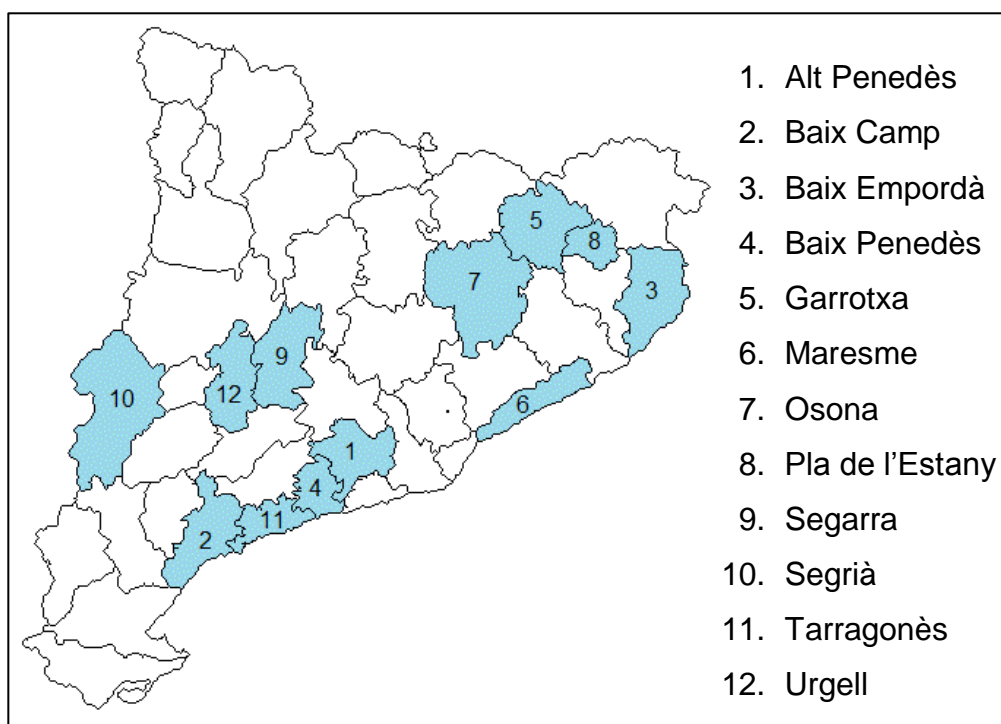


Figura 1.1. Zona en estudi

Una vegada presentats aquests resultats i la seva discussió, en el capítol 6 s'avaluen els diferents possibles usos de les aigües contaminades per nitrats estudiades per a fer-ne un ús sostenible. És en aquest capítol on es mostren també els resultats obtinguts de la recerca de municipis que fan ús de les aigües contaminades per nitrats.

Finalment, en el capítol 7 es presenten les conclusions a què s'ha arribat a través de la recerca desenvolupada i els resultats obtinguts.

2. OBJECTIUS

L'aigua és un recurs fonamental per a la vida i la salut de tots els éssers vius, però no sempre és apta per al consum. Com a conseqüència de l'activitat humana, ja sigui industrial, agrícola, ramadera o domèstica, les aigües subterrànies i superficials poden contaminar-se, incorporant substàncies o microorganismes que les facin perjudicials per la salut en cas d'ingerir-les.

No obstant, malgrat que aquestes aigües esdevinguin no aptes per al consum humà, hi ha altres alternatives d'ús sostenible, és a dir, aquestes aigües es poden aprofitar per satisfer altres necessitats on aquesta baixa qualitat de l'aigua no suposi cap inconvenient.

La motivació per a la realització d'aquest treball és deguda a l'elevat grau de contaminació per nitrats arreu, i el que es pretén és estudiar la situació de les aigües subterrànies pel que fa a nitrats de diferents comarques de Catalunya situades en zones vulnerables. Així, es vol fer palesa la importància de la contaminació de les aigües subterrànies a causa de nitrats i s'intenta conèixer quines variables incideixen en el nivell de concentració de nitrats en aquestes aigües. Finalment, es presenten les possibles alternatives per a fer un ús sostenible d'aquestes aigües contaminades per nitrats, malgrat que la seva qualitat no les faci aptes per al consum humà.

Els objectius principals d'aquest treball són:

- Exposar la situació de les aigües subterrànies, en els darrers 10 anys, de 12 comarques de Catalunya englobades en alguna àrea designada com a zona vulnerable pel que fa a la contaminació per nitrats.
- A partir del fet conegut que la contaminació per nitrats a la comarca d'Osona és deguda a l'excés de fertilització amb purins porcins, veure si a les altres comarques estudiades la causa pot ser la mateixa.

- Comprendre si, en el cas de la comarca d'Osona, el contingut de nitrats a l'aigua de les fonts i dels punts de mostreig de l'ACA (pous, algunes mines i algunes fonts) és més o menys similar.
- Segons els factors o variables externes: superfície agrària útil (SAU), explotacions agràries, cabana porcina i bovina i pluviometria, plantejar com poden incidir en el grau de contaminació per nitrats de les aigües subterrànies.
- Estudiar si el contingut de nitrats tendeix a l'estabilitat, a augmentar o a disminuir i en quines comarques.
- Conèixer si la contaminació per nitrats afecta la mineralització de les aigües subterrànies.
- Establir les diferents possibilitats de fer un ús sostenible de les aigües contaminades per nitrats i veure alguns municipis que tenen les aigües contaminades, quin ús en fan.
- Conèixer si algun dels municipis en estudi utilitza algun mètode per eliminar nitrats.

3. ANTECEDENTS – ESTAT DE L'ART

3.1. L'aigua

La nostra societat està tan acostumada a tenir l'aigua dolça a l'abast de la mà que no s'adona de la importància que té i el que costa realment que sigui tan accessible. Tant el fet que dues terceres parts de la superfície de la Terra estan cobertes d'aigua com que el cos humà està compost en un 75% d'aigua fan evident que l'aigua és un dels elements més importants per la vida a la Terra.

L'aigua, i sobretot l'aigua dolça sempre ha estat un recurs molt valuós: pel passat, pel present i pel futur. Ha estat el centre d'una gran quantitat de mites antics, és present i vital en el nostre dia a dia i segurament serà la principal causa de guerra en el futur si no aprenem a fer-ne un ús sostenible.

3.1.1. Distribució hídrica global

Del volum total d'aigua al nostre planeta, un 97,5% és aigua salada dels oceans i el 2,5% restant és aigua dolça (Figura 3.1).

Malgrat que a priori sembli que tota l'aigua provinent tant de les precipitacions com del desglaç circuli per rius i rierols, s'emmagatzemi en llacs embassaments, etc., és a dir, el que en definitiva són aigües superficials; les aigües subterrànies representen aproximadament més del 30% de tot el volum d'aigua dolça disponible a la Terra i més del 96% del volum d'aigua dolça líquida (sense tenir en compte l'aigua de les glaceres).

El 2,5% total d'aigua dolça al nostre planeta es troba a:

- **Glaceres** (68,7% del total d'aigua dolça): l'aigua congelada de les glaceres, en funció de la temperatura mitjana de cada temporada, es fon en major o menor mesura i va a parar a rius, rierols... La major part de l'aigua dolça disponible a la Terra està continguda en aquestes regions gelades, però

gairebé la totalitat d'aquesta aigua no és accessible ja que es limita a les regions polars.

- **Aigües subterrànies** (30,1% del total d'aigua dolça i més del 96% de tota l'aigua dolça en estat líquid): és l'aigua que es troba per sota de la superfície de la Terra, circula molt lentament i disposen de gran emmagatzemament. Tenen un temps de residència de desenes fins a desenes de milers d'anys i per tant si deixa de ploure continuen existint i fluint.

- **Permagel** (0,8% del total d'aigua dolça): és la capa de l'escorça terrestre, a una certa profunditat per sota de la superfície, en la qual la temperatura es manté permanentment per sota dels 0°C, almenys durant dos anys. Aquest subsòl es troba sobretot en regions àrtiques i pre-àrtiques, on la mitjana de precipitacions anuals és baixa i la temperatura màxima no supera els 10°C. El permagel (*permafrost* en anglès) es divideix en pergelisòl (no s'ha desfet des de l'última glaciació) que és la capa gelada més profunda, i en mollisol (capa activa) que és la capa més superficial que se sol descongelar.

- **Aigua superficial i atmosfèrica** (representa el 0,4% d'aigua dolça total): les aigües superficials són les aigües quietes o corrents que es troben a la superfície del sòl, les aigües de transició pròximes a la desembocadura dels rius i les aigües costaneres o marines situades fins a una milla de la costa.

Els rius per exemple tenen un temps de residència molt reduït i, per tant, si deixés de ploure durant un temps i no hi hagués aigües subterrànies, s'acabarien assecant.

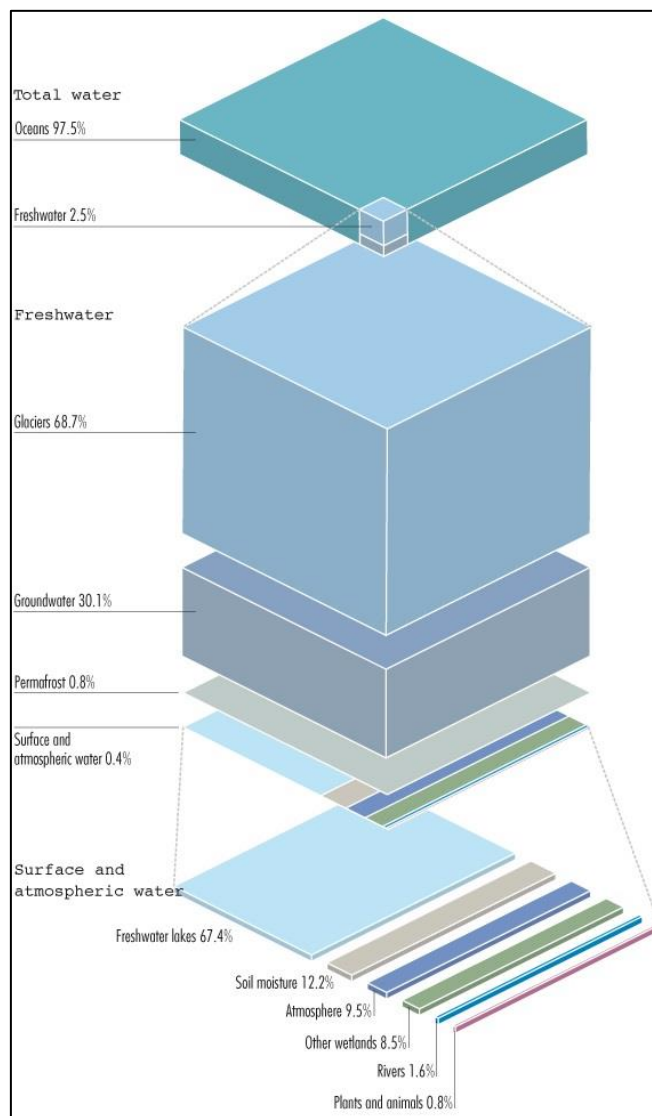


Figura 3.1. Distribució global de l'aigua. Font: WWAP 2006, basat en dades de Shiklomanov i Rodda 2003.

D'aquesta distribució hídrica global es pot concloure que, contràriament al que normalment es pensa, la major part d'aigua dolça en estat líquid del nostre planeta són aigües subterrànies, i no superficials (com l'aigua dels rius i llacs). Per tant, és important conscienciar-nos de la importància de les aigües subterrànies, ja que representen un recurs molt valuós i s'ha de cuidar i evitar la seva contaminació. A més d'això és imprescindible plantejar-se l'ús de les aigües subterrànies per a cobrir les necessitats hídriques actuals i així aconseguir fer-ne un ús sostenible.

Les propietats físiques, químiques i biològiques constitueixen la qualitat de l'aigua i permeten determinar-ne el seu ús per a finalitats específiques. Cal tenir en compte i analitzar la qualitat de les aigües subterrànies abans de fer-ne cap ús ja que, en funció del seu grau de contaminació es podran fer servir per a unes finalitats o unes altres. Cal destacar que els nitrats constitueixen, actualment, la principal font de contaminació difosa de les aigües subterrànies.

3.1.2. El cicle de l'aigua

El volum d'aigua disponible al nostre planeta no varia mai, sempre tenim la mateixa quantitat d'aigua perquè ni es destrueix ni es pot tornar a produir.

El problema real apareix amb l'aigua dolça, que és un recurs que la natura proporciona de forma renovable però alhora limitada. Una sèrie de factors com ara el creixement de la població, el desenvolupament d'activitats humanes (industrials, agrícoles, ramaderes, domèstiques...) i la contaminació generen una pressió sobre el medi que provoca que el cicle de l'aigua es vegi amenaçat i esdevingui quelcom fràgil i vulnerable.

Per tant, l'aigua dolça és un element indispensable per a la vida de les persones, els animals i les plantes i, malauradament es tracta d'un recurs escàs. Per això l'aigua és un bé que cal saber administrar, no malgastat inútilment i usar-la de forma sostenible.

El cicle de l'aigua (Figura 3.2) es pot resumir en quatre fases diferenciades:

1. Evaporació: el sol escalfa l'aigua del mar, dels oceans, dels rius, dels embassaments i dels llacs i, amb aquesta escalfor, l'aigua s'evapora passant d'estat líquid a gasós.

2. Condensació: quan el vapor arriba a una determinada altura de l'atmosfera i entra en contacte amb les bosses d'aire fred es refreda i torna a canviar a

l'estat líquid, transformant-se en petites gotes d'aigua que suren en l'aire i formen els núvols.

3. Precipitació: els núvols es desplacen moguts pel vent i quan arriben a zones més fredes es fan espessos, les gotes d'aigua s'agrupen i cauen en forma de pluja, neu o calamarsa.

4. Filtració: una vegada l'aigua cau sobre el sòl en forma de pluja, aquesta retorna al mar per dues vies:

- **Via superficial o escolament:** és l'aigua que es desplaça per la superfície a través de torrents i rius que recullen aigua de la pluja o del desglaç de la neu i l'aboquen directament al mar.
- **Via subterrània o infiltració:** és aquella aigua que es desplaça per sota terra, movent-se a una velocitat molt més lenta que la que va per sobre i recarrega els aqüífers. Una part d'aquestes aigües subterrànies va directament al mar i una altra surt de nou a la superfície a través de les fonts naturals.

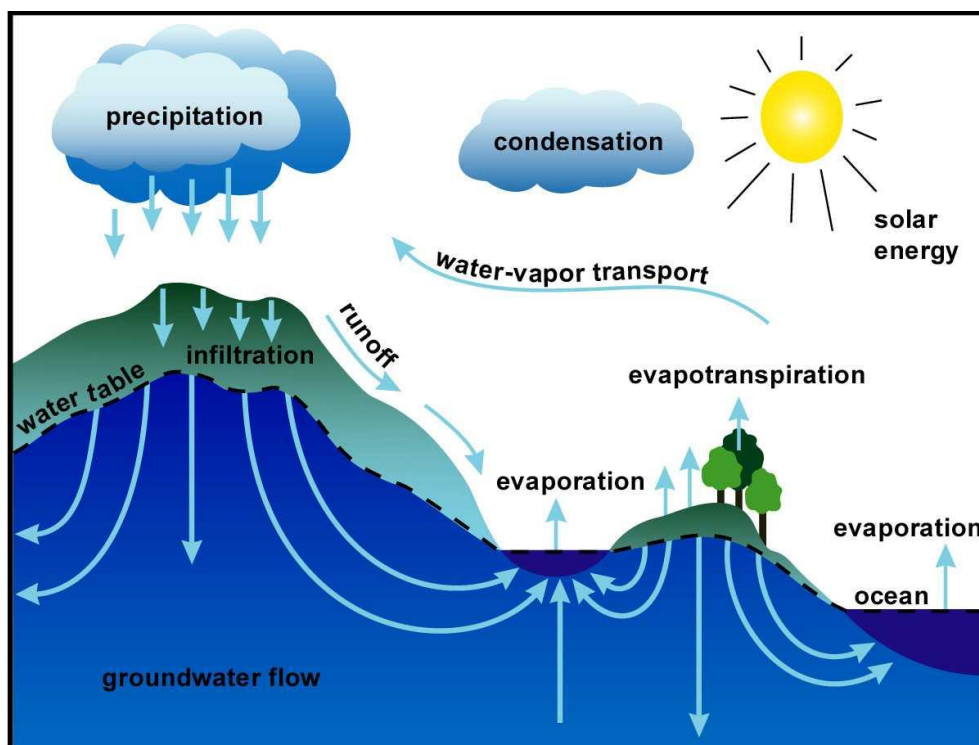


Figura 3.2. El cicle de l'aigua

3.1.3. Aigües subterrànies

Les aigües subterrànies (també anomenades aigües freàtiques), com s'ha definit anteriorment, són aquelles que es troben sota la superfície de la terra i que generalment s'acumulen en aqüífers (Figura 3.3). Els aqüífers són formacions geològiques on s'emmagatzema i circula aigua aprofitant la porositat, la filtració i la fissuració de la roca. Quan el volum d'aigua que s'emmagatzema sota terra és considerable i clarament diferenciat, llavors aquest volum pren el nom de massa d'aigua subterrània.

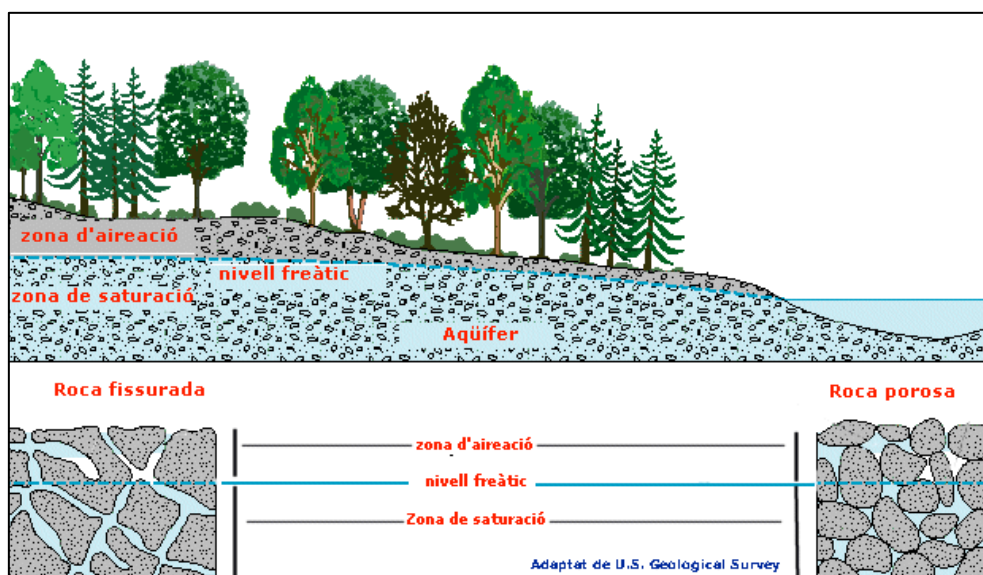


Figura 3.3. Esquema d'un aqüífer. Font: www.xtec.cat/~alopez/hidrosfera.

La quantitat de recursos hídrics subterranis naturals disponibles ve determinada per (Figura 3.4):

- Infiltració de l'aigua de les precipitacions.
- Balanç d'entrades i sortides de les aigües dels rius.
- Balanç d'entrades i sortides de flux lateral o transferència entre aqüífers adjacents.

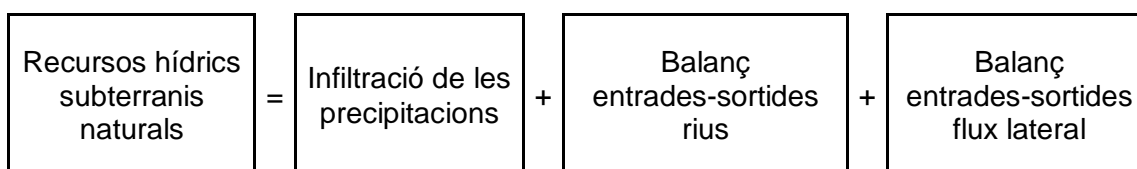


Figura 3.4 Recursos hídrics subterranis naturals disponibles.

3.1.3.1. Aigües subterrànies a Catalunya

Les aigües subterrànies a Catalunya tenen força importància en l'abastament d'aigua potable i en el subministrament de la indústria i l'agricultura. Constitueixen, aproximadament, el 35% del total dels recursos hídrics utilitzats.

Actualment no s'aprofita la totalitat dels recursos d'aigua subterrània disponibles, que s'estimen superiors a 900 hm³/any. No obstant això, a Catalunya es donen alhora d'una banda situacions de sobreexplotació de les aigües subterrànies, especialment a les zones costaneres, i d'altra banda situacions clarament excedentàries. Això s'explica perquè no concorda la distribució territorial dels recursos hídrics subterranis amb les àrees de més demanda, tant urbana com industrial.

Les aigües subterrànies permeten en la majoria de situacions l'abastament d'aigua potable amb aigües de bona o excel·lent qualitat. El tipus d'utilització que predomina (abastament urbà, industrial i agrícola) és divers segons les comarques. Però les dades d'explotació per a l'abastament d'aigua potable indiquen uns valors orientatius considerables, de l'ordre de 200 hm³, que equivalen a un 30-35% del total d'aigua a les xarxes de proveïment. Aquest és un valor molt alt si es considera que es tracta únicament d'aprofitaments d'aigua potable.

Malgrat que les aigües subterrànies de Catalunya (Figura 3.5) permeten en bastants casos l'abastament d'aigua potable amb aigües de bona o excel·lent qualitat, hi ha altres situacions en què aquestes aigües no s'aprofiten degut a la seva contaminació, com per exemple a causa dels nitrats.

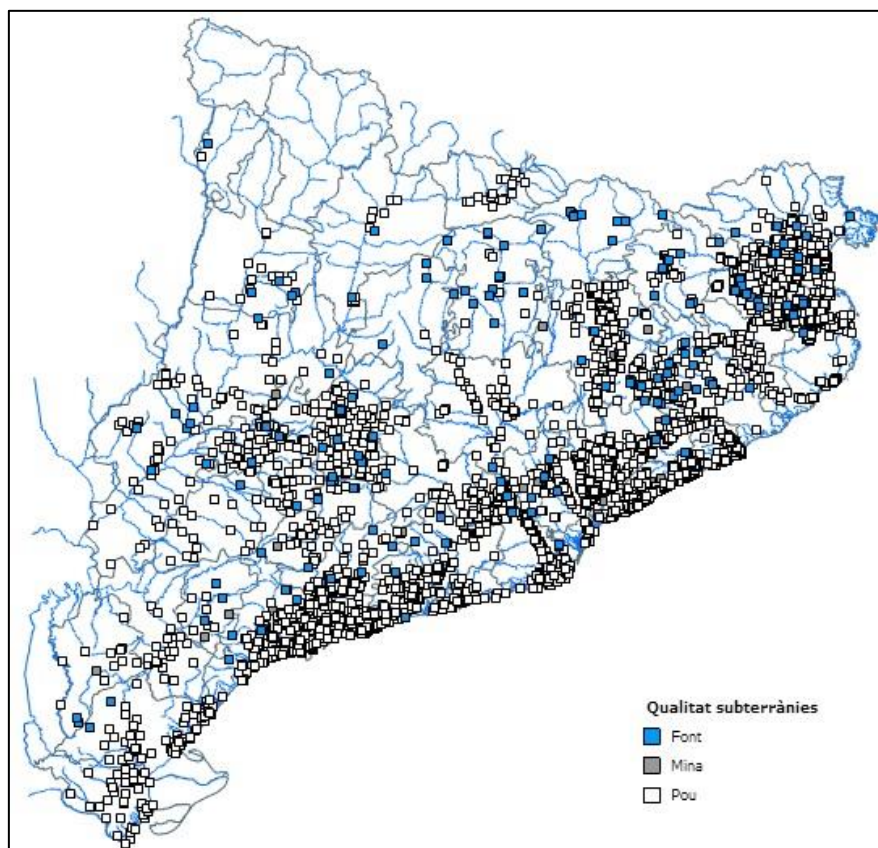


Figura 3.5. Aigües subterrànies de Catalunya. Font: ACA.

Tal i com ho estableix la legislació vigent (Reial Decret 140/2003) la concentració de nitrats màxima admissible a les aigües per al consum humà és de 50 mg/l. A causa d'això, com que moltes aigües subterrànies superen aquest valor de concentració de nitrats, aquestes no es poden destinar al consum humà i, malauradament, en la majoria de casos no s'intenta ni reduir-ne la concentració de nitrats ni destinar-les a altres usos on aquesta concentració de nitrats elevada no sigui perjudicial.

3.2. Els nitrats

3.2.1. Origen dels nitrats

3.2.1.1. Què són els nitrats

Els nitrats són uns anions inorgànics d'origen natural que formen part del cicle del nitrogen, estan formats per un àtom de nitrogen (N) i tres àtoms d'oxigen (O) i el seu símbol químic és NO_3^- . El nitrat és la forma estable de les estructures oxidades del nitrogen i, tot i la seva baixa reactivitat química, pot ésser reduït per acció microbiològica. Fonamentalment l'ús dels nitrats se centra en la indústria dels fertilitzants per l'agricultura, i té altres aplicacions com és el d'additiu conservant d'aliments.

La presència natural dels nitrats en les aigües superficials o subterrànies és conseqüència del cicle natural del nitrogen, però, en determinades zones hi ha hagut una alteració d'aquest cicle en el sentit que s'ha produït un augment en la concentració de nitrats, per la qual cosa el nitrat és, actualment, un dels principals contaminants de les aigües subterrànies.

3.2.1.2. El cicle del nitrogen

El nitrogen és un dels elements químics més importants en el conjunt d'organismes vius. Al sòl, el nitrogen és poc estable, passa d'un estat a l'altre amb relativa facilitat a través de processos físics i químics i de l'activitat dels organismes vius.

Al llarg de tot el cicle del nitrogen (Figura 3.6), aquest es pot trobar en diferents formes químiques, inorgàniques i orgàniques:

- **Nitrogen gasós** (N_2): és el gas majoritari de l'atmosfera ja que representa un 78% de tots els gasos. En el sòl s'hi troba en quantitat molt reduïda.

- **Nitrogen orgànic:** és la forma predominant en què es troba el nitrogen al sòl (aproximadament el 98% de nitrogen que hi ha al sòl), forma part de la matèria orgànica del sòl i és retingut en el sòl durant molt temps.
- **Nitrogen inorgànic (mineral):** representa una petita part del nitrogen del sòl (aproximadament un 2-3%) i presenta les següents formes:
 - Nitrats (NO_3^- , forma majoritària) i nitrits (NO_2^- , forma minoritària): són mòbils amb l'aigua. Els nitrats són el producte de l'oxidació bioquímica d'amoni usant nitrit com a intermediari (nitrificació), o pot ser subministrat directament (per exemple com a fertilitzants). El nitrat es troba comunament al sòl i a l'aigua i són la principal font de nitrogen de les plantes. En excés, els nitrats també poden ser responsables de l'eutrofització (l'alteració de l'ecologia de les aigües, causant el creixement excessiu de plantes). Els nitrits són tòxics per les plantes i animals.
 - Amoni NH_4^+ : pot ésser retingut pel sòl i és transformable en amoníac (forma gasosa).

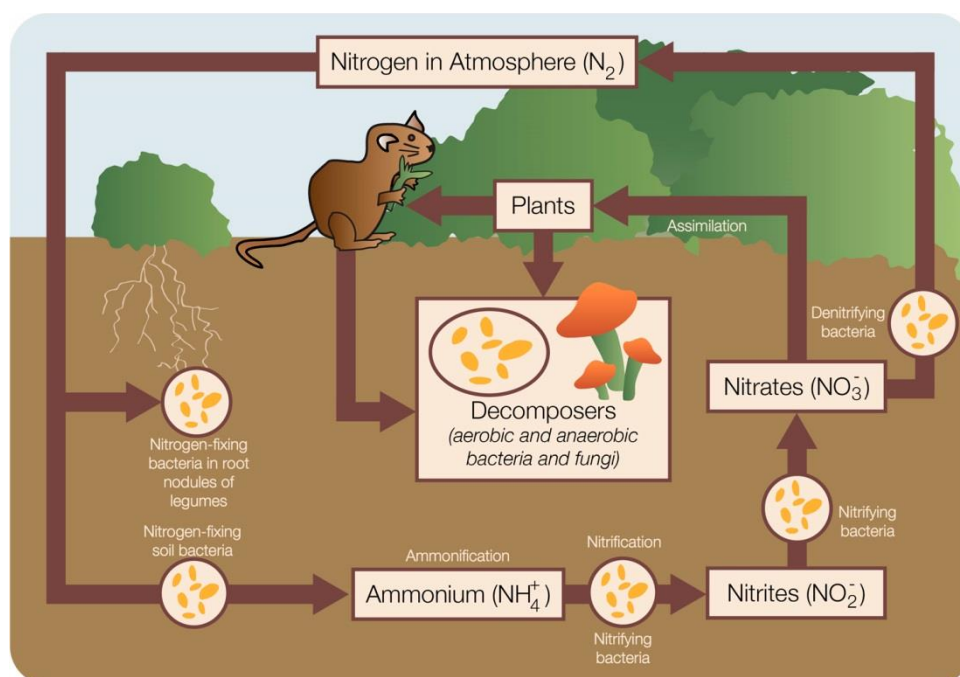


Figura 3.6. El cicle del nitrogen.

3.2.1.3. Entrades del nitrogen al sòl

El nitrogen del sòl pot provenir de diferents fonts, que s'identifiquen a continuació (Figura 3.7):

- **Fixació molecular del nitrogen atmosfèric:** alguns bacteris són capaços de fixar el nitrogen atmosfèric i passar-lo a formes minerals, aprofitables per les plantes. Aquests fixadors poden ser simbiòtics i no simbiòtics:
 - Fixadors simbiòtics: són microorganismes del gènere *Rhizobium* que actuen en simbiosi amb plantes de la família de les lleguminoses.
 - Fixadors no simbiòtics:
 - Cianobacteris com *Anabaena* i *Nostoc*
 - Bacteris aerobis de la família *Azotobacteriaceae*
 - Bacteris anaerobis de la família *Bacillaceae*
 - Bacteris fotosintètics
 - Altres microorganismes

- **Fertilitzants**
 - **Fertilitzants inorgànics (minerals):** són les aportacions d'adobs nitrogenats (quan només contenen nitrogen), adobs fosfatats (quan només contenen fòsfor), adobs potàssics (quan només contenen potassi) i adobs compostos (quan contenen dos o més dels elements esmentats).
 - **Fertilitzants orgànics:** es tracta principalment de fems, purins i restes vegetals de cultius (palla). Amb l'activitat dels microorganismes, aquestes restes es van transformant en humus (capa superior del sòl creada i mantinguda per la descomposició de la matèria orgànica, essencialment per l'acció combinada dels animals, bacteris i de fongs del sòl), i l'humus va alliberant lentament nitrogen mineral.

- **Aportacions d'aigües de reg riques en nitrats:** freqüentment s'usen aigües residuals per regar provinents d'EDAR que, malgrat tenir una qualitat

acceptable segons la legislació vigent, contenen quantitats de nitrats força elevades.

- **Aportacions causades per les precipitacions:** l'aigua de la pluja conté quantitats variables de nitrogen en forma d'amoni, nitrats, nitrits i sals orgàniques de nitrogen.
- **Aportacions degudes a residus domèstics i ramaders:** a causa sobretot de manca de xarxes de clavegueram o de fugues en aquestes i als excrements animals.

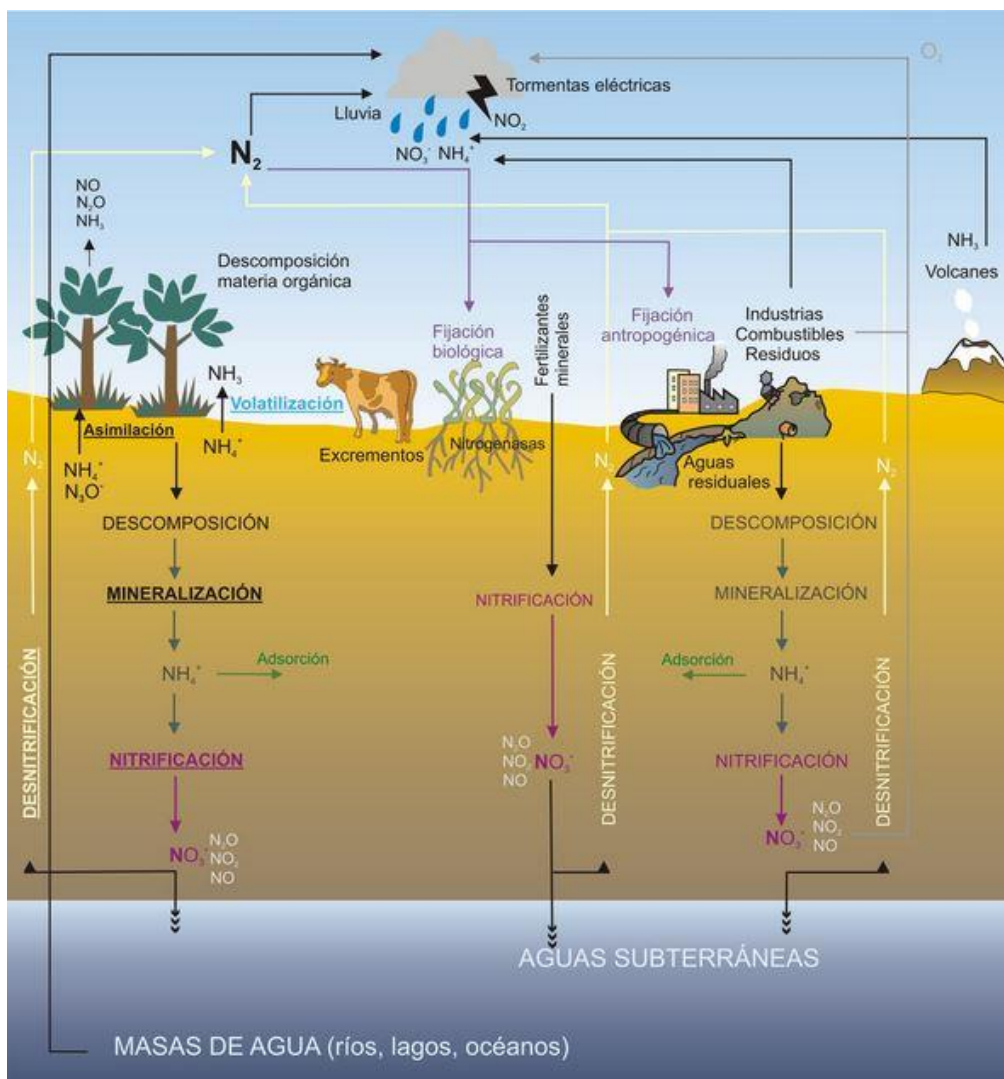


Figura 3.7. El cicle del nitrogen: entrades del nitrogen al sòl.

3.2.1.4. Transformacions del nitrogen al sòl

Una vegada el nitrogen ha entrat al sòl, aquest passa per diferents processos de transformació (Figura 3.8).

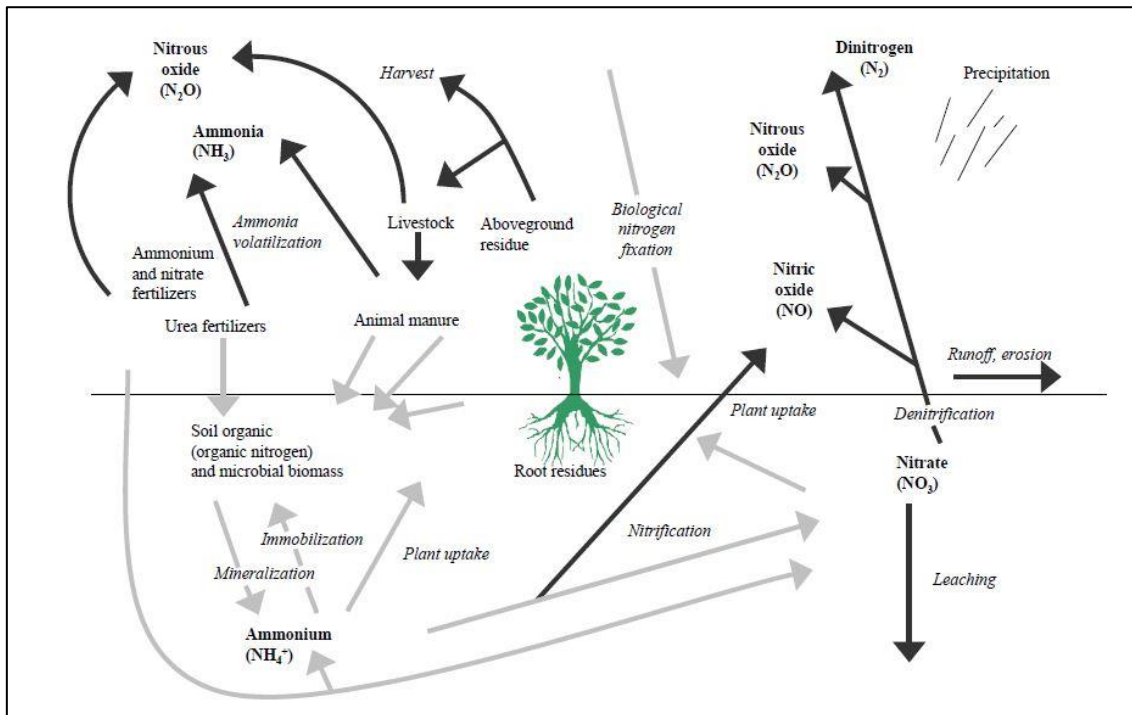


Figura 3.8. El cicle del nitrogen: transformacions del nitrogen al sòl.

- **Mineralització:** és la transformació del nitrogen orgànic en amoni (NH₄⁺) mitjançant l'acció dels microorganismes del sòl.
- **Immobilització:** és el procés contrari a la mineralització, és a dir, és la transformació per la qual el nitrogen inorgànic entra a formar part d'estructures orgàniques.

Al balanç entre la mineralització i la immobilització se l'anomena mineralització neta.

- **Nitrificació** (Figura 3.9): és l'oxidació biològica del nitrogen en forma d'amoni a nitrat, i aquest procés es porta a terme en dues etapes diferents:
 - Etapa 1: els bacteris del gènere *Nitrosomonas* oxiden l'amoni (NH₄⁺) en nitrit (NO₂⁻).

- Etapa 2: bacteris del gènere *Nitrobacter* converteixen el nitrit (NO_2^-) obtingut en la primera etapa en nitrat (NO_3^-).

Com que, normalment, el nitrit es transforma en nitrat amb major rapidesa que es produeix, els nivells de nitrit en els sòls solen ser molt baixos en comparació amb els de nitrat.

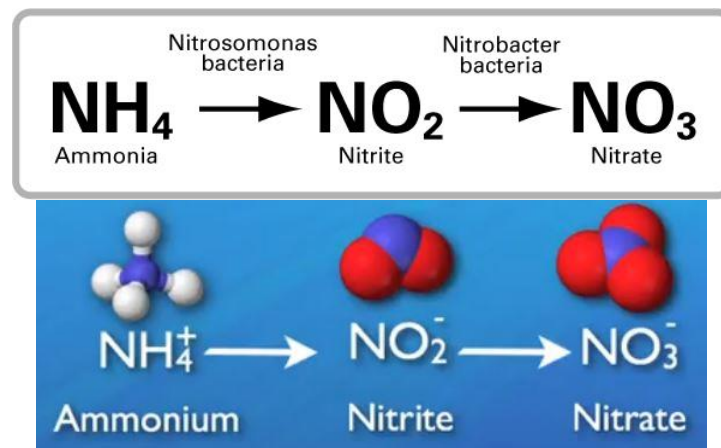


Figura 3.9. Nitrificació.

La nitrificació està afectada per diversos paràmetres, entre els quals cal destacar:

- **Nivell d'oxigen dissolt (OD):** la concentració d'oxigen dissolt s'ha de mantenir entre 2 i 3 mg/l per permetre la total oxidació de l'amoni.
- **Humitat:** molta humitat o molt poca fan que disminueixi el creixement dels bacteris nitrificants.
- **pH:** el pH òptim pel procés biològic és lleugerament alcalí, entre 7,2 i 9.
- **Temperatura:** el creixement òptim dels bacteris nitrificants es troba al voltant de 28 - 36°C.

3.2.1.5. Sortides del nitrogen del sòl

El nitrogen del sòl pot sortir-ne de diverses maneres, que es defineixen tot seguit:

- **Absorció dels nitrats pels cultius:** a l'arrel dels cultius s'absorbeix el nitrat del sòl i llavors aquest nitrat es redueix a amoníac per formar els compostos orgànics necessaris per a les plantes.
- **Pèrdues per rentat de nitrats (lixiviació):** la lixiviació o rentat del nitrat del sòl es produeix per la dissolució dels composts nitrogenats en l'aigua de pluja o de reg, que són arrossegats cap a cursos d'aigua o bé a les reserves d'aigua subterrània.
- **Volatilització:** és la sortida d'amoníac del sòl cap a l'atmosfera. Això succeeix perquè l'amoni (NH_4^+) del sòl, en condicions de pH alcalí, es transforma en amoníac (NH_3^+), que és un gas volàtil.
- **Desnitricació:** és un procés químic en el qual els nitrats del sòl són reduïts a nitrogen molecular, que torna a l'atmosfera tancant d'aquesta manera el cicle del nitrogen. Aquest procés el porten a terme els bacteris desnitricants que utilitzen els nitrats com a font d'energia per a altres reaccions químiques d'una manera similar a la respiració en altres organismes.

Aquests bacteris desnitricants poden ser de dos tipus:

- Bacteris autotròfics: com ara el *Micrococcus desnitricans* i el *Thiobacillus desnitricans*.
- Bacteris heterotròfics: com els microorganismes dels gèneres *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Achromobacter* i *Bacillus*.

La transformació que pateix el nitrogen és la que es pot observar en la Figura 3.10:

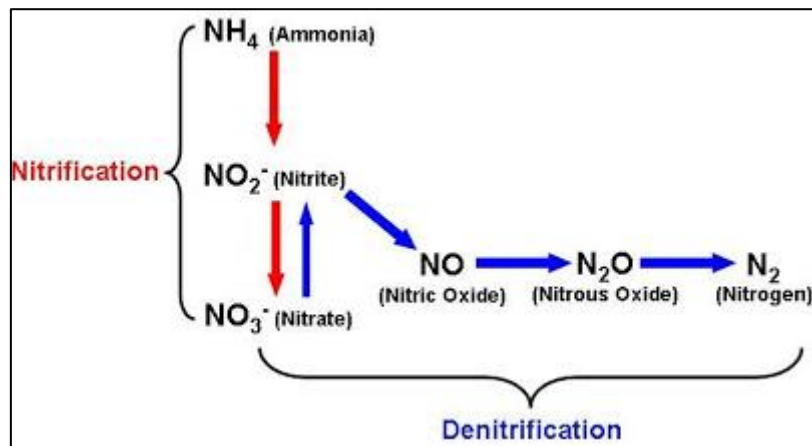


Figura 3.10. Nitrificació i desnitrificació.

La desnitrificació està afectada per diversos paràmetres, entre els quals cal destacar:

- **Nivell d'oxigen dissolt (OD):** per poder efectuar la reducció a nitrogen, els desnitrificants necessiten que no hi hagi oxigen al medi.
 - **Humitat:** dificulta l'entrada d'oxigen que facilita el creixement de bacteris desnitrificants.
 - **pH:** el pH òptim pel procés és un pH neutre o lleugerament alcalí.
 - **Temperatura:** en augmentar la temperatura s'incrementa l'activitat, fins a l'òptim de temperatura, situat al voltant del 28°C.
- **Erosió:** l'arrossegament per l'aigua d'escolament de les partícules de la part superior del sòl pot representar la pèrdua de substàncies riques en nitrogen que s'incorporen a les aigües.

3.2.2. Orígens possibles de la presència de nitrats a l'aigua

El nitrat és actualment un dels principals contaminants de les aigües subterrànies, i els principals orígens possibles de la presència de nitrats són:

- **Origen natural**

- El nitrogen geològic present als minerals i les roques pot avançar per lixiviació a través del sòl i arribar a les aigües subterrànies, degut a la pluja o a pràctiques d'irrigació per part de l'home.
- El nitrogen emmagatzemat de forma natural als boscos pot avançar cap a les aigües subterrànies, degut a la desforestació i altres alteracions dels boscos.

- **Origen residual**

- Deficiències en les instal·lacions de recollida i emmagatzematge de les dejeccions animals: mala impermeabilització i/o poca capacitat d'emmagatzematge.
- Aigües residuals no tractades o efluents d'EDARs.
- Ús inadequat dels fangs generats en EDARs.
- Disposicions no adequades de fosses sèptiques.
- Tractaments no adequats de les escombraries i els residus sòlids urbans.

- **Origen agrícola**

- Ús excessiu de fertilitzants nitrogenats en l'agricultura.
- Aplicació inadequada de les dejeccions animals al sòl.
- Excés de concentració de bestiar en àrees reduïdes.
- Cultiu de certs llegums que afavoreixen la fixació de nitrogen al sòl.

Aquests orígens poden provocar, conjuntament, un excés de concentració de nitrats al sòl que no poden ser utilitzats per les plantes per a la síntesis de proteïnes vegetals. Per tant, aquest excés de nitrats pot arribar a les aigües superficials així com infiltrar-se a través del sòl i arribar als aquífers subterranis.

3.2.3. Efectes dels nitrats a la salut humana

La ingestió de nitrats per part dels éssers humans no és exclusiva de l'aigua que bevem, ja que els nitrats es poden trobar en molts aliments. Alguns vegetals, especialment l'enciam, els espinacs i les bledes, tenen una gran capacitat d'acumulació de nitrats. El grau d'acumulació de nitrats en els aliments no depèn només del tipus i la varietat genètica sinó que també depèn de la temperatura, la llum solar, el nitrogen disponible i el tipus de conreu.

A més, les sals sòdiques i potàssiques dels nitrats i dels nitrits s'utilitzen com a additius conservants d'aliments, fonamentalment de determinats embotits i altres productes carnis.

Les diferents investigacions que s'han dut a terme sobre l'efecte dels nitrats i els nitrits a la salut humana posen de manifest que la toxicitat dels nitrats de l'aigua en l'ésser humà s'atribueix principalment a la seva reducció a nitrit (Figura 3.11) i no als nitrats directament.

Els nitrats han estat implicats en diversos efectes perjudicials en salut humana com són la metahemoglobinèmia així com una sèrie de resultats no concloents que inclouen: càncer, hipertensió, defectes congènits del sistema nerviós, diabetis, avortaments espontanis, infeccions respiratòries i canvis en el sistema immunitari.

El principal efecte perjudicial per a la salut derivat de la ingesta de nitrats i nitrits és doncs la metahemoglobinèmia, un increment de metahemoglobina a la sang, que és una hemoglobina modificada incapaç de fixar l'oxigen i provoca limitacions del seu transport als teixits. En condicions normals el cos humà disposa d'un mecanisme capaç de restablir l'alteració i reduir la metahemoglobina una altra vegada a hemoglobina.

Quan la metahemoglobinèmia és elevada, la primera manifestació clínica és la cianosi, generalment associada a una tonalitat blavosa de la pell, fet pel qual la

metahemoglobinèmia també és coneguda com el “mal blau”. Altres símptomes de la metahemoglobinèmia poden ser dificultats per respirar, diarrea, mal de cap, fatiga, marejos, alteracions de l'estat mental i pèrdues de coneixement.

Els nitrits presents a l'organisme, tant si són ingerits directament com si provenen de la reducció dels nitrats, un cop absorbits i presents a la sang són capaços de transformar l'hemoglobina en metahemoglobina i poden causar metahemoglobinèmia.

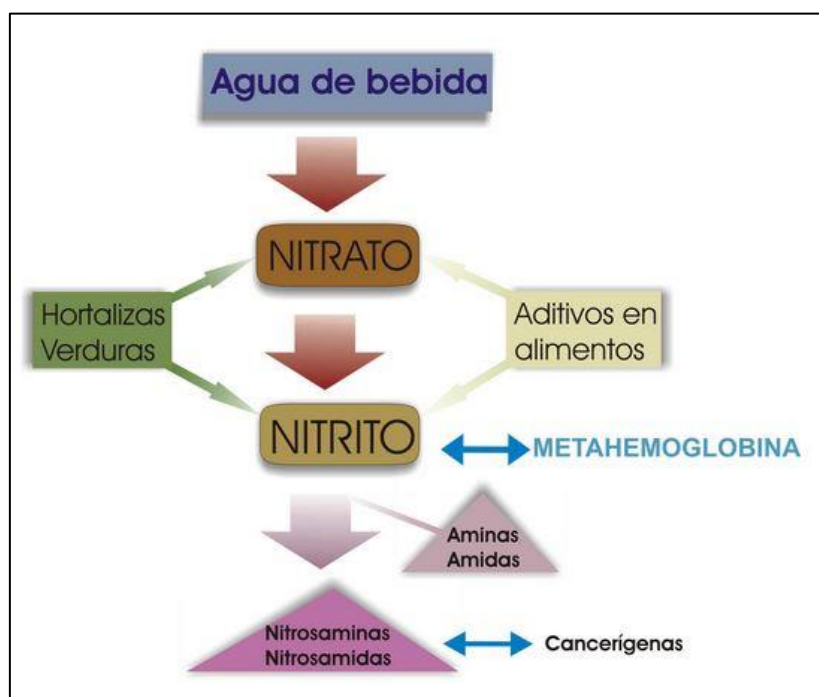


Figura 3.11. Efectes dels nitrats a la salut humana.

3.2.3.1. Grups poblacionals que presenten més risc

Els grups poblacionals que presenten més risc i que són més sensibles a patir efectes adversos a causa dels nitrats a l'aigua són aquells que presenten alteracions que provoquen un augment de la formació de nitrits, que tenen una hemoglobina anòmala o que pateixen mancances en el sistema encarregat de transformar la metahemoglobina en hemoglobina.

Entre aquestes persones hi ha:

- Els lactants alimentats exclusivament amb llet artificial, ja que l'hemoglobina dels lactants o nadons fins a 6 mesos és més susceptible a la formació de metahemoglobina que la dels nens o adults.
- Les dones embarassades.
- Les persones amb hipoclorhídria gàstrica natural o provocada per tractaments antiàcids (úlceres pèptiques, gastritis crònica).
- Les persones amb dèficits hereditaris de metahemoglobina-reductasa o de NADH (*Nicotinamida Adenina Dinucleotide*).
- Les persones amb hemoglobina anòmala.

Pel que fa als efectes crònics derivats de la ingesta de nitrats, l'any 2002, el comitè conjunt de la FAO (Food and Agriculture Organization) i la OMS (Organització Mundial de la Salut) va establir els valors que es presenten en la Taula 3.1 per la ingesta diària admissible (IDA):

Taula 3.1. Valors de nitrats i nitrits per la ingesta diària admissible (IDA).

Ió	Ingesta Diària Admissible (IDA)
Nitrat (NO_3^-)	0 - 3,65 mg/kg de pes corporal i dia
Nitrit (NO_2^-)	0 – 0,07 mg/kg de pes corporal i dia

Aquestes IDA estan establertes per als adults i no s'han d'aplicar a infants menors de tres mesos d'edat perquè la presència d'hemoglobina fetal a la sang (més fàcilment oxidable a metahemoglobina), l'acidesa més baixa del seu estómac (que afavoreix la reducció de nitrats a nitrits) i les mancances en el sistema capaç de transformar la metahemoglobina en hemoglobina, els fan més susceptibles de patir els efectes perjudicials de la metahemoglobinèmia. Per prevenir els efectes aguts de la metahemoglobinèmia en els nadons, l'any 2004, l'OMS va confirmar un valor màxim orientatiu de 50 mg/l de nitrats en l'aigua de consum.

3.2.3.2. Accions per evitar els efectes perjudicials dels nitrats

Com ja s'ha comentat, el grup de més risc són els lactants alimentats amb llet artificial. En cas que s'hagin de preparar biberons per als nadons s'ha d'utilitzar aigua de la millor qualitat possible, amb garantia microbiològica i amb continguts de nitrats inferiors a 50 mg/l.

Qualsevol persona inclosa en els grups poblacionals de risc hauria d'abstenir-se de beure i preparar aliments amb aigua amb un contingut de nitrats superior a 50 mg/l.

Malgrat que la concentració de nitrats en les aigües sigui elevada, aquest fet no limita la utilització d'aquesta aigua per a altres usos domèstics que no impliquin la ingestió, com ara:

- Higiene personal
- Rentar la roba
- Rentar els utensilis de cuina
- Aigua de piscines
- Cisternes de banys
- Etc.

Cal destacar però que si l'aigua conté una concentració de nitrats superior a 50 mg/l aquesta no hauria d'usar-se tampoc per cuinar, ja que malgrat no s'ingereixi directament, quan l'aigua es bull, els nitrats no desapareixen. L'ebullició de l'aigua provoca la concentració de les sals dissoltes i en cuinar els aliments augmenta la concentració de nitrats.

3.3. Normativa d'aigua i nitrats

3.3.1. Normativa d'aigua

Quant a normativa d'aigües, en l'àmbit europeu es va aprovar l'any 2000 una directiva molt ambiciosa sobre l'aigua, que incorpora una nova visió que supera el concepte de l'aigua com a recurs i incorpora el concepte de l'estat ecològic de les masses d'aigua. Aquesta directiva europea, la Directiva 2000/60/CE del Parlament europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües, és coneguda com la Directiva marc de l'aigua (DMA) i obliga a una planificació conjunta de les aigües subterrànies, superficials i litorals, amb l'objectiu d'assolir per a l'any 2015 el bon estat ecològic de totes les masses d'aigua dels països membres.

A nivell espanyol és el Reial Decret legislatiu 1/2001, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei d'aigües, més conegut com la Llei d'aigües la que estableix que tant les aigües superficials com les subterrànies són un bé públic i constitueixen un recurs unitari subordinat a l'interès general.

3.3.2. Normativa de nitrats en l'aigua de consum humà

L'Organització Mundial de la Salut (OMS) assenyala com a valor màxim orientatiu per als nitrats en l'aigua de consum humà el límit de 50 mg/l, amb l'objectiu de prevenir el principal problema tòxic dels nitrats, que és principalment, com ja s'ha esmentat anteriorment, la metahemoglobinèmia.

A nivell europeu, considerant que el contingut de nitrats de les aigües d'algunes regions dels Estats membres estava augmentant i ja era elevat en comparació amb els nivells establerts en les Directives del Consell 75/440/CEE, modificada per la Directiva 79/869/CEE, i 80/778/CEE, es va aprovar la Directiva comunitària 91/676/CEE que regula la qualitat de les aigües destinades al

consum humà també estableix com a valors màxims admesos 50 mg/l de nitrats.

Aquesta Directiva 91/676/CEE, més coneguda com a Directiva Nitrats, es va aprovar per fer front a la problemàtica de la contaminació de les aigües per nitrats d'origen agrari, i té l'objectiu de protegir la salut humana, els recursos vius i els ecosistemes aquàtics, així com salvaguardar altres usos legítims de les aigües. A través d'aquesta directiva s'estableix que tots els Estats membres han de:

- Identificar les aigües afectades o potencialment afectades per la contaminació de nitrats.
- Designar zones vulnerables als nitrats.
- Establir programes d'acció respecte a les zones vulnerables designades.
- Elaborar codis de bones pràctiques agràries.
- Elaborar i executar programes de control, per tal d'avaluar l'eficàcia dels programes d'acció i designar, modificar o ampliar la llista de zones vulnerables.
- Realitzar revisions periòdiques, al menys cada quatre anys, de la designació de les zones vulnerables i dels programes d'acció.
- Elaborar i presentar a la Comissió de la Unió Europea un informe de situació cada quatre anys.

L'Annex I d'aquesta Directiva considera com a aigües afectades les següents:

- Les aigües dolces superficials, en particular les que s'emprin o s'hagin d'emprar per a l'extracció d'aigua potable.
- Totes les aigües subterrànies que presentin o puguin arribar a presentar concentracions de nitrats superiors a 50 mg/l.

A l'Estat espanyol la norma que transposa l'esmentada directiva és el Reial Decret 140/2003 que, igual que la directiva a nivell europeu, també estableix un valor de 50 mg/l de concentració màxima de nitrats en l'aigua de consum.

3.3.3. Zones vulnerables

Els efectes de la contaminació a les aigües subterrànies són difícilment reversibles i per això són un medi especialment vulnerable i objecte d'especial protecció. És per aquest motiu que es designen les zones vulnerables, que són àrees en què l'escolament i la infiltració de les aigües que s'hi produeix provoquen o poden provocar la contaminació per nitrats.

3.3.3.1. Zones vulnerables a Europa

Tal i com ja s'ha esmentat, la Directiva Nitrats estableix l'obligatorietat a tots els seus Estats membres de designar les zones vulnerables a la contaminació per nitrats.

En el mapa d'Europa que s'observa en la Figura 3.12 es veuen remarcades les zones vulnerables de la contaminació de les aigües per nitrats a nivell europeu.

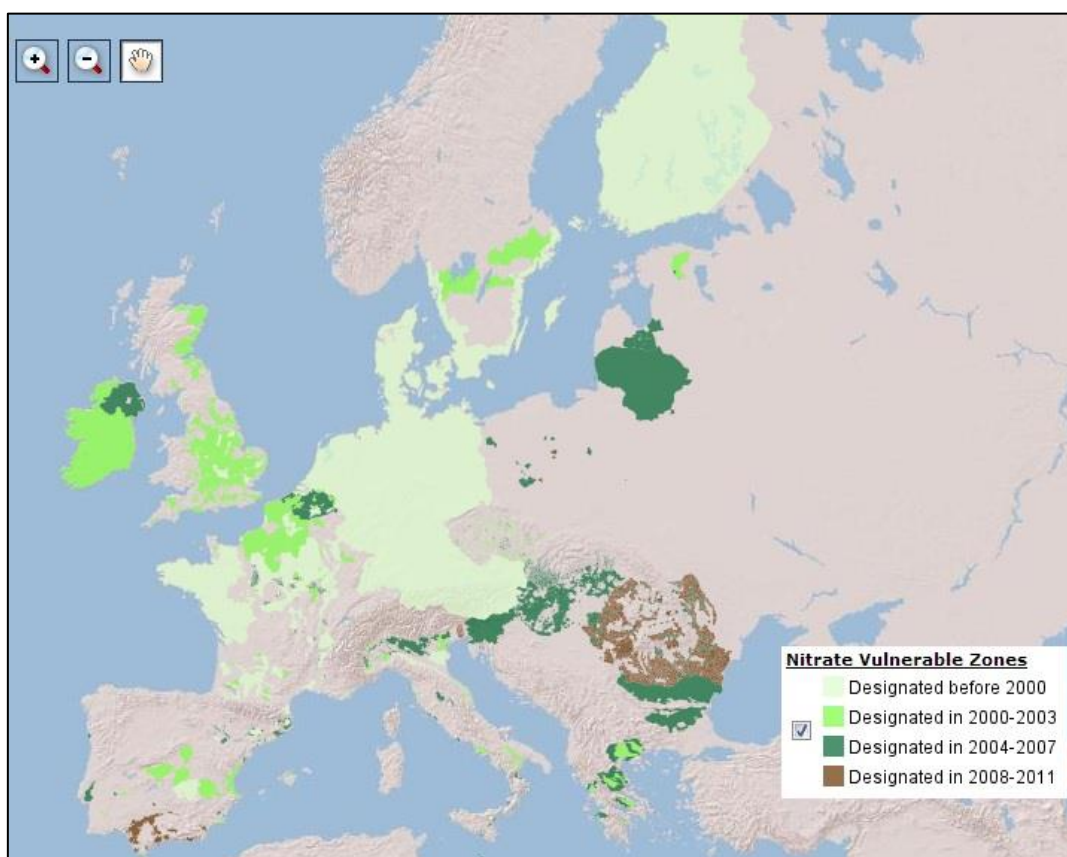


Figura 3.12. Mapa de zones vulnerables a Europa.

Font: <http://fate-gis.jrc.ec.europa.eu/geohub/MapView.aspx?id=2>.

3.3.3.2. Zones vulnerables a Espanya

A nivell espanyol és el Reial Decret 261/1996 el que s'encarrega de les zones vulnerables (Figura 3.13) en aquest sentit, i estableix en l'article número 4 que en el termini de sis mesos a partir de l'entrada en vigor d'aquest RD, els òrgans competents de les comunitats autònomes designaran com a zones vulnerables en els seus respectius àmbits, aquelles superfícies territorials l'escorrentia o filtració de les quals afecti o pugui afectar la contaminació per nitrats de les aigües. També estableix que les zones designades com a vulnerables hauran de ser examinades i, si s'escau, modificades o ampliades pels òrgans competents de les comunitats autònomes, en un termini adequat i com a mínim cada quatre anys, per tal de tenir en compte els canvis o factors que no haguessin estat previstos en el moment de la seva designació.

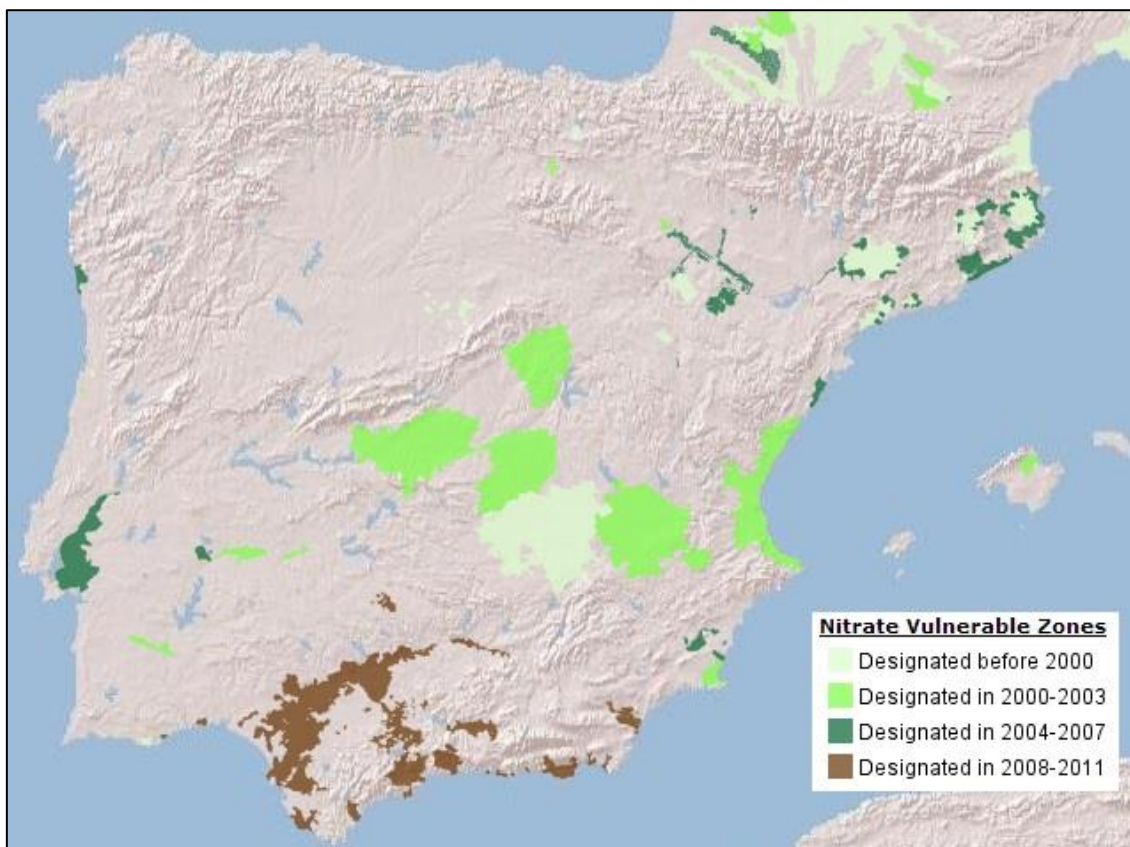


Figura 3.13. Mapa de zones vulnerables a Espanya.

Font: <http://fate-gis.jrc.ec.europa.eu/geohub/MapView.aspx?id=2>.

3.3.3.3. Zones vulnerables a Catalunya

Amb la finalitat de prevenir i reduir la contaminació de les aigües per nitrats, el Decret 136/2009 regula els procediments per garantir la correcta gestió de les dejeccions ramaderes i dels fertilitzants nitrogenats en l'àmbit de Catalunya. Aquest programa d'actuació és d'obligat compliment per a totes les zones vulnerables (Figura 3.14) designades mitjançant el Decret 283/1998, el Decret 476/2004 i per l'Acord de Govern GOV/128/2009.

D'altra banda, s'estableix l'obligatorietat de determinats preceptes relatius a les dejeccions ramaderes també a les zones no designades com a vulnerables, però bé que en aquestes la regulació es limita a menys aspectes, tots ells bàsics però suficients per assegurar-ne una correcta gestió.

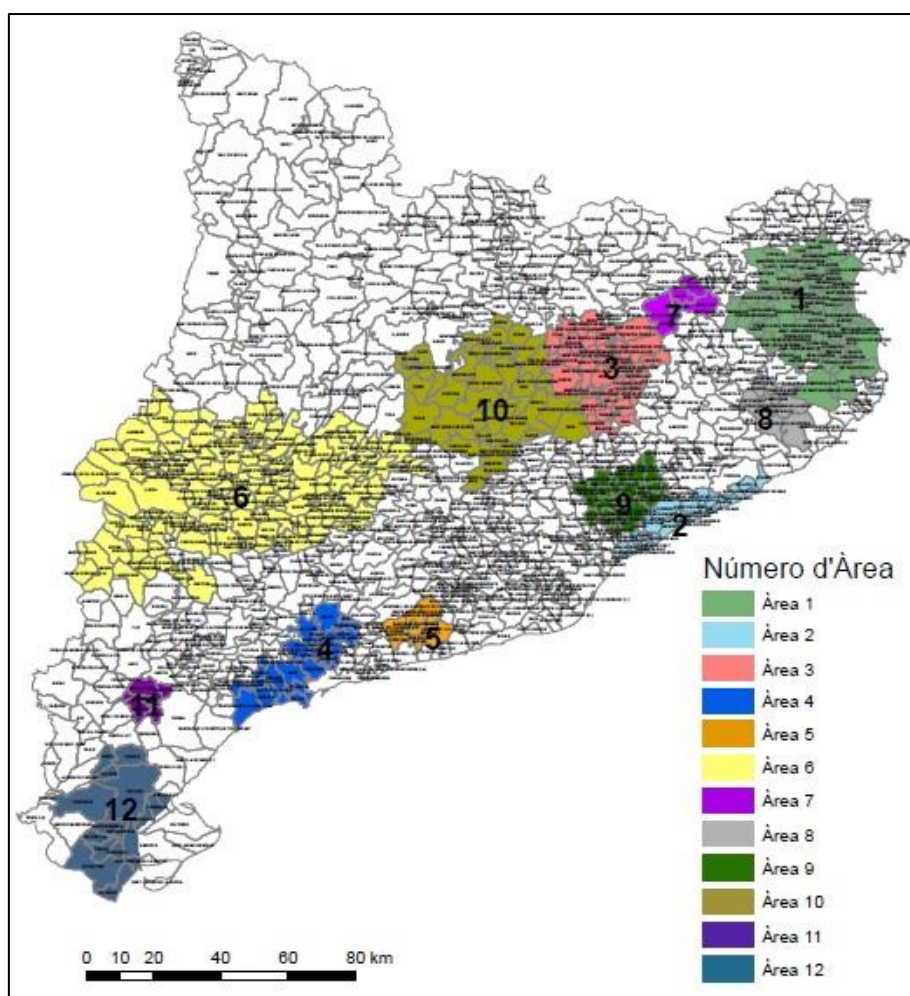


Figura 3.14. Mapa de zones vulnerables a Catalunya. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Tal i com s'observa en la Figura 3.14, actualment hi ha dotze àrees considerades com a zones vulnerables a Catalunya, i aquestes són:

ÀREA 1: municipis de l'Alt Empordà, Baix Empordà, Pla de l'Estany, Gironès.

A la Figura 3.15 es mostra la zona vulnerable 1: Alt Empordà, Baix Empordà, Pla de l'Estany, Gironès.



Figura 3.15. Zona vulnerable 1: Alt Empordà, Baix Empordà, Pla de l'Estany, Gironès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Alt Empordà:** Armentera, Avinyonet de Puigventós, Bàscara, Borrassà, Cabanelles, Cabanes, Castelló d'Empúries, Cistella, Escala (exclosos els illots), Far d'Empordà, Figueres, Fortià, Garrigàs, Lladó, Llers, Navata, Ordís, Palau de Santa Eulàlia, Peralada, Pontós, Riumors, Santa Llogaia d'Àlguema, Sant Miquel de Fluvià, Sant Mori, Sant Pere Pescador, Saus-Camallera, Siurana,

Torroella de Fluvià, Ventalló, Vilabertran, Viladamat, Vilafant, Vilamacolum, Vilamalla, Vilanant, Vila-sacra i Vilaür.

- **Baix Empordà:** Albons, Bellcaire d'Empordà, Bisbal d'Empordà, Colomers, Corçà, Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, Foixà, Fontanilles, Forallac, Garrigoles, Gualta, Jafre, Palau-sator, Pals, Parlavà, La Pera, Rupjà, Serra de Daró, La Tallada d'Empordà, Torroella de Montgrí (excloses les illes Medes), Ultramort, Ullà, Ullastret, Verges i Vilopriu.

- **Pla de l'Estany:** Banyoles, Camós, Cornellà de Terri, Crespià, Esponellà, Fontcoberta, Palol de Revardit, Porqueres, Sant Miquel de Campmajor, Serinyà i Vilademuls.

- **Gironès:** Bordils, Celrà, Cervià de Ter, Flaçà, Juià, Sant Joan de Mollet, Sant Jordi Desvalls, Sant Julià de Ramis, Sant Martí Vell i Viladasens.

ÀREA 2: municipis del Maresme i la Selva.

A la Figura 3.16 es mostra la zona vulnerable 2: Maresme i Selva.

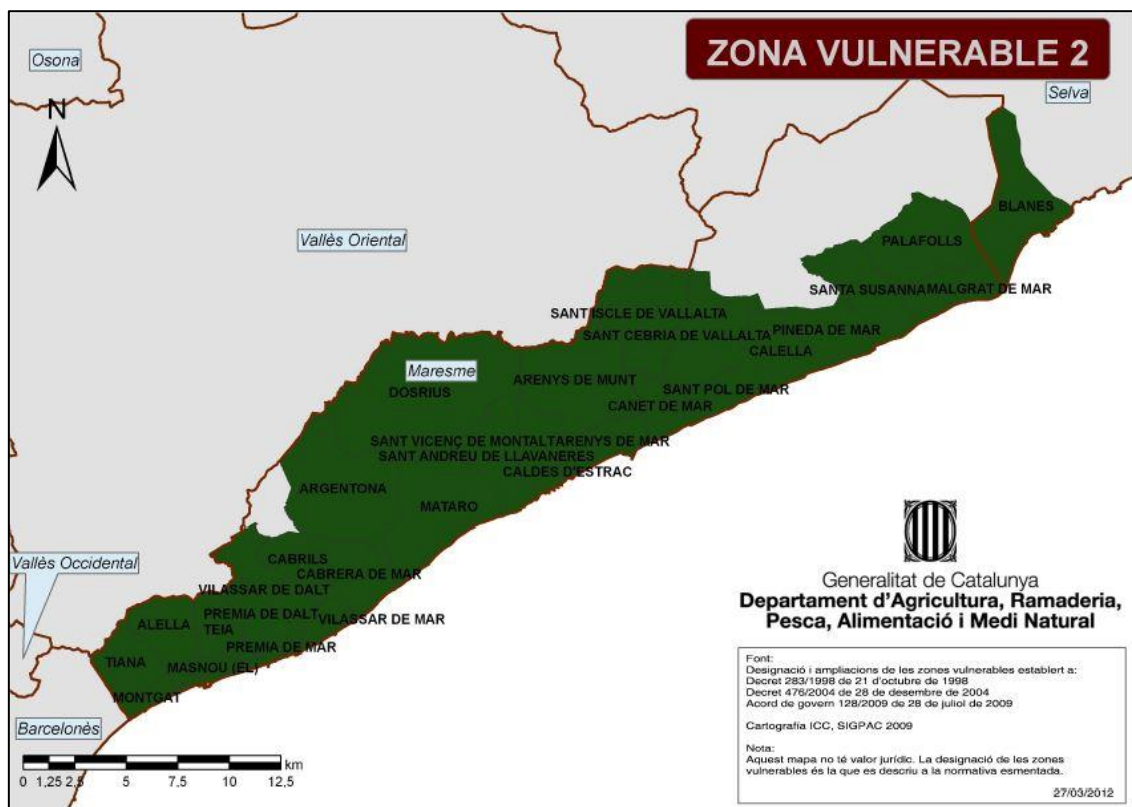


Figura 3.16. Zona vulnerable 2: Maresme i Selva. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Maresme:** Alella, Arenys de Mar, Arenys de Munt, Argentona, Cabrera de Mar, Cabriels, Calella, Caldes d'Estrac, Canet de Mar, Dosrius, Malgrat de Mar, Masnou, Mataró, Montgat, Palafolls, Pineda de Mar, Premià de Dalt, Premià de Mar, Sant Andreu de Llavaneres, Sant Cebrià de Vallalta, Sant Iscle de Vallalta, Sant Pol de Mar, Sant Vicenç de Montalt, Santa Susanna, Teià, Tiana, Vilassar de Dalt i Vilassar de Mar.
- **Selva:** Blanes (exclosos els illots).

ÀREA 3: municipis d'Osona.

A la Figura 3.17 es mostra la zona vulnerable 3: Osona.

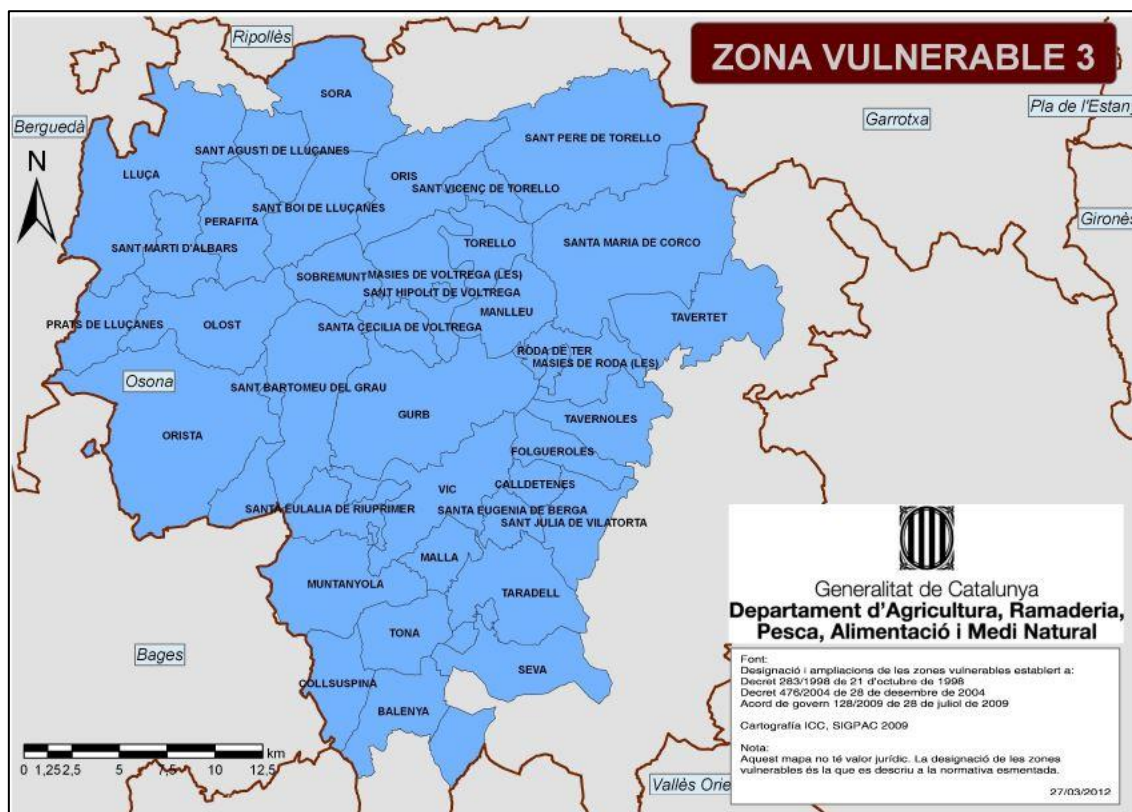


Figura 3.17. Zona vulnerable 3: Osona. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquesta comarca inclosos en la zona vulnerable són:

- **Osona:** Calldetenes, Collsuspina, Folgueroles, Gurb, Hostalets de Balenyà, Malla, Manlleu, les Masies de Roda, les Masies de Voltregà, Lluçà, Muntanyola (amb exclusió dels enclavaments situats fora del perímetre de l'àrea), Olost, Orís, Oristà, Perafita, Prats de Lluçanès, Roda de Ter, Sant Agustí de Lluçanès, Sant Bartomeu del Grau, Sant Boi de Lluçanès, Sant Hipòlit de Voltregà, Sant Julià de Vilatorrada, Sant Martí d'Albars, Sant Pere de Torelló, Sant Vicenç de Torelló, Santa Cecília de Voltregà, Santa Eugènia de Berga, Santa Eulàlia de Riuprimer, Santa Maria de Corcó, Seva, Sobremunt, Sora, Taradell, Tavèrnoles, Tavertet, Tona, Torelló i Vic.

ÀREA 4: municipis de l'Alt Camp, Baix Camp i el Tarragonès.

A la Figura 3.18 es mostra la zona vulnerable 4: Alt Camp, Baix Camp i Tarragonès.

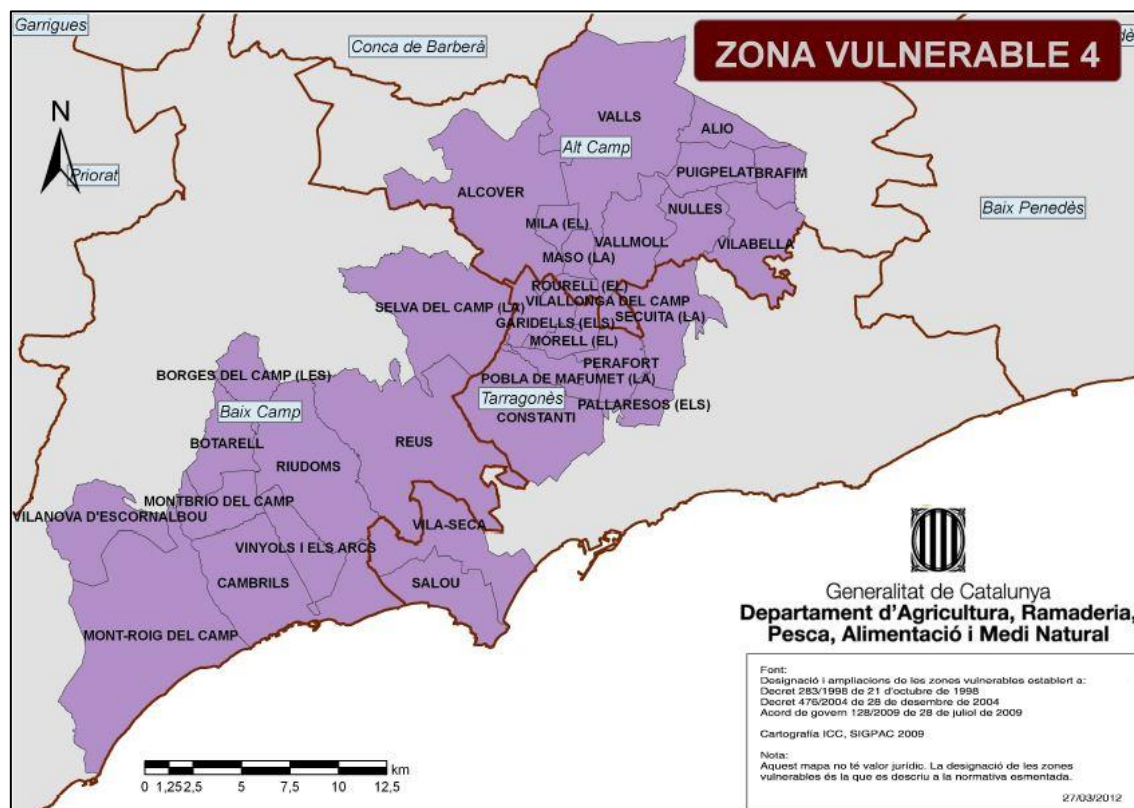


Figura 3.18. Zona vulnerable 4: Alt Camp, Baix Camp i Tarragonès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Alt Camp:** Alcover, Alió, Bràfim, Els Garidells, la Masó, el Milà, Nulles, Puigpelat, el Rourell, Vallmoll, Valls i Vilabella.
- **Baix Camp:** Les Borges del Camp, Botarell, Cambrils, Montbrió del Camp, Mont-roig del Camp, Reus, Riudoms, la Selva del Camp, Vilanova d'Escornalbou i Vinyols i els Arcs.
- **Tarragonès:** Constantí, el Morell, els Pallaresos, Perafort, la Pobla de Mafumet, Salou, la Secuita, Vilallonga del Camp i Vila-seca.

ÀREA 5: municipis del Baix Penedès i de l'Alt Penedès.

A la Figura 3.19 es mostra la zona vulnerable 5: Baix Penedès i Alt Penedès.

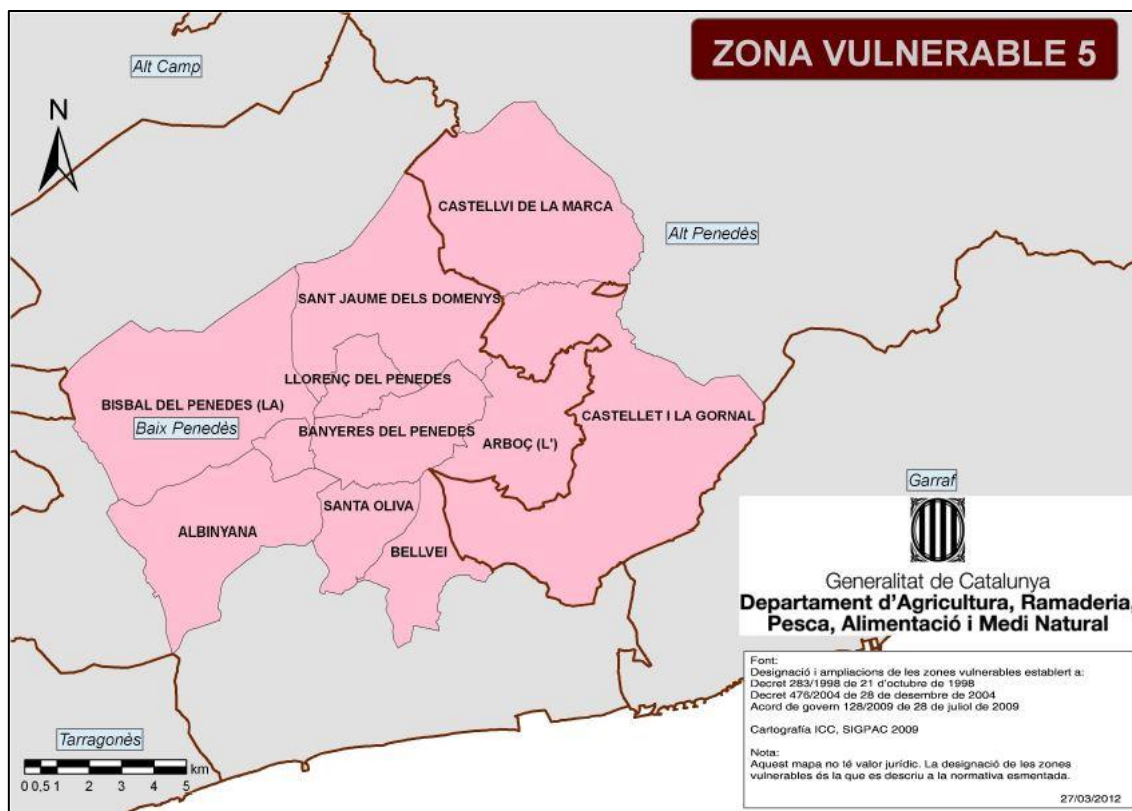


Figura 3.19. Zona vulnerable 5: Baix Penedès i Alt Penedès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Baix Penedès:** Albinyana, Banyeres del Penedès, Bellvei, La Bisbal del Penedès, l'Arboç (amb exclusió dels enclavaments situats fora del perímetre de l'àrea), Llorenç del Penedès, Sant Jaume dels Domenys i Santa Oliva.
- **Alt Penedès:** Castellet i la Gornal, Castellví de la Marca.

ÀREA 6: municipis de l'Anoia, la Conca de Barberà, les Garrigues, la Noguera, la Segarra, l'Urgell, el Pla d'Urgell i el Segrià.

A la Figura 3.20 es mostra la zona vulnerable 6: Anoia, Conca de Barberà, Garrigues, Noguera, Segarra, Urgell, Pla d'Urgell i Segrià.



Figura 3.20. Zona vulnerable 6: Anoia, Conca de Barberà, Garrigues, Noguera, Segarra, Urgell, Pla d'Urgell i Segrià. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Anoia:** Calaf, Calonge de Segarra, Castellfollit de Riubregós, Montmaneu, Prats de Rei, Pujalt i Sant Martí de Sesgueioles.
- **Conca de Barberà:** Llorac, Passanant, Savallà del Comtat i Vallfogona de Riucorb.

- **Garrigues:** Arbeca, Borges Blanques, Castellans, l'Espluga Calba, La Floresta, Granyena de les Garrigues, Juncosa, Juneda, Puiggròs, Els Omellons, El Soleràs i Els Torms.
- **Noguera:** Albesa, Algerri, Balaguer, Belcaire d'Urgell, Bellmunt d'Urgell, Castelló de Farfanya, Cubells, Foradada, Ivars de Noguera, Menàrguens, Montgai, Penelles, Preixens, la Sentiu de Sió, Tèrmens, Torrelameu, Vallfogona de Balaguer, parcialment el terme municipal d'Òs de Balaguer (només l'enclavament de Gerb).
- **Segarra:** Cervera, Estaràs, Granyanella, Granyena de Segarra, Guissona, Ivorra, Massoteres, Montoliu de Segarra, Montornès de Segarra, les Oluges, Plans de Sió, Ribera d'Ondara, Sant Guim de Freixenet, Sant Guim de la Plana, Sant Ramon, Talavera, Tarroja de Segarra i Torrefeta i Florejacs(amb exclusió dels enclavaments situats fora del perímetre de l'àrea).
- **Urgell:** Agramunt, Anglesola, Belianes, Bellpuig, Castellserà, Ciutadilla, la Fuliola, Guimerà, Maldà, Nalec, els Omells de Na Gaia, Ossó de Sió, Preixana, Puigverd d'Agramunt, Sant Martí de Riucorb, Tàrrega, Tornabous, Vallbona de les Monges, Verdú i Vilagrassa.
- **Pla d'Urgell:** Barbens, Bell-lloc d'Urgell, Bellví, Castellnou de Seana, Fondarella, Golmés, Ivars d'Urgell, Linyola, Miralcamp, Mollerussa, Palau d'Anglesola, Poal, Sidamon, Torregrossa, Vilanova de Bellpuig i Vila-sana.
- **Segrià:** Els Alamús, Aitona, Albatàrrec, Alcanó, Alcarràs, Alcoletge, Alfarràs, Alfés, Alguaire, Almacelles, Almenar, Alpicat, Artesa de Lleida, Benavent de Segrià, Corbins, Gimènells i el Pla de la Font, la Granja d'Escarp, la Portella, Llardecans, Puigverd de Lleida, Lleida, Massalcoreig, Montoliu de Lleida, Rosselló, Sarroca de Lleida, Serós, Soses, Sudanell, Sunyer, Torrebesses, Torrefarrera, Torres de Segre, Torre-serona, Vilanova de la Barca i Vilanova de Segrià.

ÀREA 7: municipis de la Garrotxa.

A la Figura 3.21 es mostra la zona vulnerable 7: Garrotxa.

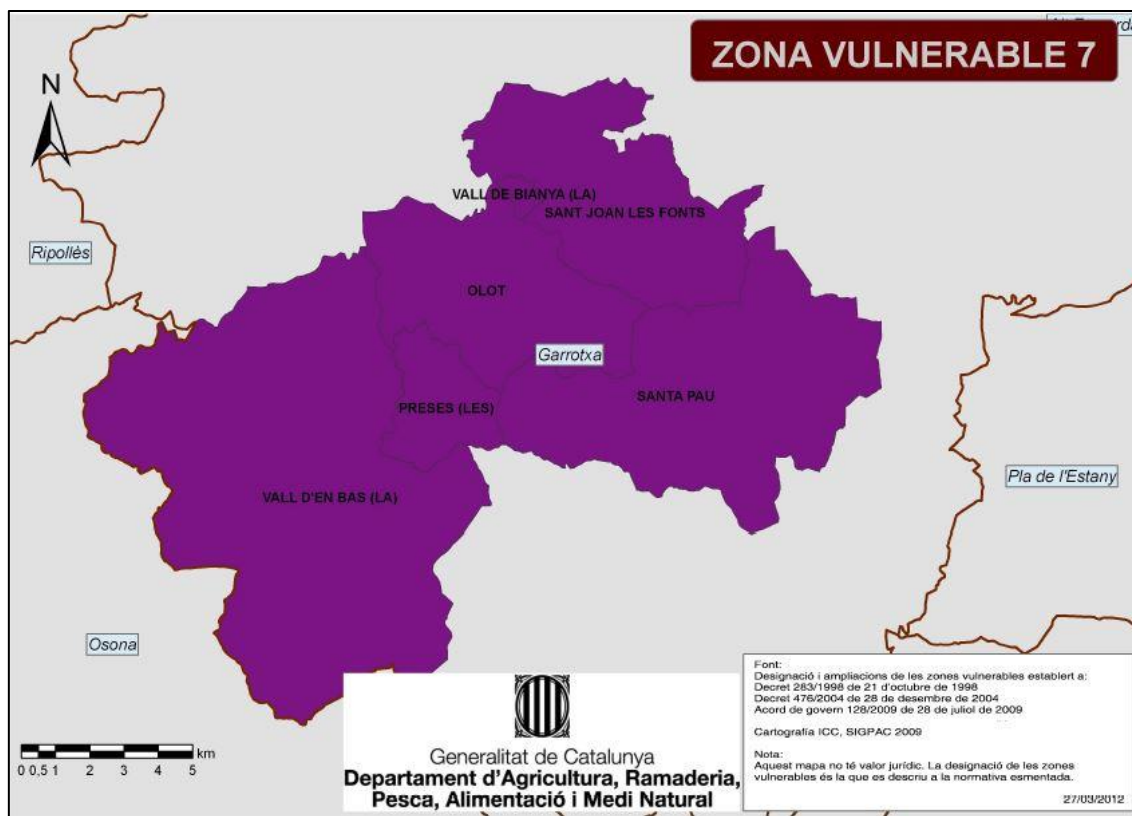


Figura 3.21. Zona vulnerable 7: Garrotxa. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquesta comarca inclosos en la zona vulnerable són:

- **Garrotxa:** Olot, les Preses, Sant Joan les Fonts, Santa Pau, Vall d'en Bas i al municipi de la Vall de Bianya només l'enclavament situat a Sant Joan les Fonts.

ÀREA 8: municipis del Gironès i la Selva.

A la Figura 3.22 es mostra la zona vulnerable 8: Gironès i Selva.



Figura 3.22. Zona vulnerable 8: Gironès i Selva. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Gironès:** Aiguaviva, Campllong, Cassà de la Selva, Fornells de la Selva, Llagostera, Llablilles, Sant Andreu de Salou i Vilablareix.
- **Selva:** Caldes de Malavella, Riudellots de la Selva i Vilobí d'Onyar.

ÀREA 9: municipis del Vallès Occidental i el Vallès Oriental.

A la Figura 3.23 es mostra la zona vulnerable 9: Vallès Occidental i Vallès Oriental.

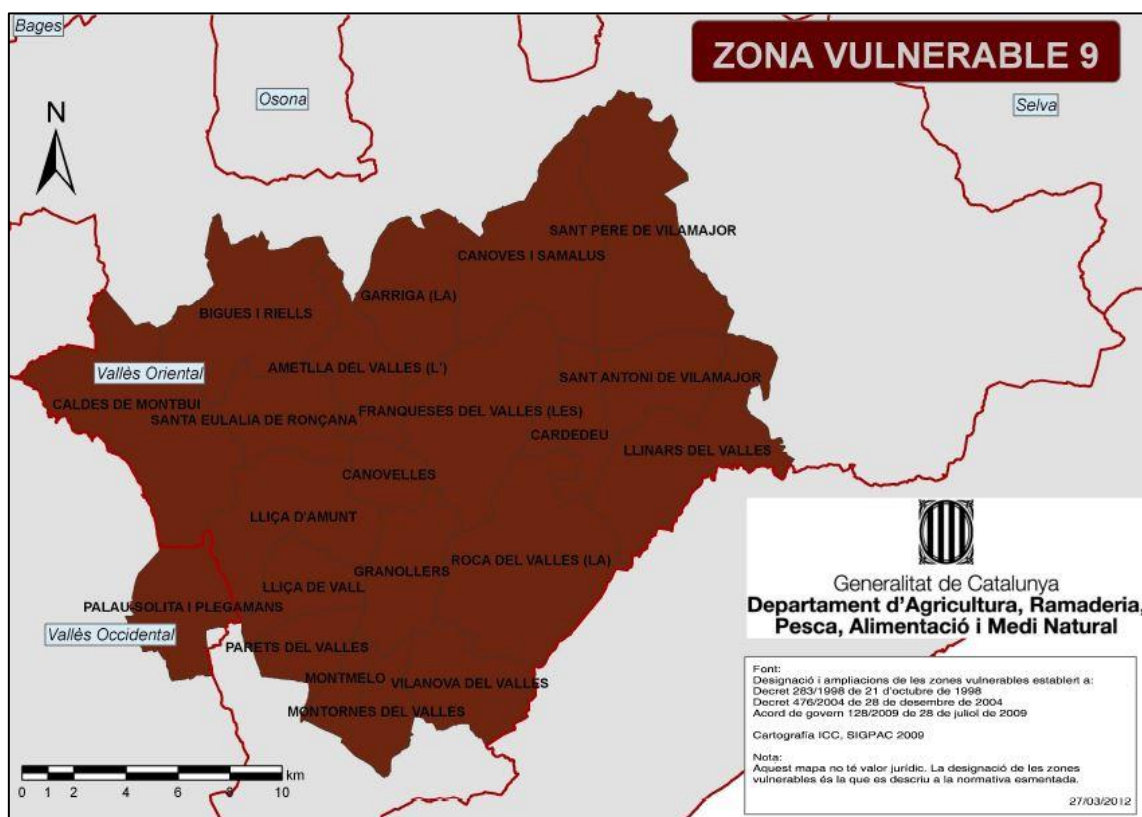


Figura 3.23. Zona vulnerable 9: Vallès Occidental i Vallès Oriental. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Vallès Occidental:** Palau-solità i Plegamans.
- **Vallès Oriental:** L'Ametlla del Vallès, Bigues i Riells, Caldes de Montbui, Canovelles, Cànoves i Samalús, Cardedeu, les Franqueses del Vallès, Garriga, Granollers, Lliçà d'Amunt, Lliçà d'Avall, Llinars del Vallès, Montmeló, Montornès del Vallès, Parets del Vallès, la Roca del Vallès, Santa Eulàlia de Ronçana, Sant Antoni de Vilamajor, Sant Pere de Vilamajor i Vilanova del Vallès.

ÀREA 10: municipis del Bages, el Berguedà i el Solsonès.

A la Figura 3.24 es mostra la zona vulnerable 10: Bages, Berguedà i Solsonès.

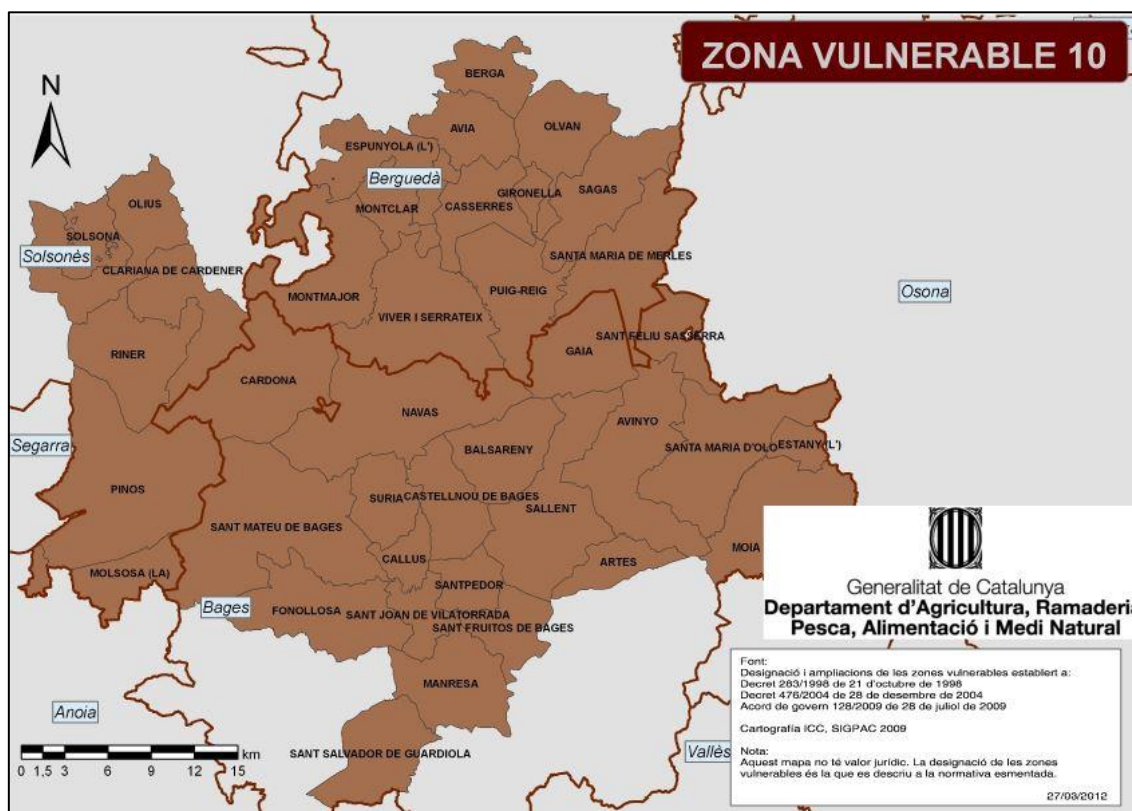


Figura 3.24. Zona vulnerable 10: Bages, Berguedà i Solsonès. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquestes comarques inclosos en la zona vulnerable són:

- **Bages:** Artés, Avinyó, Balsareny, Callús, Cardona, Castellnou de Bages, l'Estany, Fonollosa, Gaià, Manresa, Moià, Navàs, Sallent, Sant Feliu Sasserra, Sant Fruitós de Bages, Sant Joan de Vilatorrada, Sant Mateu de Bages, Sant Salvador de Guardiola, Santa Maria d'Oló, Santpedor i Súria.
- **Berguedà:** Avià, Berga, Casserres, l'Espunyola (excloent l'enclavament entre Navès i Montmajor), Gironella, Montclar, Montmajor (excloent els tres enclavaments situats al nord), Olvan, Puig-reig, Sagàs, Santa Maria de Merlès i Viver i Serrateix.
- **Solsonès:** Clariana de Cardener, la Molsosa, Olius, Pinós, Riner i Solsona.

ÀREA 11: municipis de la Ribera d'Ebre.

A la Figura 3.25 es mostra la zona vulnerable 11: Ribera d'Ebre.

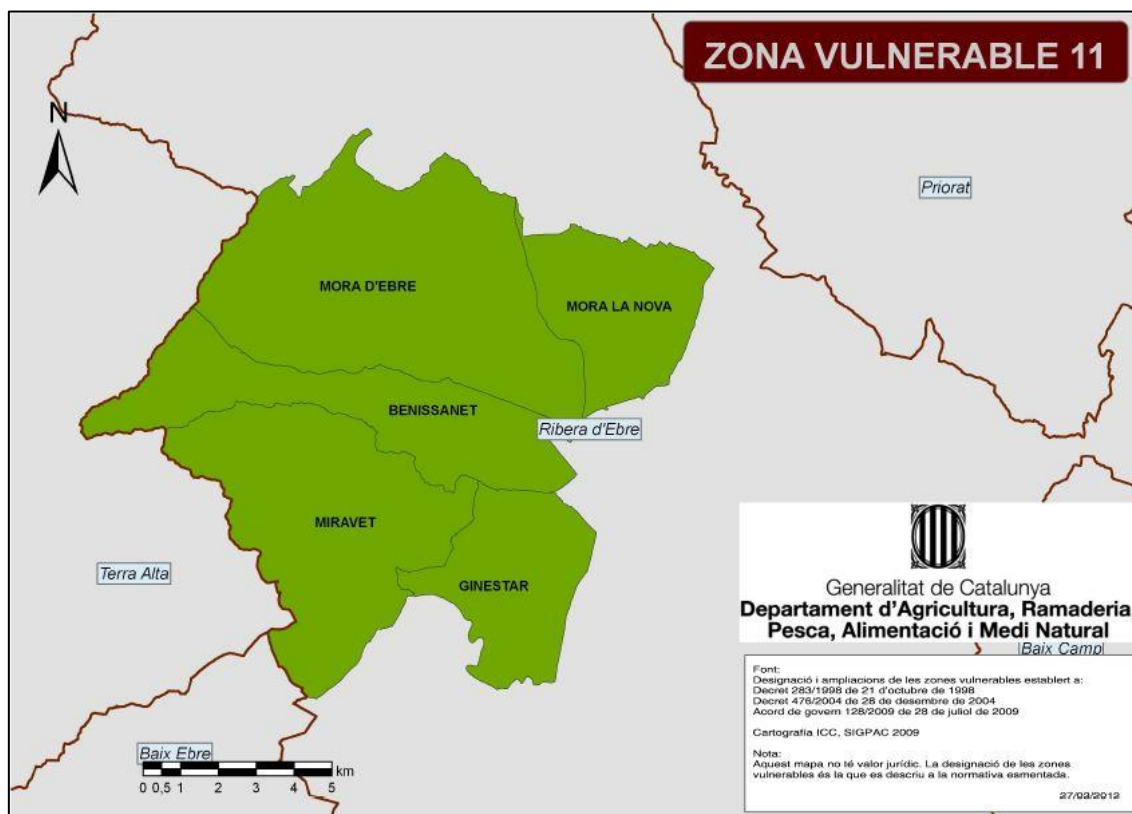


Figura 3.25. Zona vulnerable 11: Ribera d'Ebre. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquesta comarca inclosos en la zona vulnerable són:

- **Ribera d'Ebre:** Benissanet, Ginestar, Miravet, Móra d'Ebre i Móra la Nova.

ÀREA 12: municipis del Baix Ebre i del Montsià.

A la Figura 3.26 es mostra la zona vulnerable 12: Baix Ebre i Montsià.

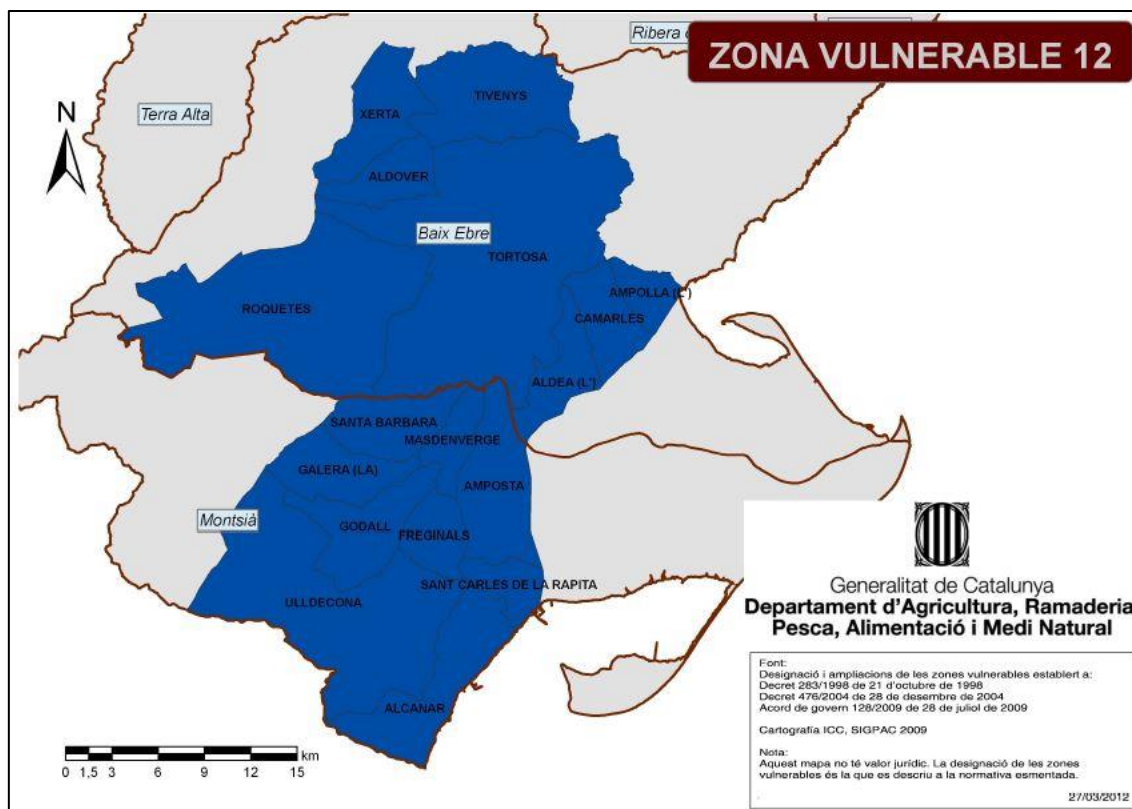


Figura 3.26. Zona vulnerable 12: Baix Ebre i Montsià. Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Els municipis d'aquesta comarca inclosos en la zona vulnerable són:

- **Baix Ebre:** Aldover, Roquetes, Tivenys, Xerta i parcialment els municipis de l'Aldea, l'Ampolla, Camarles i Tortosa.
- **Montsià:** Alcanar, Freginals, la Galera, Godall, Masdenverge, Santa Bàrbara, Ulldecona i parcialment els municipis de Amposta i Sant Carles de la Ràpita.

3.4. Contaminació per nitrats de les aigües subterrànies

Les aigües subterrànies són un recurs natural molt valuós i, com a tal, han de ser protegides de la contaminació i del deteriorament.

Els aqüífers s'alimenten de l'aigua de pluja i aquesta, durant el seu pas a través del sòl, s'emporta amb ella part dels seus components. Si en el sòl hi ha algun contaminant o excés de nutrients, la pluja els pot arrossegar i contaminar l'aigua de l'aqüífer.

El temps de permanència mitjà de l'aigua en un aqüífer és d'aproximadament cent anys i, per tant, la seva renovació és molt lenta. La purificació de l'aigua dels aqüífers és molt difícil i per això és tan important preservar-los lliures d'elements, com ara els nitrats, que els puguin contaminar.

Des de fa un temps, i a nivell global, la contaminació de les aigües subterrànies a causa de nitrats s'ha vist força incrementada, superant en molts casos el nivell de concentració màxim admissible segons l'OMS i la directiva europea, que és de 50 mg/l. Aquesta elevada concentració de nitrats és actualment el principal problema de contaminació de les aigües subterrànies i, malgrat que es tracta d'una problemàtica a nivell mundial, en aquest treball s'estudia de forma concreta l'estat de les aigües subterrànies de Catalunya.

3.4.1. Presència de nitrats a les aigües subterrànies de Catalunya

Tal i com ho afirma l'Agència Catalana de l'Aigua en el seu estudi "Evolució i estat de les aigües subterrànies de Catalunya a conseqüència de la contaminació per nitrats", la presència de compostos nitrogenats i especialment de nitrats és el principal problema de contaminació difusa a les aigües subterrànies de Catalunya. La principal font de nitrogen d'origen agrari són les dejeccions ramaderes i els fertilitzants minerals. Les principals repercussions

d'aquesta contaminació a Catalunya es produeixen en l'àmbit de la captació d'aigua destinada a l'abastament públic.

Aquest estudi de l'ACA inclou un mapa de les zones vulnerables de Catalunya (Figura 3.27), que només té en compte les zones vulnerables designades l'any 1998 amb el Decret 283/1998 i les designades l'any 2004 a través del Decret 476/2004. Aquest mapa ja s'ha presentat en el present treball en el capítol 3, incloent tant les zones vulnerables designades pels dos decrets anteriors així com les afegides en l'ACORD GOV/128/2009, de revisió i designació de noves zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries.

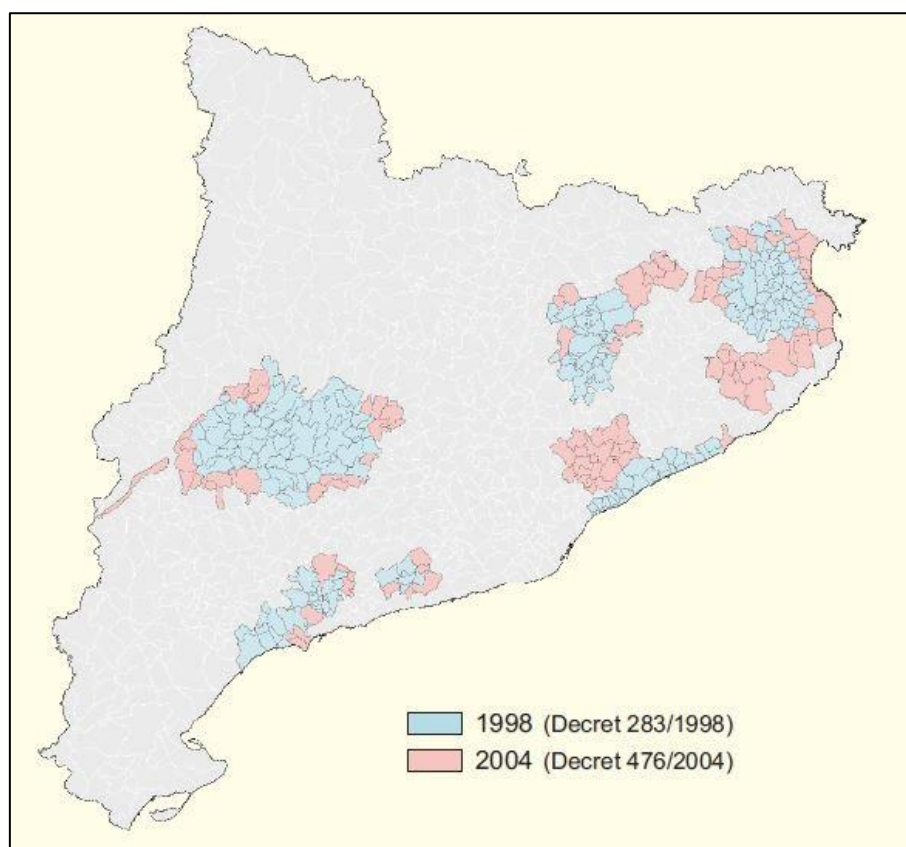


Figura 3.27. Designació de zones vulnerables en relació a la contaminació de nitrats. Font: ACA.

Aquest estudi de l'ACA també incorpora el mapa de la Figura 3.28, que mostra les masses d'aigua subterrània en risc de no assolir els objectius ambientals de la directiva marc de l'aigua.

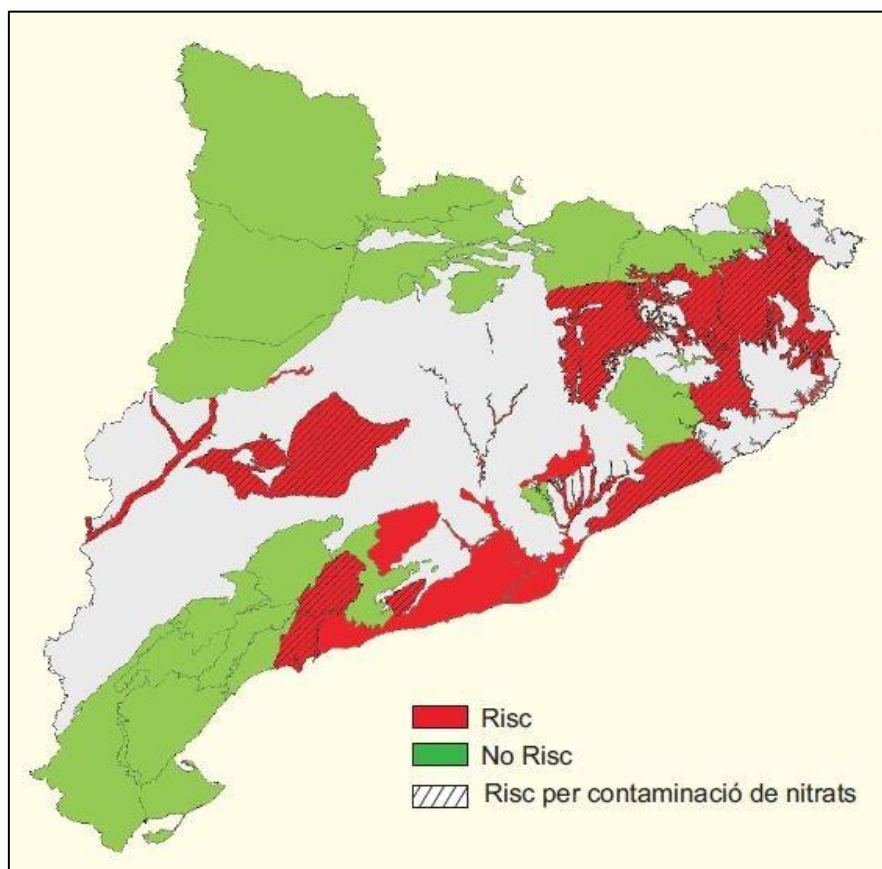


Figura 3.28. Masses d'aigua subterrània en risc de no assolir els objectius ambientals de la directiva marc de l'aigua. Font: ACA.

Tal i com es pot observar en la Figura 6.2, la gran majoria de masses d'aigua subterrània en risc de contaminació de nitrats coincideixen amb les zones designades com a vulnerables en la Figura 6.1.

D'altra banda aquest estudi de l'ACA inclou un anàlisi de la contaminació de l'evolució del contingut en nitrats a les aigües subterrànies de Catalunya des de l'any 1993 (Figura 3.29).

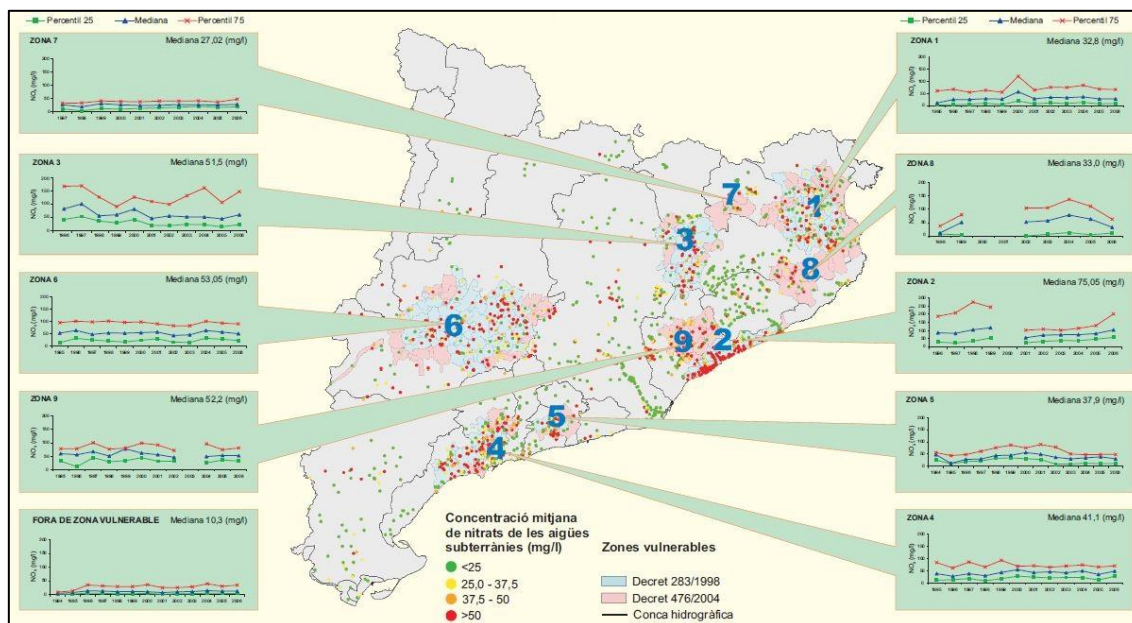


Figura 3.29. Tendència anual i concentració mitjana de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de Catalunya (2001-2006). Font: ACA.

Els resultats d'aquest anàlisi es presenten a la Figura 3.29 i la discussió dels resultats s'inclou a continuació:

- Les mostres amb una concentració mitjana de nitrats que superen els 25 mg/l es localitzen principalment dins de les zones vulnerables (ZV). No obstant això, la presència d'aquestes concentracions també és rellevant a les àrees de fora de les zones vulnerables, especialment al sud i a la zona central de Catalunya.
- Les tendències anuals mostren uns valors centrals homogenis. Aquest comportament és més evident després de l'establiment de les xarxes de control a les zones vulnerables (el 2001 per a les xarxes de les ZV 1-6 i el 2006 per a les xarxes de les zones 7-9).
- Els valors màxims, indicats pel percentil 75, representen una variabilitat més gran i mostren una diferència significativa amb els valors mitjans (més de 50 mg/l) a les ZV 2, 3, 6 i 8.

- Els valors centrals de les concentracions de nitrats a les mostres de les ZV varien de 29,9 a 75,05 mg/l, llevat de les mostres de les ZV 1, 7 i 8 on aquests valors superen els 37,5 mg/l (considerat com a punt d'inversió de la tendència d'acord amb la Directiva 2006/118/CE).
- El nombre de mostres d'aigua subterrània fora de les zones vulnerables és comparativament inferior i les analítiques presenten unes concentracions de nitrats homogènies.
- Més del 45% del total de mostres d'aigua sobrepassen els 37,5 mg/l de nitrats.

D'entre les conclusions a què s'arriba en aquest estudi de l'ACA cal destacar:

- El contingut en nitrats de les aigües subterrànies no ha variat significativament a les zones vulnerables en l'última dècada i no s'observa una millora en la qualitat de l'aigua subterrània.
- Tot i que la contaminació per nitrats afecta principalment abastaments d'aigua potable, aquests abastaments no són un bon indicador de la contaminació per nitrats a escala regional, ja que aigües, sense nitrats, de procedència externa s'incorporen per resoldre els problemes locals.

4. MATERIAL I MÈTODES

En la línia de l'estudi realitzat per l'ACA comentat en el capítol anterior, el present treball pretén estudiar l'evolució de la concentració de nitrats en les aigües freàtiques de dotze comarques de Catalunya.

Per a l'obtenció de les dades analítiques de nitrats a les aigües subterrànies de la zona en estudi es va optar primer per posar-se en contacte amb els ajuntaments dels municipis de les comarques estudiades. El problema que hi va haver en el desenvolupament d'aquesta recerca és que la gran majoria d'aquests municipis no disposava de dades sobre els nitrats de les aigües subterrànies dels seus termes municipals i com a conseqüència d'això no es va poder seguir amb aquest mètode d'obtenció de dades.

D'altra banda, l'Agència Catalana de l'Aigua disposa d'una sèrie de xarxes de control de la qualitat de les aigües subterrànies, xarxes compostes per diversos conjunts de pous, mines i fonts distribuïts per tot el territori català i que es controlen de forma periòdica. Per tant, donada la impossibilitat d'obtenir dades a través de cada un dels municipis de la zona en estudi, en segon terme s'ha optat per aquesta via d'obtenció de dades, realitzant una consulta interactiva a la pàgina web de l'ACA dels resultats de nitrats obtinguts les xarxes de control durant el període d'anys comprès entre el 2003 al 2012.

Tot seguit s'explica de forma detallada el procediment d'obtenció de les dades analítiques de la concentració de nitrats a les aigües freàtiques de la zona en estudi:

- En primer lloc s'ha accedit a la pàgina web de l'Agència Catalana de l'Aigua: <http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca/>.
- Una vegada s'ha entrat a la pàgina web de l'ACA s'ha entrat dins l'apartat amb el nom "Consulta de dades".

- Dins d'aquest apartat de "Consulta de dades" hi ha englobades diferents aplicacions interactives i s'ha accedit a la de "Xarxes de control".
- Una vegada s'ha entrat en aquest apartat de "Xarxes de control" apareix a dalt l'aplicació interactiva, tal i com es mostra en la Figura 4.1. Llavors per poder accedir a l'aplicació es clica sobre el botó Entra de la part inferior esquerra.

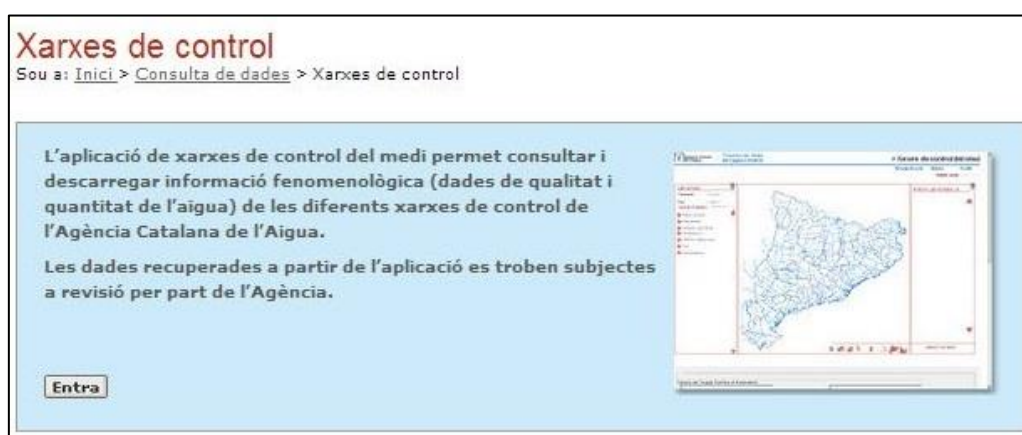


Figura 4.1. Com accedir a l'aplicació de Xarxes de control de la web de l'ACA.

- En aquest moment l'aplicació de Xarxes de control s'obre en una segona finestra, tal i com es mostra en la Figura 4.2.

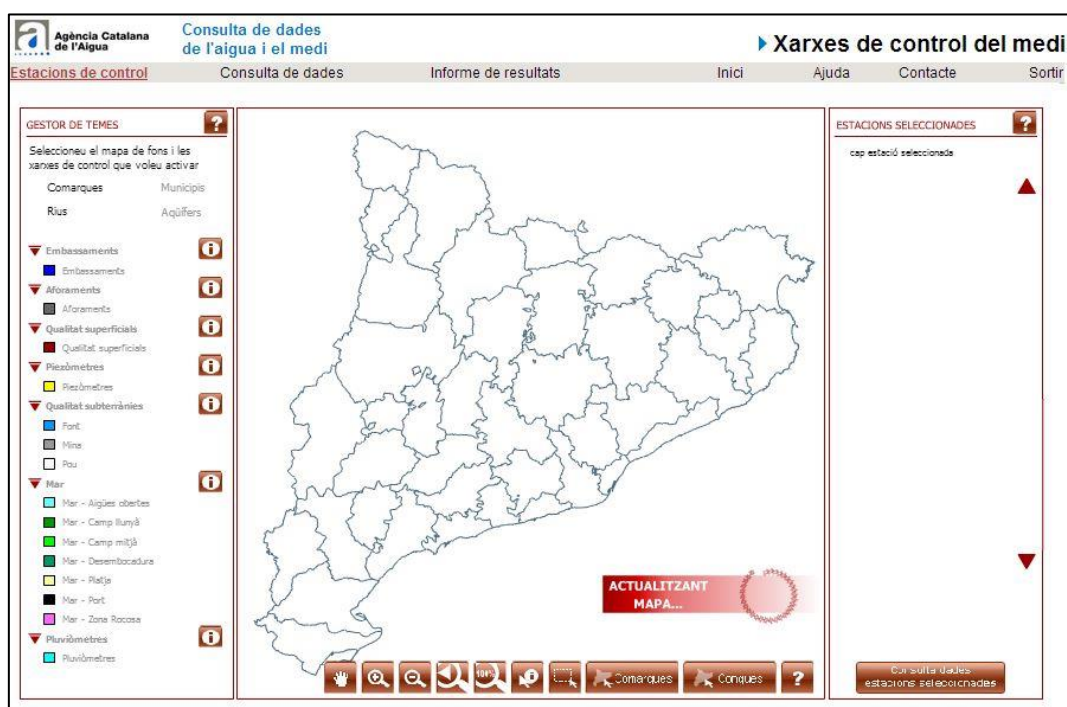


Figura 4.2. Aplicació de Xarxes de control de la web de l'ACA.

- Un cop s'ha accedit a l'aplicació de Xarxes de control, aquesta permet accedir, entre d'altres opcions, a la consulta de dades, tal i com s'observa en la part superior de la Figura 4.2. Es prem doncs sobre “Consulta de dades” i s'accedeix a la consulta interactiva de dades de la web de l'ACA, tal i com es mostra en la Figura 4.3.

Figura 4.3. Finestra de consulta interactiva de dades de la web de l'ACA.

- Durant la consulta de dades l'aplicació permet seleccionar el Grup de Massa d'Aigua de l'estació, i en el nostre cas s'ha seleccionat “Subterrànies”.
- Quan s'ha seleccionat les aigües subterrànies apareix l'opció de filtrar-ne les dades en funció de: aqüífer, conca, comarca/municipi i massa d'aigua. En el nostre cas s'ha seleccionat “Comarca/Municipi”.

- Tot seguit s'ha de seleccionar la comarca i una vegada seleccionada apareixen els seus municipis. A tall d'exemple seleccionem la comarca d'Osona i dins d'aquesta el municipi de Vic.
- Una vegada s'ha seleccionat el municipi apareixen totes les estacions que han estat analitzades per l'ACA en algun moment i les seleccionem totes per consultar-ne les dades.
- Després apareixen els paràmetres que es poden consultar, i seleccionem el paràmetre de "Qualitat".
- Dins dels paràmetres de qualitat disponibles s'ha accedit al paràmetre concret de "Nitrats".
- Una vegada determinats aquests paràmetres, a la banda de la dreta de la finestra es pot fer la selecció temporal. En el nostre cas s'escull l'opció dels "Últims 10 anys", per poder accedir a totes les dades disponibles des del 2003 fins al 2012.
- Una vegada escollit l'interval de temps es pot determinar l'agregació de les dades: una dada cada dia, una cada setmana, una cada mes i una cada any. En el nostre cas s'ha escollit l'opció "Una dada cada any", ja que es vol estudiar l'evolució anual de la concentració de nitrats.

En la Figura 4.4 es mostra l'exemple dut a terme per poder explicar el procediment seguit per a l'obtenció de les dades de nitrats de tots els municipis de la zona en estudi.

The screenshot shows the 'Consulta de dades de l'aigua i el medi' web application. The interface is organized into three main sections:

- 1. ESTACIONES SELECCIONADAS:**
 - Selecció del Grup de Massa d'Aigua de l'estació:** Radio buttons for Superficials, Subterrànies (checked), Litorals, and N/D.
 - Filtre per àmbit:** Radio buttons for Aquífer, Conca, Comarca/Municipi (checked), and Massa d'aigua.
 - Selecció de Comarca:** A list box containing 'Osona'.
 - Selecció de Municipi:** A list box containing 'VIC'.
 - Selecció d'Estació:** A list box containing 'QLSub - Caseta Renfe', 'QLSub - Granja Puigoriol', 'QLSub - Horta De La Serra', and 'QLSub - Icsa Ram'.
- 2. TIPOLOGIA DE DADES QUE ES VOL CONSULTAR:**
 - Selecció del Grup de Famílies de Paràmetres:** A list box containing 'Qualitat'.
 - Selecció de Paràmetres:** A list box containing 'Nitrats'.
- 3. FORMAT DELS RESULTATS:**
 - Cal triar com a mínim una estació i un paràmetre:** A note indicating the minimum selection requirements.
 - Format de sortida:** Radio buttons for Taula (checked), Gràfica, and Taula i Gràfic.
 - Selecció temporal:** Radio buttons for Últims 7 dies, Últims 30 dies, Últims 12 mesos, and Últims 10 anys (checked).
 - Avançada:** A checkbox that is currently unchecked.
 - Agregació de les dades:** Radio buttons for Una dada cada dia, Una dada cada setmana, Una dada cada mes, and Una dada cada any (checked).
 - Buttons:** 'Nova consulta' and 'Informe resultats' buttons are located at the bottom right.

Figura 4.4. Exemple de consulta a l'ACA de dades de nitrats al municipi de Vic.

- En el moment en què ja s'han determinat tots els paràmetres necessaris es clica sobre "Informe resultats" a la part inferior dreta de la finestra.

- Tot seguit, un cop s'ha clicat sobre "Informe resultats" apareixen les dades disponibles a l'ACA en funció dels criteris escollits. En l'exemple de Vic apareixen una sèrie de punts de mostreig dels quals hi ha unes dades de nitrats, en mg/l, per uns anys determinats, tal i com es mostra en la Figura 4.5.

Any	Estació	Típus Variable	Unitat Mesura	Valor
2003	QLSub - Icsa Ram	Nitrats	mg/l	38.3333
2003	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	230.0333
2004	QLSub - Icsa Ram	Nitrats	mg/l	96.1
2004	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	216.6
2005	QLSub - Icsa Ram	Nitrats	mg/l	65.9
2005	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	141.4
2006	QLSub - Icsa Ram	Nitrats	mg/l	50.2
2006	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	186.9
2007	QLSub - Icsa Ram	Nitrats	mg/l	32.35
2007	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	165.35
2008	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	66.8
2009	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	193.6
2010	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	217.8
2011	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	252.9
2012	QLSub - Granja Puigoriol	Nitrats	mg/l	324.6

Figura 4.5. Exemple de dades de nitrats obtingudes en el municipi de Vic.

- Aquest mateix procediment s'ha repetit per a tots els municipis de les dotze comarques en estudi. Per a cada comarca, municipi i punt de mostreig, s'ha traslladat de forma manual cada dada particular en una base de dades pròpia per a cada comarca, per tal de poder-les tractar i obtenir-ne uns resultats.

A més d'aquestes dades de nitrats obtingudes de la web de l'ACA, per l'estudi de la comarca d'Osona també s'ha utilitzat dades de nitrats de l'arxiu del Laboratori Prat: de determinacions particulars, del Grup de Defensa del Ter (GDT), de TFC's, etc. sempre determinades amb mètode espectrofotometria UV, en Laboratori registrat, reconegut i certificat i amb control extern de resultats en el Programa d'Assaigs d'Aptitud "Inter 2000" del DARPAMN de la Generalitat de Catalunya.

Un cop recopilades totes les dades de nitrats de tots els punts de mostreig disponibles a l'ACA de la zona en estudi per poder estudiar l'evolució de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies d'aquesta zona, en aquest treball també s'ha estudiat quins factors o variables poden intervenir a aquesta contaminació per nitrats.

Per a tal efecte s'ha recopilat tota una sèrie de dades de diferents variables: conductivitat, pluviometria, superfície agrària útil, explotacions agràries i caps de bestiar boví i porcí.

Per a l'obtenció de cada una d'aquestes dades s'ha realitzat el següent:

- Conductivitat: s'ha realitzat el mateix procediment que pel cas dels nitrats, amb la diferència que com a paràmetre de qualitat s'ha escollit el de "Conductivitat" i "Conductivitat 20°C", en $\mu\text{S}/\text{cm}$, i d'una en una s'han anat traslladant a una altra base de dades pròpia, classificada per comarques. S'ha utilitzat els dos valors de conductivitat ja que en la majoria de casos o bé hi havia dada d'una o bé de l'altra, de forma indistinta, i per tal de tenir dades en el màxim nombre de punts de mostreig dels quals es tenien dades de nitrats, s'han recopilat les dues dades.

De la mateixa manera que en el cas dels nitrats, per a la comarca d'Osona, a més de les dades de pluviometria de l'ACA també s'ha utilitzat dades d'aquest paràmetre de l'arxiu del Laboratori Prat: de determinacions particulars, del Grup de Defensa del Ter (GDT), de TFC's, etc. determinades en Laboratori registrat, reconegut i certificat i amb control extern de resultats en el Programa d'Assaigs d'Aptitud "Inter 2000" del DARPAMN de la Generalitat de Catalunya.

- Pluviometria: per a l'obtenció d'aquest paràmetre s'ha accedit a l'anuari estadístic de Catalunya de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat): <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec>, dins d'aquest a l'apartat "Territori i medi ambient", tot seguit al sub-apartat "Climatologia" i finalment s'ha seleccionat l'opció "Pluviometria. Precipitació mensual. Comarques".

En aquest apartat apareixen les dades mensuals i totals de pluviometria de totes les comarques de Catalunya. A dalt de tot a la dreta es pot escollir l'any del qual es vol obtenir les dades, i hi ha disponibles dades des de l'any 2000 al 2012. En el nostre cas s'ha anat seleccionant els anys des de 2003 a 2012 i de les dades que han aparegut en cada cerca s'han recopilat les dades de pluviometria total, en mm o l/m^2 , de les dotze comarques de la zona d'estudi.

- Superfície agrària útil (SAU): per a l'obtenció de les dades de SAU també s'ha accedit a l'anuari estadístic de Catalunya de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat): <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec>. Dins d'aquest a l'apartat "Agricultura, ramaderia i pesca", tot seguit al sub-apartat "Sector agrari" i finalment s'ha seleccionat l'opció "Superfície agrària. Per tipus. Comarques, àmbits i províncies".

Un cop s'ha accedit a aquest apartat apareixen les dades de SAU (terres llaurades i pastures permanents) i superfície forestal de l'any 2009. En el nostre cas s'han recopilat tant les dades de SAU com de terres llaurades, en hectàrees (ha), de les dotze comarques en estudi.

- Explotacions agràries: per a l'obtenció de les dades d'explotacions agràries també s'ha accedit a l'anuari estadístic de Catalunya de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat): <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec>. Dins d'aquest a l'apartat "Agricultura, ramaderia i pesca", tot seguit al sub-apartat "Sector agrari" i finalment s'ha seleccionat l'opció "Explotacions agràries. Comarques, àmbits i províncies".

Una vegada s'ha accedit a aquest apartat apareixen les dades de les explotacions agràries sense terres, amb terres (amb ramaderia o sense) i les totals de l'any 2009. En el nostre cas s'ha recopilat el nombre total d'explotacions agràries de les dotze comarques en estudi.

- Caps de bestiar boví i porcí: per a l'obtenció de les dades de caps de bestiar també s'ha accedit a l'anuari estadístic de Catalunya de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat): <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec>. Dins d'aquest a l'apartat "Agricultura, ramaderia i pesca", tot seguit al sub-apartat "Ramaderia" i finalment s'ha seleccionat l'opció "Caps de bestiar. Per espècies. Comarques, àmbits i províncies".

Un cop s'ha entrat a aquest apartat apareixen les dades de caps de bestiar boví, oví, cabrum, porcí, equí, conills i aviram de l'any 2009. En el nostre cas s'han recopilat tant les dades de caps de bestiar boví com de porcí de les dotze comarques en estudi.

Una vegada s'han tingut completes totes les bases de dades pròpies amb les dades fins ara esmentades s'ha procedit al seu tractament per obtenir els resultats pertinents i poder-ne fe una discussió.

Amb aquestes dades s'ha pogut estudiar tant l'evolució de la concentració de nitrats en els darrers deu anys en la zona en estudi com la relació entre la concentració de nitrats i les diferents variables estudiades. Aquests resultats i la seva discussió es presenten en el següent capítol.

5. RESULTATS I DISCUSSIÓ

5.1. Zona en estudi

Les dotze comarques tractades han estat escollides donat que alguns o una bona part dels seus municipis estan englobats en alguna de les zones vulnerables esmentades en el capítol 3; aquestes comarques es mostren de color a la Figura 5.1:

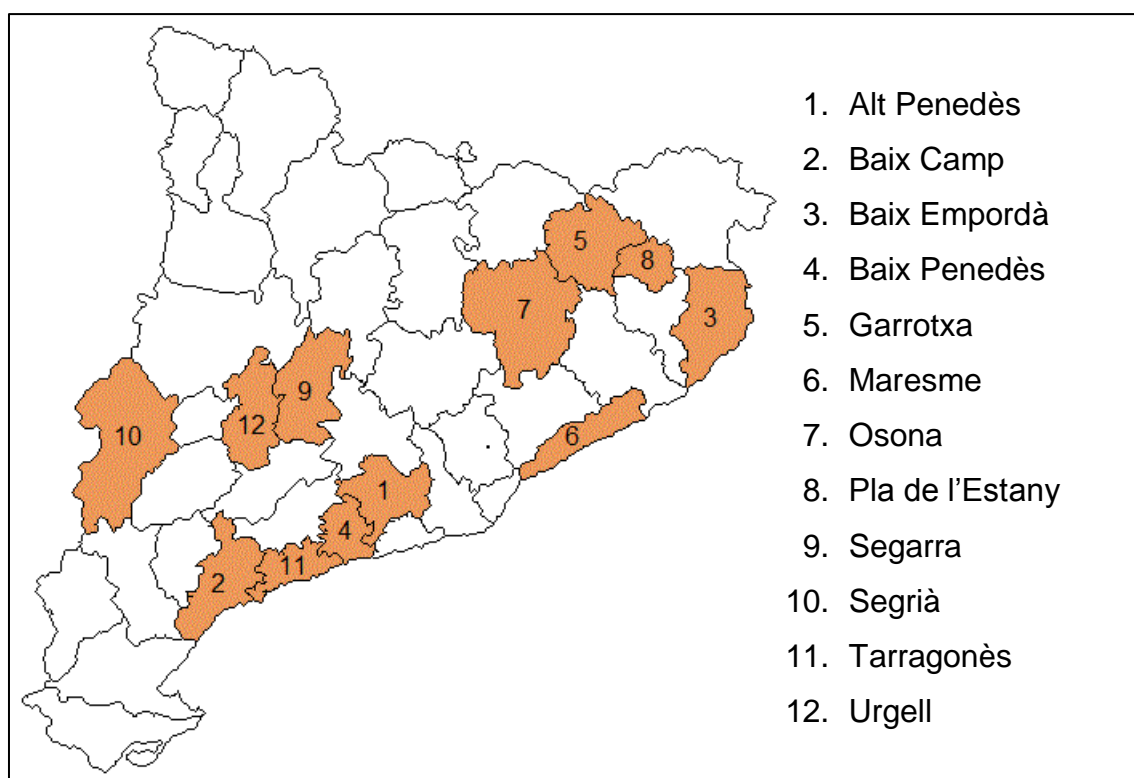


Figura 5.1. Zona en estudi

5.2. Estudi de l'evolució de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies de la zona en estudi

En aquest apartat, a partir de les dades mostrades en la Taula 5.1 de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies de les comarques en estudi amb municipis englobats dins d'alguna de les dotze zones vulnerables es pretén estudiar l'evolució d'aquesta contaminació per nitrats en els darrers deu anys i comarca per comarca.

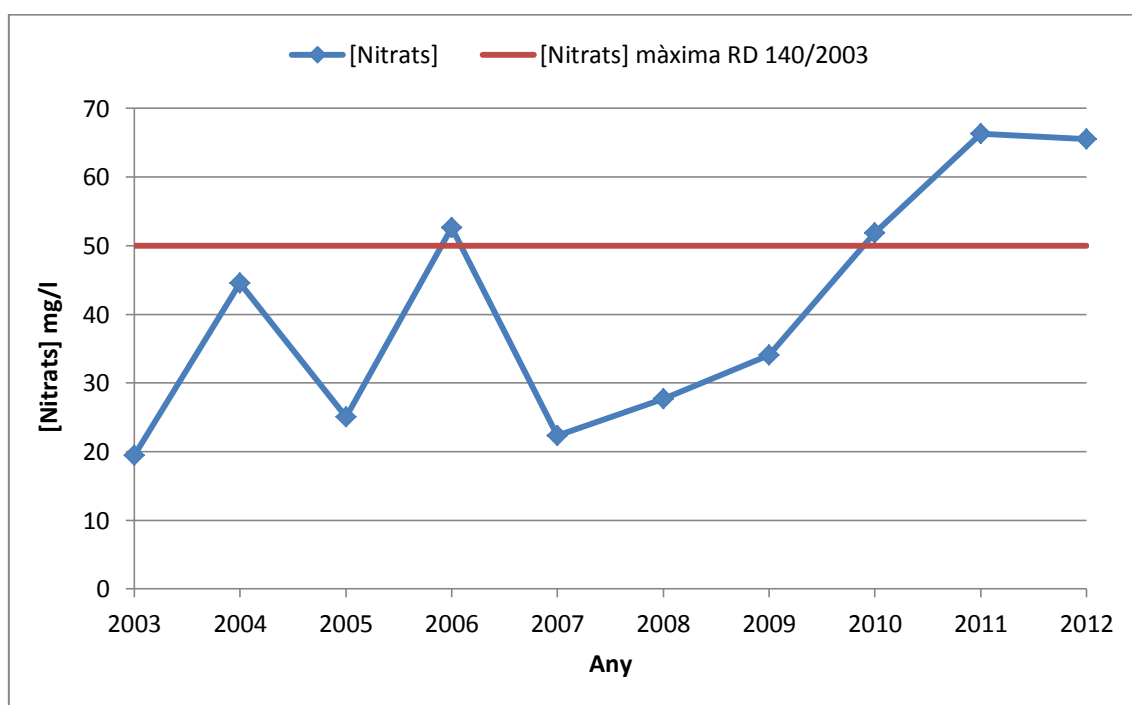
Taula 5.1. Dades del valor mitjà de la concentració de nitrats a les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012.

Comarca	Nitrats (mg/l)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alt Penedès	19,5	44,5	25,0	52,6	22,4	27,7	34,1	51,8	66,3	65,5
Baix Camp	53,1	57,2	47,4	49,3	57,1	47,3	52,7	47,9	43,0	37,9
Baix Empordà	34,0	41,9	36,2	27,4	21,4	22,3	20,7	26,6	22,8	25,0
Baix Penedès	61,9	49,6	42,9	30,8	32,6	33,1	34,7	35,7	50,1	39,5
Garrotxa	28,4	32,5	41,1	29,3	28,4	28,5	25,6	26,2	23,5	
Maresme	89,9	97,5	106,4	129,5	136,5	84,9	102,5	106,7	103,8	176,3
Osona	80,4	73,9	94,7	59,3	57,4	73,5	84,4	84,4	84,7	75,6
Pla de l'Estany	46,4	56,5	42,5	53,2	44,0	37,4	44,5	44,6	42,7	44,7
Segarra	59,1	72,0	59,5	62,3	51,6	52,6	62,3	80,8	63,8	57,8
Segrià	76,8	64,9	41,9	59,2	47,1	36,0	77,7	46,1	40,2	49,5
Tarragonès	36,8	32,7	35,3	38,2	40,6	48,4	49,8	47,7	49,6	57,4
Urgell	50,9	81,7	68,1	67,8	74,3	53,3	76,4	80,5	72,9	57,4

5.2.1. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de l'Alt Penedès

L'Alt Penedès és una de les quatre comarques en què va quedar dividit el Penedès en la divisió comarcal de 1936 i pertany a la província de Barcelona. Aquesta comarca compta amb un total de 27 municipis, 2 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 5: Castellet i la Gornal i Castellví de la Marca. Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 29 punts de mostreig pertanyents a 16 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.1 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca de l'Alt Penedès.



Gràfic 5.1. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de l'Alt Penedès des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies de l'Alt Penedès no sembla haver estat gaire constant al llarg del temps.

Tal i com s'observa a la gràfica l'any 2003 la concentració de nitrats era bastant baixa, amb una mitjana inferior als 20 mg/l i obtinguda a partir de dades d'onze punts de mostreig diferents.

L'any 2004 la concentració mitjana de nitrats es va veure duplicada respecte la de l'any anterior i va passar a ser d'aproximadament 45 mg/l, gairebé arribant al límit màxim permès per la legislació vigent. Això és degut bàsicament a que per aquest any hi ha dades de 3 punts de mostreig diferents de l'any 2003 amb una concentració força elevada i a l'augment considerable de la concentració de nitrats en dos punts de mostreig ja mostrejats l'any anterior.

L'any 2005 la concentració mitjana de nitrats va disminuir notablement fins als 25 mg/l, a causa de la reducció d'aquest valor en diferents punts de mostreig de la comarca. L'any 2006 els nitrats van superar el límit admissible de 50 mg/l, arribant a un valor de gairebé 53 mg/l, principalment degut a la major contaminació dels punts de mostreig i a l'addició de dos punts de mostreig amb molts nitrats.

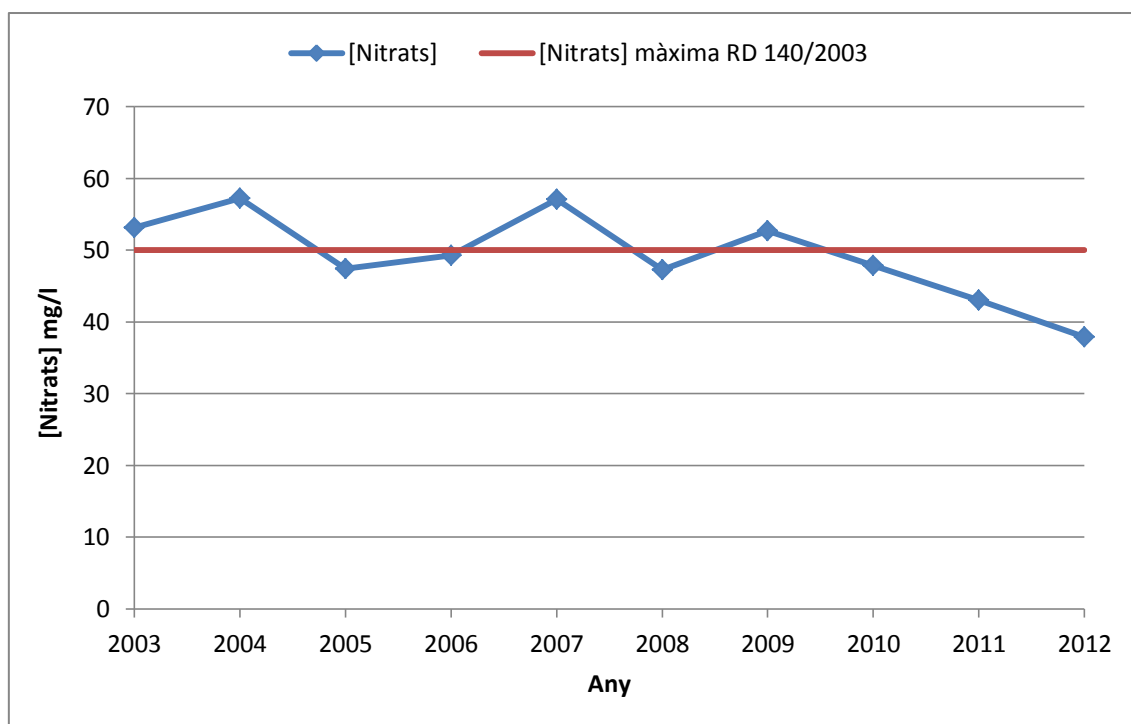
Des de l'any 2007 fins el passat 2012 sembla que hi hagi hagut un augment progressiu de la contaminació mitjana de nitrats a les aigües subterrànies dels punts de mostreig analitzats, arribant als 65,5 mg/l l'any 2012. Aquest augment sembla degut a que es va començar a analitzar un punt de mostreig de Castellví de la Marca (zona vulnerable) del qual fins llavors no se'n tenien dades i el qual tenia i té una contaminació per nitrats molt elevada (entre 79 i 316 mg/l al llarg dels darrers anys).

5.2.2. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Baix Camp

El Baix Camp és una de les tres comarques en què va quedar dividit el Camp de Tarragona en la divisió comarcal de 1936 i pertany a la província de Tarragona. Aquesta comarca compta amb un total de 28 municipis, 10 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 4: Les Borges del Camp, Botarell, Cambrils, Montbrió del Camp, Mont-roig del Camp, Reus, Riudoms, la Selva del Camp, Vilanova d'Escornalbou i Vinyols i els Arcs.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 80 punts de mostreig pertanyents a 15 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.2 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Baix Camp.



Gràfic 5.2. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Camp des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Baix Camp sembla haver estat molt constant al llarg del temps i sempre al voltant dels 50 mg/l, el límit màxim legal per a l'aigua de consum.

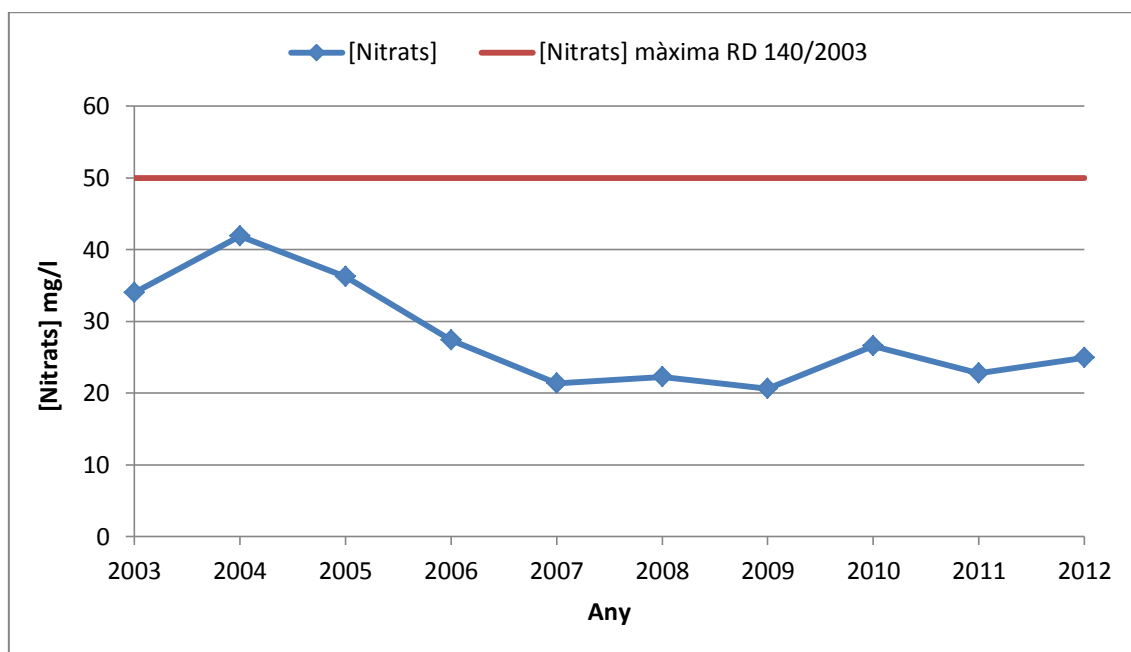
Malgrat no s'han analitzat durant tot el període 2003-2012 el mateix nombre de punts de mostreig, la majoria dels punts de mostreig que han estat analitzats durant tots els anys presenten diferències poc significatives d'any en any, i no han presentat millores ni empitjoraments significatius. Aquells punts de mostreig que estaven molt contaminats l'any 2003 ho han seguit estant al llarg del temps, i aquells que estaven poc contaminats han seguit tenint una presència de nitrats baixa fins el 2012.

Tot i que hi ha alguns punts de mostreig amb uns nivells de nitrats reduïts, la gran majoria presenten valors força elevats i, per tant, es pot concloure que, de mitjana, les aigües subterrànies d'aquesta comarca estan contaminades pel que fa a nitrats ja que de mitjana tenen unes concentracions de nitrats elevades i superiors als 50 mg/l establerts com a concentració màxima per al consum humà.

5.2.3. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Baix Empordà

El Baix Empordà és una de les dues comarques en què va quedar dividit l'Empordà en la divisió comarcal de 1936 i pertany a la província de Girona. Aquesta comarca compta amb un total de 36 municipis, 25 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 1: Albons, Bellcaire d'Empordà, Bisbal d'Empordà, Colomers, Corçà, Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, Foixà, Fontanilles, Forallac, Garrigoles, Gualta, Jafre, Palau-sator, Pals, Parlavà, La Pera, Ruplà, Serra de Daró, La Tallada d'Empordà, Torroella de Montgrí (excloses les illes Medes), Ultramort, Ullà, Ullastret, Verges i Vilopriu. Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 87 punts de mostreig pertanyents a 24 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.3 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Baix Empordà.



Gràfic 5.3. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Empordà des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Baix Empordà ha estat per sota del límit màxim establert per la legislació vigent durant tot el període de temps estudiat.

L'any 2003 la concentració mitjana de nitrats segons les dades de l'ACA va ser de 34 mg/l, un valor bastant elevat degut a que durant aquest any es van analitzar tot un seguit de punts de mostreig amb concentracions altes de nitrats (entre 47 i 93 mg/l) que no es van analitzar en cap altra ocasió.

L'any 2004 el nivell de nitrats mitjà a les aigües va augmentar respecte l'any anterior, i no va ser degut al fet que els punts de mostreig fossin diferents (sí que hi havia nous punts de mostreig, però la majoria amb valors no molt significatius) sinó perquè en general el valor de nitrats va augmentar en la majoria de punts de mostreig.

Des de l'any 2005 al 2007 la tendència del valor mig de nitrats va ser de baixada, degut principalment a la disminució dels nitrats en diferents punts de mostreig.

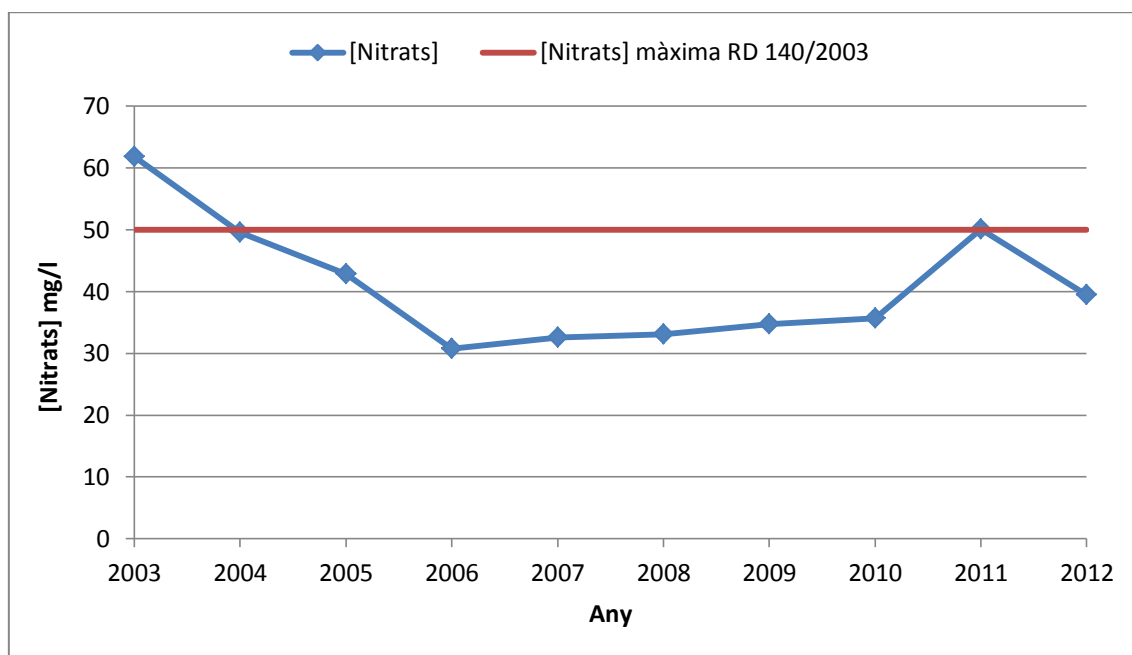
Finalment, la tendència del valor mig de nitrats des del 2007 fins el 2012 ha estat força constant i s'ha mantingut entre els 21 i el 25 mg/l.

5.2.4. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Baix Penedès

El Baix Penedès és una de les quatre comarques en què va quedar dividit el Penedès en la divisió comarcal de 1936 i pertany a la província de Tarragona. Aquesta comarca compta amb un total de 14 municipis, 8 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 5: Albinyana, l'Arboç (amb exclusió dels enclavaments situats fora del perímetre de l'àrea), Banyeres del Penedès, Bellvei, La Bisbal del Penedès, Llorenç del Penedès, Sant Jaume dels Domenys i Santa Oliva.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 60 punts de mostreig pertanyents a 11 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.4 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Baix Penedès.



Gràfic 5.4. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Penedès des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Baix Penedès ha estat, en la majoria dels anys estudiats, per sota del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà, però alhora sempre per sobre dels 30 mg/l.

L'any 2003 el valor mig de nivell de nitrats era de 61,9 mg/l, un nivell força diferent al de la resta d'anys i, entre d'altres possibles motius, a causa que en aquest any es van analitzar tres punts de mostreig que no es va tornar a analitzar mai i que tenien una concentració de nitrats molt elevades, un d'ells superior als 110 mg/l, un altre superior als 170 mg/l i el darrer superior als 500 mg/l.

La tendència de la concentració mitjana de nitrats des de l'any 2004 al 2006 va ser bastant decreixent, i no principalment perquè els punts de mostreig analitzats presentessin uns nivells de nitrats inferiors sinó majoritàriament degut a nous punts de mostreig analitzats amb baix nivell de nitrats en la majoria de casos.

Des de l'any 2006 al 2010 el valor mitjà de nitrats es va mantenir força constant i va oscil·lar entre els 30 i 35 mg/l aproximadament.

Com s'observa a la gràfica l'any 2011 el valor mitjà de nitrats va augmentar fins als 50,1 mg/l, ja que, encara que alguns punts de mostreig no van mostrar diferències significatives, molts punts de mostreig van augmentar el seu nivell de nitrats respecte l'any anterior.

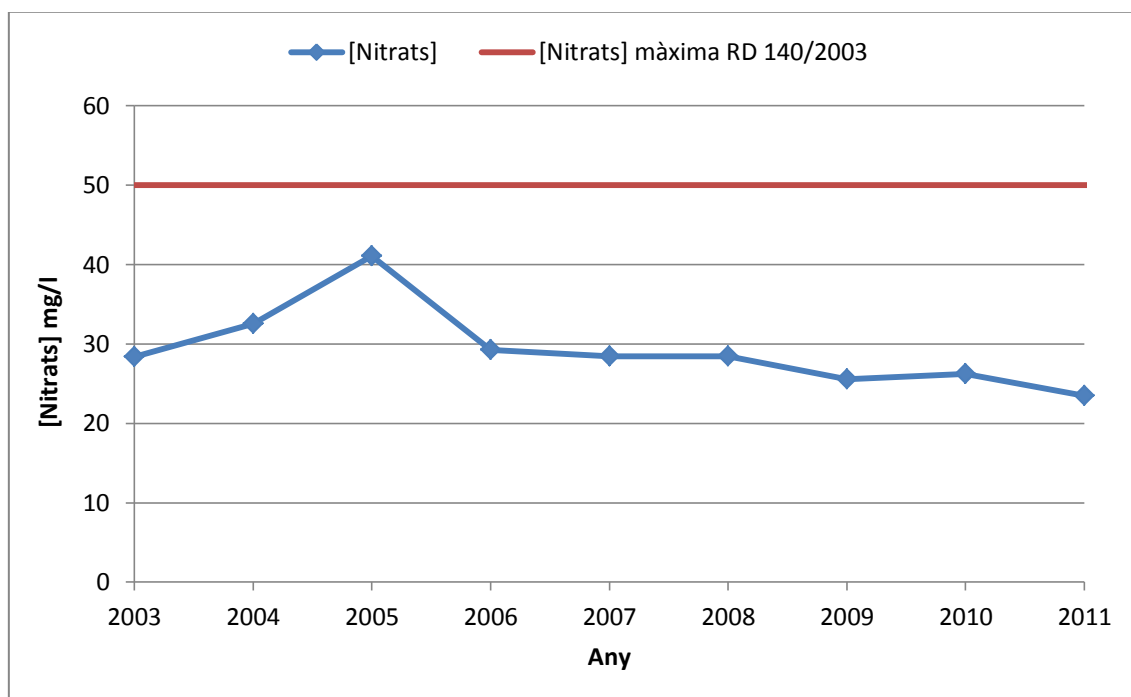
Finalment, l'any 2012 aquest valor ha disminuït, principalment a causa que només es tenen dades de 5 punts de mostreig diferents, 3 d'ells amb concentracions de nitrats molt reduïdes.

5.2.5. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de la Garrotxa

La Garrotxa és una comarca prepirinenca i pertany a la província de Girona. Aquesta comarca compta amb un total de 21 municipis, 6 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 7: Olot, les Preses, Sant Joan les Fonts, Santa Pau, Vall d'en Bas i al municipi de la Vall de Bianya només l'enclavament situat a Sant Joan les Fonts.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2011 (l'ACA no disposa dades de nitrats de l'any 2012) en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 18 punts de mostreig pertanyents a 10 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.5 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca de la Garrotxa.



Gràfic 5.5. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de la Garrotxa des de l'any 2003 fins el 2011. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies de la Garrotxa ha estat per sota del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà durant tots els períodes analitzats. Però de forma similar a l'evolució dels nitrats al Baix Penedès, aquest valor no s'ha allunyat mai gaire dels 30 mg/l.

La tendència del valor mitjà de nitrats en aquestes aigües subterrànies ha estat gairebé sempre constant i al voltant dels 30 mg/l.

L'única excepció que s'observa és a l'any 2005, i va ésser degut al fet que es van analitzar de forma puntual 2 punts de mostreig amb força contaminació de nitrats, amb valors de 49,3 i 82,8 mg/l. La resta de punts de mostreig analitzats seguien tenint una tendència molt constant respecte els anys anteriors i la van tenir també respecte el posteriors.

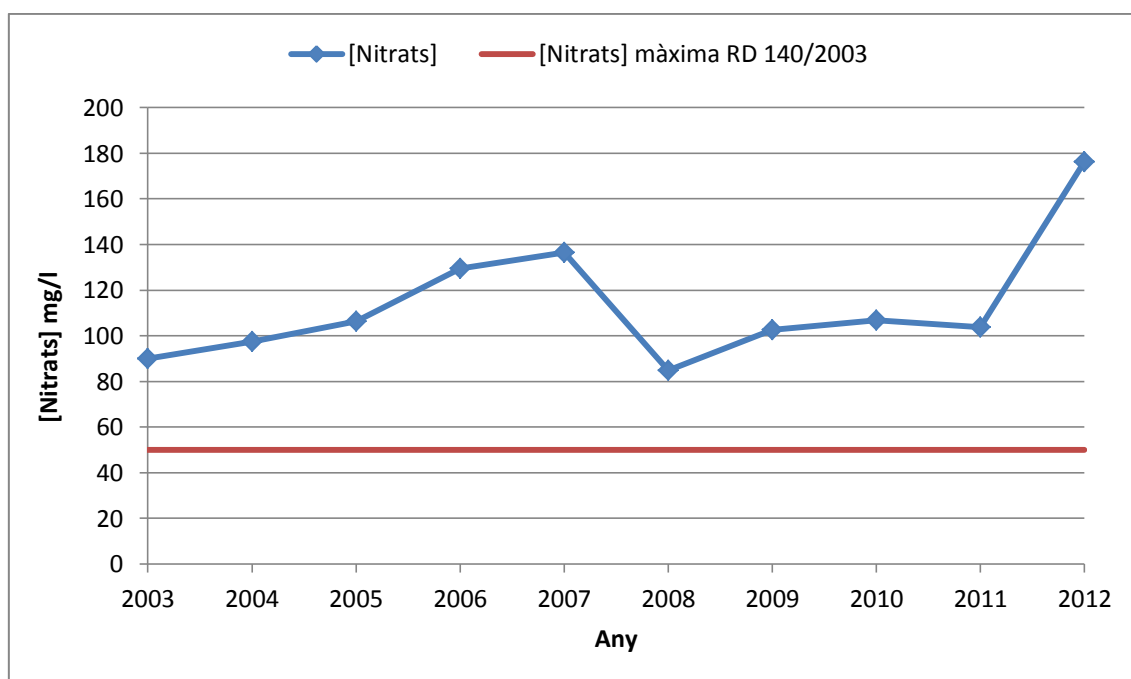
En el cas de la comarca de la Garrotxa, l'ACA no disposa de valors de concentració de nitrats de l'any 2012 per a cap dels punts de mostreig analitzats en anys anteriors.

5.2.6. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Maresme

El Maresme és una comarca litorènca i pertany a la província de Barcelona. Aquesta comarca compta amb un total de 30 municipis, 28 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 2: Alella, Arenys de Mar, Arenys de Munt, Argentona, Cabrera de Mar, Cabrils, Calella, Caldes d'Estrac, Canet de Mar, Dosrius, Malgrat de Mar, Masnou, Mataró, Montgat, Palafolls, Pineda de Mar, Premià de Dalt, Premià de Mar, Sant Andreu de Llavaneres, Sant Cebrià de Vallalta, Sant Iscle de Vallalta, Sant Pol de Mar, Sant Vicenç de Montalt, Santa Susanna, Teià, Tiana, Vilassar de Dalt i Vilassar de Mar.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 188 punts de mostreig pertanyents a 29 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.6 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Maresme.



Gràfic 5.6. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Maresme des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Maresme ha estat molt per sobre del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà durant tots els períodes analitzats. Malgrat que el valor mitjà ha oscil·lat una mica en alguns anys, aquest sempre s'ha mantingut superior als 80 mg/l, una concentració de nitrats molt elevada.

Dels 188 punts de mostreig analitzats de forma puntual durant el període de temps estudiat, només n'hi ha hagut 40 que no han sobrepassat mai els 50 mg/l. La resta de punts de mostreig, un total de 148, han contingut durant aquests anys quantitats de nitrats superiors als 50 mg/l.

Cal destacar però que el valor mitjà tant elevat de nitrats de l'any 2012, de 176,3 mg/l, es deu a que només es disposen dades de 41 dels 188 punts de mostreig analitzats algun cop i, a més, molts d'aquests 41 són dels que han mantingut al llarg dels últims anys nivells de nitrats molt elevats (de fins a 500 mg/l).

De les comarques analitzades es tracta de la comarca amb un valor mitjà de concentració de nitrats més elevat.

Malgrat que moltes vegades s'associï la contaminació de les aigües subterrànies per nitrats a l'activitat ramadera, aquí trobem un clar exemple de la incidència d'altres factors en aquesta contaminació ja que la comarca del Maresme està entre les deu comarques catalanes que menys dejeccions ramaderes produeixen, aproximadament un 1% del total de Catalunya.

D'altra banda l'activitat agrícola a la zona és molt intensiva, centrada especialment a la zona costanera i les rieres del Maresme. Els principals cultius són tipus herbacis de regadiu: flors, hortalisses i maduixers i en segon lloc hi ha les plantacions de fruiterars i cítrics.

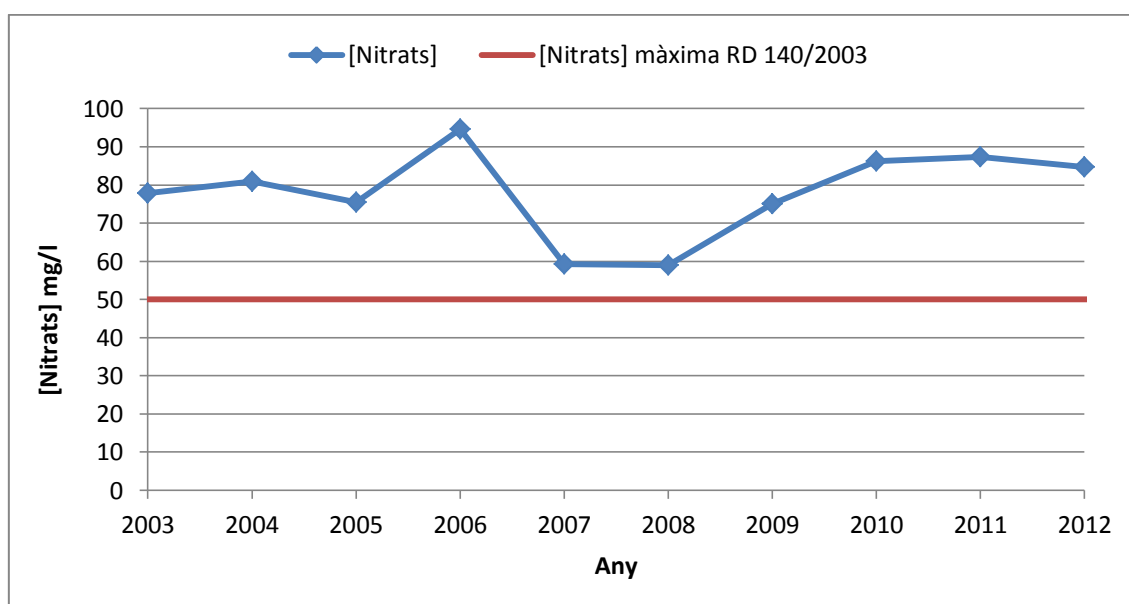
Segurament els tractaments que fan en aquests conreus, com ara l'aplicació d'adobs i els tractaments fitosanitaris, incideixen significativament sobre la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies de la comarca.

5.2.7. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies d'Osona

Osona és una comarca situada a l'extrem nord-est de la depressió central Catalana i pertany a la província de Barcelona (majoritàriament) i Girona. Compta amb 51 municipis, 38 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 3: Calldetenes, Collsuspina, Folgueroles, Gurb, Hostalets de Balenyà, Malla, Manlleu, les Masies de Roda, les Masies de Voltregà, Lluçà, Muntanyola, Olost, Orís, Oristà, Perafita, Prats de Lluçanès, Roda de Ter, Sant Agustí de Lluçanès, Sant Bartomeu del Grau, Sant Boi de Lluçanès, Sant Hipòlit de Voltregà, Sant Julià de Vilatorrada, Sant Martí d'Albars, Sant Pere de Torelló, Sant Vicenç de Torelló, Santa Cecília de Voltregà, Santa Eugènia de Berga, Santa Eulàlia de Riuprimer, Santa Maria de Corcó, Seva, Sobremunt, Sora, Taradell, Tavèrnoles, Tavertet, Tona, Torelló i Vic.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 150 punts de mostreig pertanyents a 41 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.7 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca d'Osona.



Gràfic 5.7. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies d'Osona des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies d'Osona ha estat bastant per sobre del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà durant tots els anys en què s'ha estudiat. Malgrat que el valor mitjà ha patit certes variacions al llarg dels anys, la tendència ha estat en mantenir-se sempre per sobre dels 60 mg/l.

Des de l'any 2003 a l'any 2005 el valor mitjà de concentració de nitrats es a mantenir força estable, entre els 75 i 81 mg/l.

L'any 2006 aquest valor de nivell de nitrats mitjà es va veure incrementat arribant gairebé als 95 mg/l. Malgrat que hi va haver diferents punts de mostreig analitzats, la principal causa d'aquest increment va ser que la gran majoria de punts de mostreig analitzats aquell any van patir augment de la concentració de nitrats respecte els anys anteriors.

Per contra l'any següent, el 2007, la concentració de nitrats mitjana es va reduir fins a 59,3 mg/l, ja que en general en la gran majoria dels punts de mostreig analitzats aquest nivell de nitrats va disminuir.

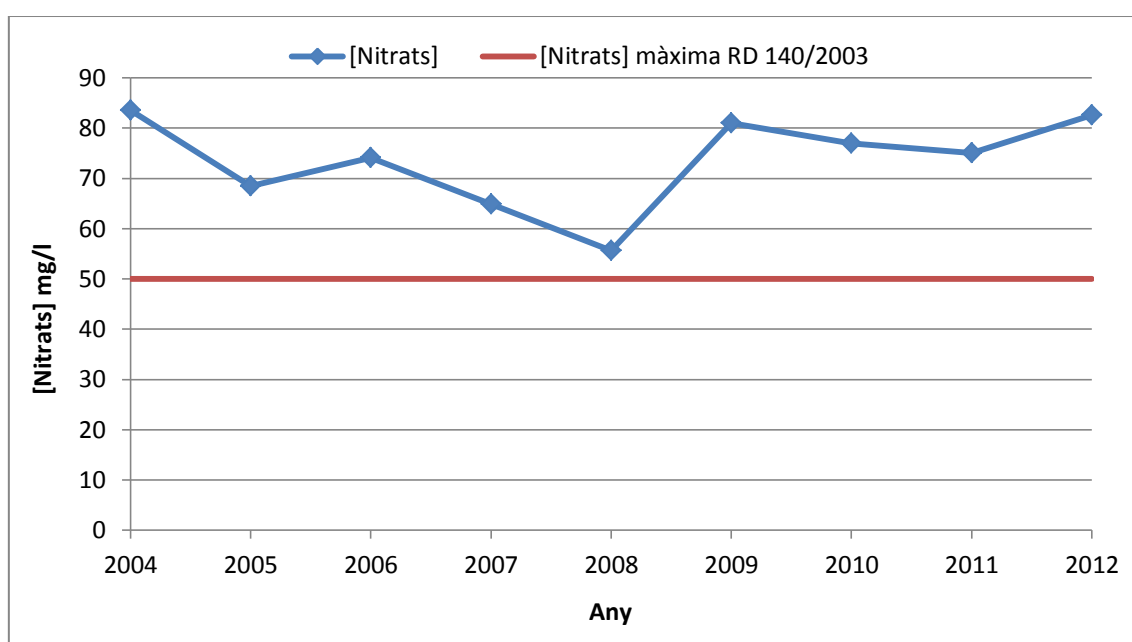
L'any 2008 el valor era molt similar al 2007 i, tot i que el valor es va mantenir força constant, l'aigua d'alguns punts de mostreig presentava menys nitrats i la d'altres en presentava més.

Des de l'any 2009 fins el 2011 la tendència ha estat creixent, ja que en la majoria de casos la contaminació per nitrats dels punts mostrejats ha empitjorat i s'ha incrementat la quantitat de nitrats a les aigües.

Sembla que a l'any 2012 el valor hagi disminuït, però és pel fet que, com en altres comarques, no es disposa de tantes dades com en els anys anteriors i per tant no és una millora real.

Per al cas de les aigües subterrànies d'Osona, a més de les dades de l'ACA, també es disposa de dades analítiques dels valors de nitrats a les fonts de la comarca. Aquestes dades provenen de l'arxiu del Laboratori Prat: de determinacions particulars, del Grup de Defensa del Ter (GDT), de TFC's, etc. i sempre han estat determinades amb mètode espectrofotometria UV, en Laboratori registrat, reconegut i certificat i amb control extern de resultats en el Programa d'Assaigs d'Aptitud "Inter 2000" del DARPAMN de la Generalitat de Catalunya.

De les dades esmentades s'ha obtingut el Gràfic 5.8, també de l'evolució de nitrats però a les aigües de les fonts d'Osona.



Gràfic 5.8. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies (fonts) d'Osona des de l'any 2004 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'arxiu del Laboratori Prat.

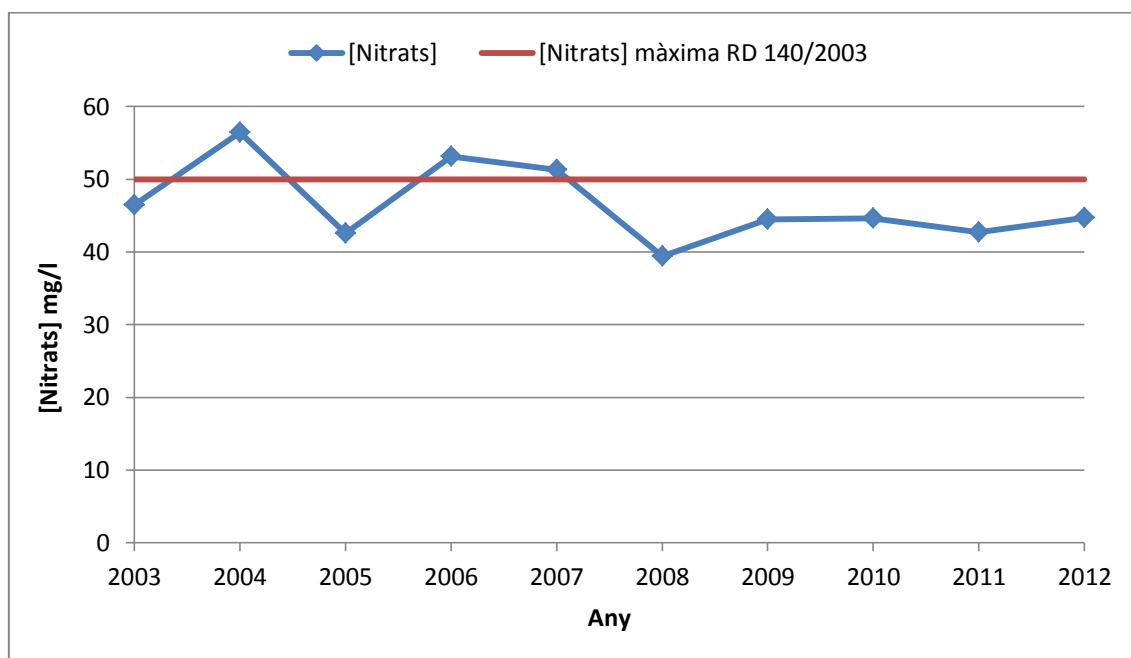
Tal i com s'observa en aquest segon gràfic, l'evolució de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies d'Osona, havent analitzat les aigües de fonts, aquesta és molt similar a l'evolució mostrada en el Gràfic 5.7 obtingut a partir de les dades de punts de mostreig (pous, mines i fonts) de l'ACA. En ambdós gràfics la tendència de la concentració mitjana de nitrats és molt similar, amb valors mitjans gairebé sempre per sobre dels 60 mg/l.

5.2.8. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Pla de l'Estany

El Pla de l'Estany és una comarca situada a la plana de l'estany de Banyoles i pertany a la província de Girona. Aquesta comarca compta amb un total d'11 municipis i tots ells estan inclosos dins la zona vulnerable 1: Banyoles, Camós, Cornellà de Terri, Crespià, Esponellà, Fontcoberta, Palol de Revardit, Porqueres, Sant Miquel de Campmajor, Serinyà i Vilademuls.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 43 punts de mostreig pertanyents a 10 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.9 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Pla de l'Estany.



Gràfic 5.9. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Pla de l'Estany des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Pla de l'Estany ha estat al voltant del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà durant tots els anys en què s'ha estudiat.

El valor mitjà de nitrats no ha patit gaires diferències des de l'any 2003 fins el 2012, prenent valors entre 40 i 55 mg/l aproximadament. Per tant, malgrat que durant el període 2008 – 2012 la concentració mitjana ha estat per sota dels 50 mg/l establerts com a màxim per la legislació vigent, les aigües subterrànies de la comarca estan, de mitjana, força contaminades i mai han baixat per sota dels 40 mg/l.

L'any 2004 aquest valor mig va augmentar ja que la majoria de punts de mostreig analitzats tenien una concentració de nitrats superior a la registrada l'any anterior.

L'any 2005 la concentració mitjana de nitrats presents a les aigües va disminuir, principalment degut a que es van analitzar més punts de mostreig que en els anys anteriors, bastants dels quals estaven molt poc contaminats i van fer baixar la mitjana.

L'any 2006 es van analitzar menys punts de mostreig i això fa variar una mica el valor de la concentració de nitrats mitjana, a més, en alguns punts de mostreig concrets el nivell de nitrats va augmentar respecte l'any 2005.

L'any 2007 el nivell de nitrats es va mantenir de mitjana força estable i l'any 2008, la contaminació per nitrats es va reduir de forma significativa respecte els dos anys anteriors.

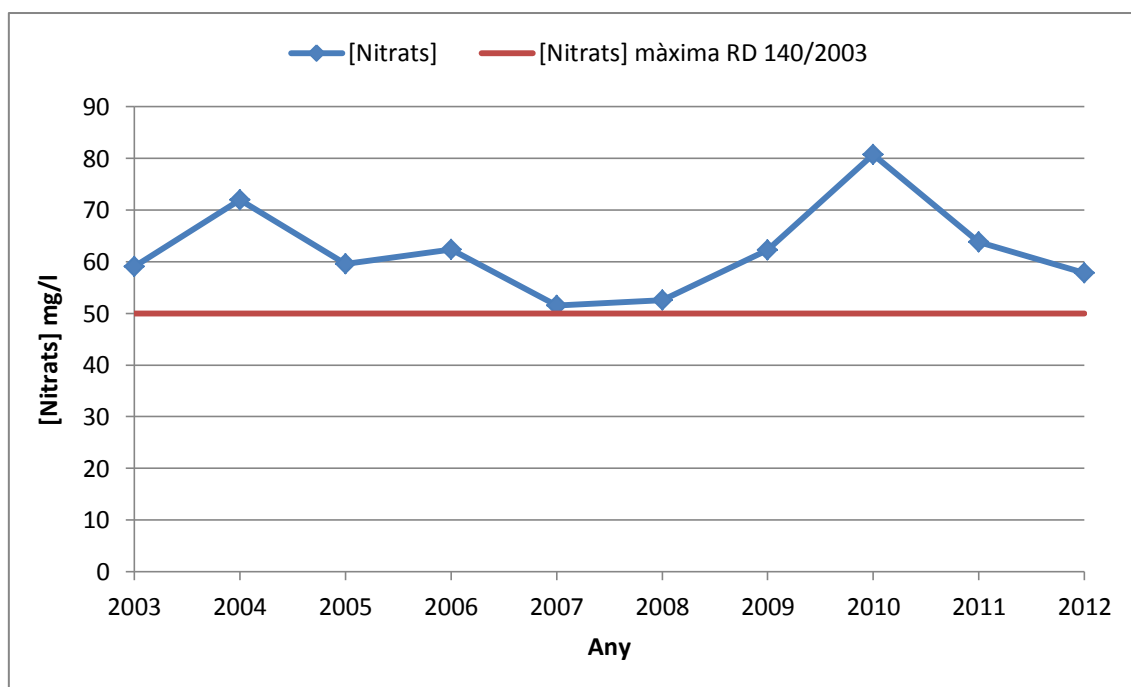
A partir del 2008 i fins el 2011 la presència de nitrats a les aigües es va mantenir constant. A l'any 2012 s'observa un petit empitjorament, però com en altres comarques hi ha un volum de dades inferior al dels anys anteriors, per la qual cosa la mitjana es veu afectada a l'alça.

5.2.9. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de la Segarra

La Segarra és una comarca de l'interior de Catalunya i pertany a la província de Lleida. Aquesta comarca compta amb un total de 21 municipis, 18 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 6: Cervera, Estaràs, Granyanella, Granyena de Segarra, Guissona, Ivorra, Massoteres, Montoliu de Segarra, Montornès de Segarra, les Oluges, Plans de Sió, Ribera d'Ondara, Sant Guim de Freixenet, Sant Guim de la Plana, Sant Ramon, Talavera, Tarroja de Segarra i Torrefeta i Florejacs.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 98 punts de mostreig pertanyents a 18 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.10 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca de la Segarra.



Gràfic 5.10. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de la Segarra des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies de la Segarra ha estat per sobre del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà durant tots els anys en què s'ha estudiat.

La tendència de la concentració mitjana de nitrats en aquesta comarca ha estat força constant, amb petits alts i baixos deguts tant a la millora com a l'empitjorament de la contaminació de les aigües.

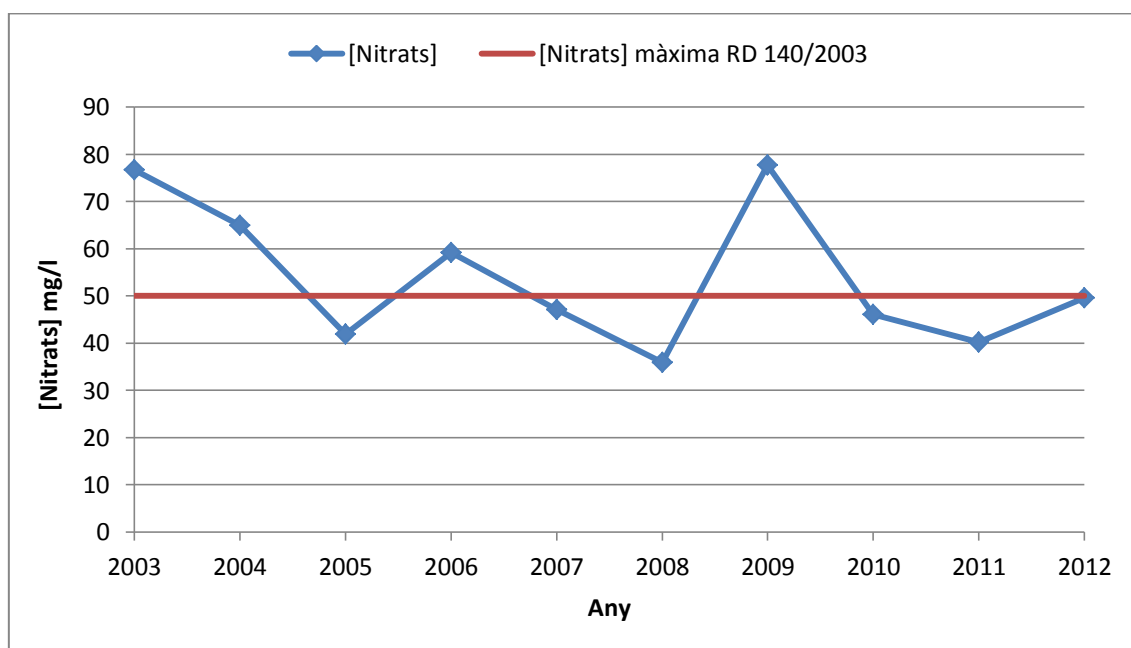
Cal destacar l'augment considerable del valor de nitrats mitjà de l'any 2010 que, malgrat haver-hi diferències en els punts de mostreig analitzats no va ser degut a això sinó que, majoritàriament, va ser conseqüència de l'augment de la contaminació per nitrats a les aigües dels punts de mostreig de la comarca.

5.2.10. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Segrià

El Segrià és una comarca situada a l'oest de Catalunya i pertany a la província de Lleida. Aquesta comarca compta amb un total de 38 municipis, 35 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 6: Aitona, Els Alamús, Albatàrrec, Alcanó, Alcarràs, Alcoletge, Alfarràs, Alfés, Alguaire, Almacelles, Almenar, Alpicat, Artesa de Lleida, Benavent de Segrià, Corbins, Gimenells i el Pla de la Font, la Granja d'Escarp, la Portella, Llardecans, Puigverd de Lleida, Lleida, Massalcoreig, Montoliu de Lleida, Rosselló, Sarroca de Lleida, Serós, Soses, Sudanell, Sunyer, Torrebesses, Torrefarrera, Torres de Segre, Torre-serona, Vilanova de la Barca i Vilanova de Segrià.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 21 punts de mostreig pertanyents a 16 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.11 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Segrià.



Gràfic 5.11. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Segrià des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Segrià ha estat en varies ocasions per sobre del límit màxim establert per la legislació vigent per a l'aigua de consum humà i en d'altres molt propera a aquest límit, per la qual cosa es pot concloure que hi ha un nivell elevat de contaminació per nitrats de les aigües dels punts de mostreig de la comarca.

L'any 2003 la contaminació per nitrats era evident, amb una concentració mitjana de nitrats de 77 mg/l i amb un nombre molt elevat de punts de mostreig analitzats.

Durant els anys 2004 i 2005 aquest valor va disminuir fins arribar als 65 mg/l i als 42 mg/l respectivament, ja que la majoria de punts de mostreig estaven menys contaminats que l'any anterior.

L'any 2006 es van analitzar exactament els mateixos punts de mostreig que l'any 2005 i gairebé tots ells tenien una concentració de nitrats inferior que l'any anterior.

Durant els anys 2007 i 2008 els nitrats varen seguir disminuint, arribant a un valor mitjà de 47 mg/l i 36 mg/l respectivament, però havent estat analitzats un nombre inferior de punts de mostreig respecte els anys 2003 a 2006.

L'any 2009, malgrat que els punts de mostreig que s'havien analitzat també els dos anys anteriors no mostraven canvis significatius, el valor mitjà sí que va tornar a augmentar molt, fins als 78 mg/l, a causa d'haver analitzat més punts de mostreig i amb major contaminació.

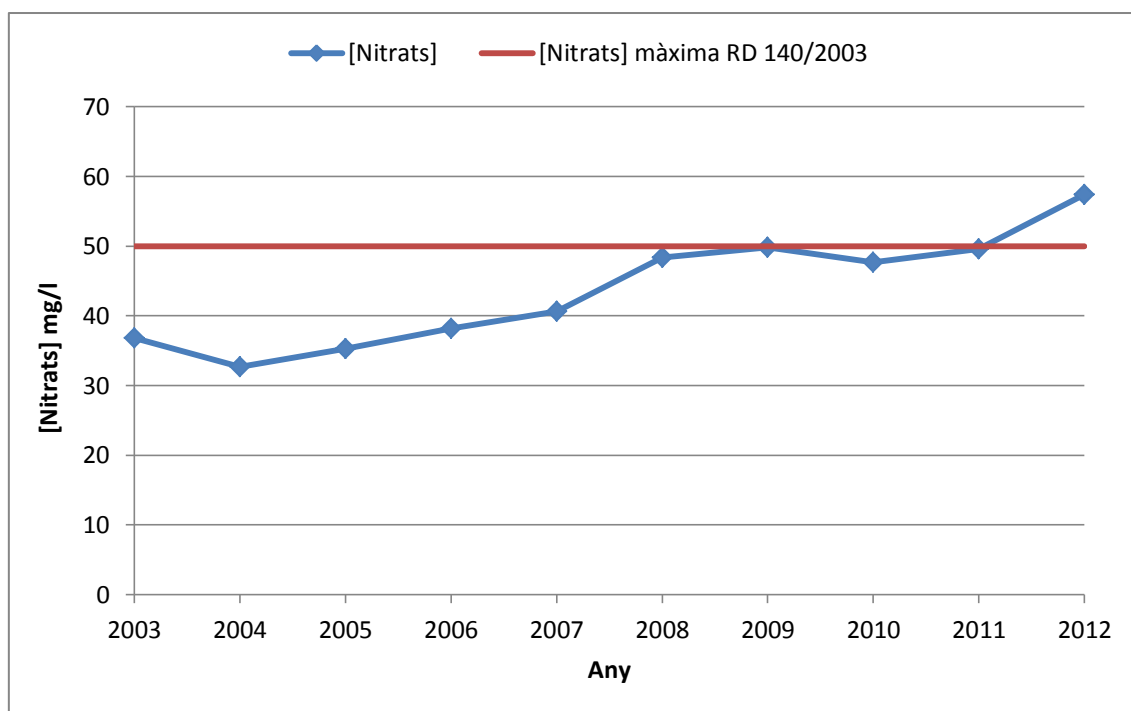
A l'any 2010 no es varen analitzar alguns d'aquests punts de mostreig més contaminats i per això el valor va disminuir tant. A partir de llavors i fins el 2012 el valor mitjà de la concentració de nitrats es va mantenir constant i per sota del límit màxim admissible.

5.2.11. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies del Tarragonès

El Tarragonès és una de les tres comarques en què va quedar dividit el Camp de Tarragona en la divisió comarcal de 1936 i pertany a la província de Tarragona. Aquesta comarca compta amb un total de 22 municipis, 9 dels quals estan inclosos dins la zona vulnerable 4: Constantí, el Morell, els Pallaresos, Perafort, la Pobla de Mafumet, Salou, la Secuita, Vilallonga del Camp i Vila-seca.

Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 119 punts de mostreig pertanyents a 21 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.12 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca del Tarragonès.



Gràfic 5.12. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Tarragonès des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies del Tarragonès ha estat en els últims anys molt proper i fins i tot per sobre del límit màxim legal per a l'aigua de consum humà.

En el període de temps comprès entre els anys 2003 i 2008 la concentració mitjana de nitrats va ésser, en general, propera a aquest límit però sense traspasar-lo.

La tendència del nivell de nitrats a les aigües dels punts de mostreig de la comarca ha estat des del 2003, de forma molt evident, creixent.

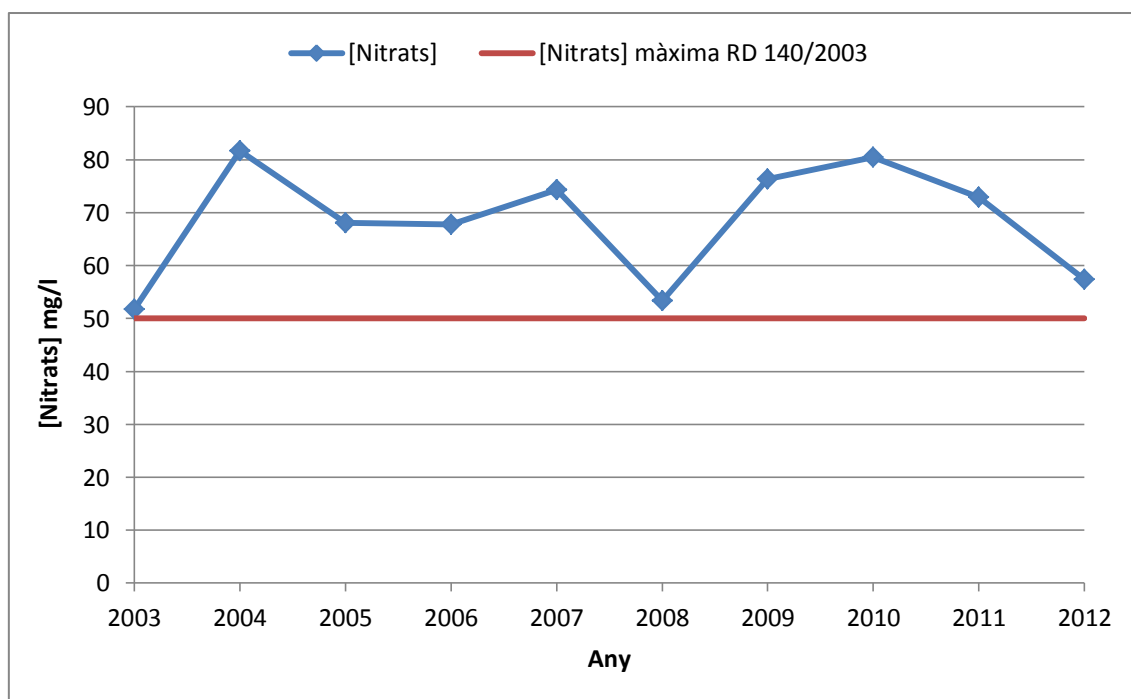
Des de l'any 2003 fins al 2011, encara que com en la resta de comarques no s'han analitzat sempre els mateixos punts de mostreig ni per tant el mateix nombre d'aquests, a la majoria dels punts de mostreig analitzats al llarg d'aquest període ha augmentat la contaminació per nitrats.

L'any 2012 és un cas especial perquè es varen analitzar un nombre de punts de mostreig molt més reduït respecte els altres anys, per la qual cosa la mitjana s'ha calculat a partir de menys valors i per això pot presentar lleugeres diferències amb el valor real de nitrats.

5.2.12. Evolució dels nitrats a les aigües subterrànies de l'Urgell

L'Urgell és una comarca que es troba a la depressió central i pertany a la província de Lleida. Aquesta comarca compta amb un total de 20 municipis i tots ells estan inclosos dins la zona vulnerable 6: Agramunt, Anglesola, Belianes, Bellpuig, Castellserà, Ciutadilla, la Fuliola, Guimerà, Maldà, Nalec, els Omells de Na Gaia, Ossó de Sió, Preixana, Puigverd d'Agramunt, Sant Martí de Riucorb, Tàrraga, Tornabous, Vallbona de les Monges, Verdú i Vilagrassa. Per poder estudiar l'evolució dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012 en les aigües subterrànies d'aquesta comarca s'han utilitzat les dades extretes de l'ACA de 52 punts de mostreig pertanyents a 18 municipis diferents i analitzats esporàdicament.

En el Gràfic 5.13 obtingut de les dades esmentades es mostra l'evolució del valor de la concentració de nitrats de la comarca de l'Urgell.



Gràfic 5.13. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de l'Urgell des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies de l'Urgell ha estat per sobre del límit màxim legal per a l'aigua de consum humà durant tots els anys estudiats.

A excepció dels anys 2003, 2008 i 2012, a la resta d'anys es pot observar que el valor de nitrats mitjà ha estat molt elevat, variant entre els 67 i els 82 mg/l aproximadament.

Dels anys 2003 a 2006 es van analitzar i obtenir dades de nitrats d'exactament els mateixos punts de mostreig, per la qual cosa la mitjana obtinguda no es veu alterada pel nombre de punts de mostreig. L'any 2004 la contaminació dels punts de mostreig es va agreujar molt, passant de la mitjana de 51,7 mg/l del 2003 als 81,7 mg/l del 2004.

A l'any 2008 el valor mitjà de nitrats va disminuir força respecte l'any anterior, i això en part va ser a causa que en aquest any 2008 es van analitzar molts més punts de mostreig que en l'any 2007, els quals varen fer baixar el valor de nitrats per aquest any.

Finalment a l'any 2012 sembla que aquesta contaminació es redueixi i hi hagi millores, però aquest resultat pot no acostar-se tant a la realitat com els altres, ja que la mitjana s'ha obtingut mitjançant un nombre de dades inferiors.

5.2.13. Discussió dels resultats obtinguts de l'evolució de la concentració de nitrats en la zona d'estudi

Tal i com s'ha anat veient i comentant en els apartats anteriors gràcies als gràfics de l'evolució de nitrats durant els anys 2003 fins el 2012, la contaminació per nitrats és elevada (superant el límit màxim establert per la legislació vigent per l'aigua de consum humà, que és de 50 mg/l) en gairebé totes les comarques, i molt elevada en comarques com el Maresme i Osona.

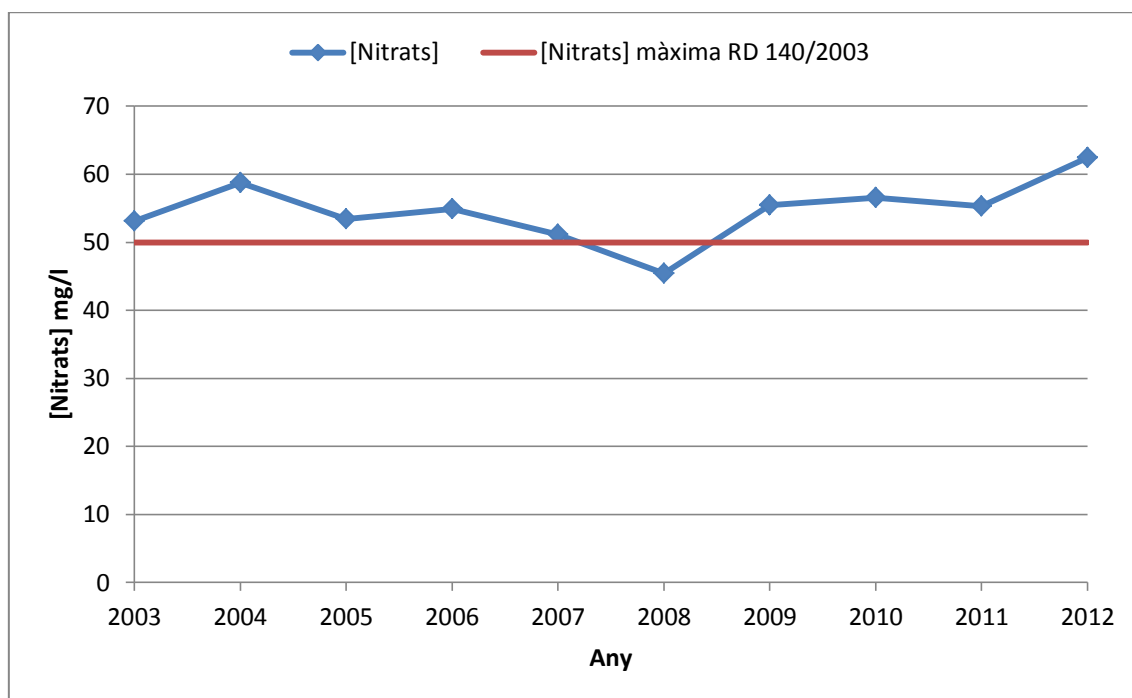
Gràcies també a l'estudi de l'evolució d'aquesta concentració mitjana de nitrats a les aigües de pous, mines i fonts de les dotze comarques es pot concloure que, en general, no es preveuen millores respecte a la contaminació de les aigües d'aquestes comarques. Les tendències en totes elles són o bé constants amb valors força elevats o, el que és encara pitjor, en alguns casos creixents.

En la Taula 5.2 es mostren els valors mitjans de concentració de nitrats des de l'any 2003 fins al 2012 de les dotze comarques en estudi així com la mitjana de nitrats anual corresponent a la zona en estudi.

Taula 5.2. Dades del valor mitjà de la concentració de nitrats a les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012 i mitjana anual de la zona en estudi.

Comarca	Nitrats (mg/l)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alt Penedès	19,5	44,5	25,0	52,6	22,4	27,7	34,1	51,8	66,3	65,5
Baix Camp	53,1	57,2	47,4	49,3	57,1	47,3	52,7	47,9	43,0	37,9
Baix Empordà	34,0	41,9	36,2	27,4	21,4	22,3	20,7	26,6	22,8	25,0
Baix Penedès	61,9	49,6	42,9	30,8	32,6	33,1	34,7	35,7	50,1	39,5
Garrotxa	28,4	32,5	41,1	29,3	28,4	28,5	25,6	26,2	23,5	
Maresme	89,9	97,5	106,4	129,5	136,5	84,9	102,5	106,7	103,8	176,3
Osona	80,4	73,9	94,7	59,3	57,4	73,5	84,4	84,4	84,7	75,6
Pla de l'Estany	46,4	56,5	42,5	53,2	44,0	37,4	44,5	44,6	42,7	44,7
Segarra	59,1	72,0	59,5	62,3	51,6	52,6	62,3	80,8	63,8	57,8
Segrià	76,8	64,9	41,9	59,2	47,1	36,0	77,7	46,1	40,2	49,5
Tarragonès	36,8	32,7	35,3	38,2	40,6	48,4	49,8	47,7	49,6	57,4
Urgell	50,9	81,7	68,1	67,8	74,3	53,3	76,4	80,5	72,9	57,4
MITJANA	53,1	58,7	53,4	54,9	51,1	45,4	55,5	56,6	55,3	62,4

Finalment, a partir de les mitjanes de nitrats mostrades en la taula anterior per cada comarca i any estudiats, s'ha elaborat el Gràfic 5.14. En aquest gràfic s'observa que, de mitjana, el valor de nitrats en la zona d'estudi formada per les dotze comarques englobades en zones vulnerables ha estat per sobre del límit màxim legal (segons el RD 140/2003 per a l'aigua de consum humà) durant gairebé tots els últims anys.



Gràfic 5.14. Evolució del valor de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de les 12 comarques estudiades des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

A més es pot constatar que la tendència ha estat molt constant al llarg dels últims 10 anys i, per tant, no s'observen possibilitats de millora.

5.3. Variables que afecten a la concentració de nitrats a les aigües subterrànies

En aquest apartat s'estudia quines variables poden incidir o afectar en el valor de concentració de nitrats a les aigües subterrànies i s'estudia la seva relació.

Les variables en estudi són:

- Conductivitat elèctrica
- Pluviometria
- Superfície agrària útil (SAU)
- Explotacions agràries
- Caps de bestiar boví i porcí

5.3.1. Conductivitat elèctrica

La conductivitat elèctrica o mineralització d'una dissolució és la capacitat que presenta per conduir l'electricitat, deguda a les salts que conté. La conductivitat elèctrica depèn de la concentració total de ions i de la seva naturalesa. Les unitats usades per aquesta variable són els $\mu\text{S}/\text{cm}$.

De la mateixa manera que amb els valors de nitrats, en aquest estudi s'han recopilat de la xarxa de control de l'ACA les dades de la conductivitat de les aigües subterrànies dels mateixos punts de mostreig dels quals es tenia dades de la concentració de nitrats, i es mostren en la Taula 5.3.

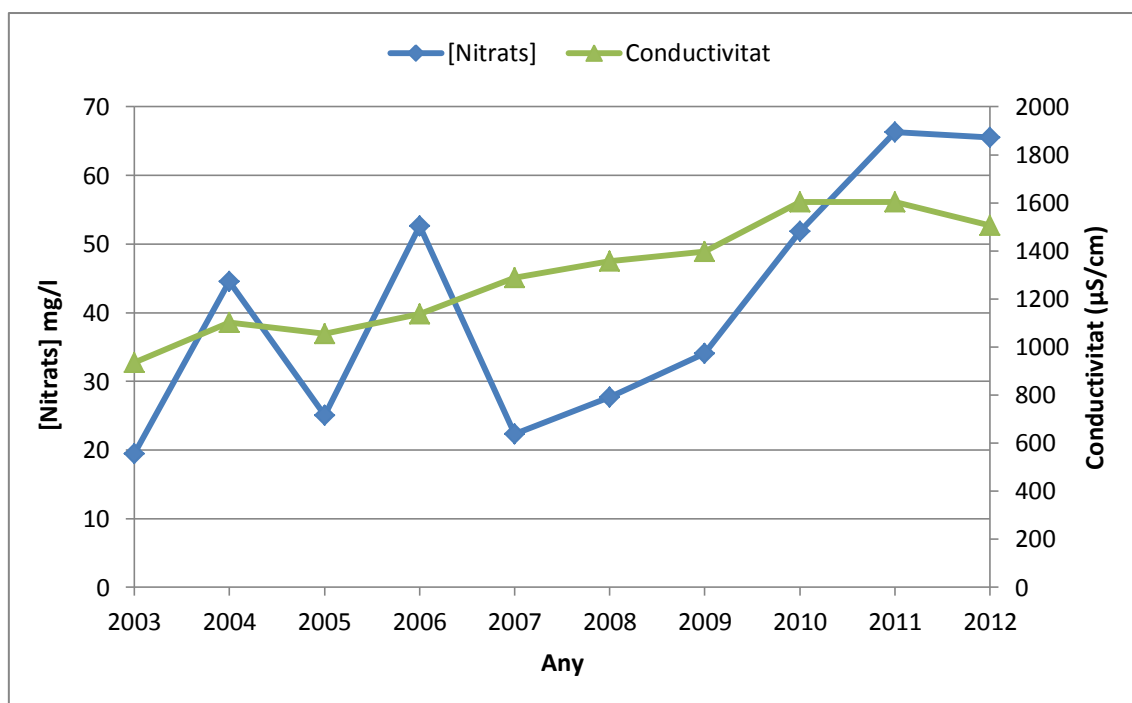
Taula 5.3. Dades del valor mitjà de la conductivitat a les aigües subterrànies de les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012.

Comarca	Conductivitat ($\mu\text{S/cm}$)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alt Penedès	936,1	1102,1	1055,1	1137,8	1288,4	1357,9	1397,5	1603,9	1604,5	1505,0
Baix Camp	731,6	719,1	608,6	641,0	777,5	832,6	776,7	787,7	876,9	815,1
Baix Empordà	1072,8	1069,0	1019,8	945,0	1148,9	1143,2	1215,3	1100,0	1116,7	1284,6
Baix Penedès	1009,7	901,7	935,3	940,1	917,0	901,0	865,5	942,6	1038,0	902,3
Garrotxa	566,1	583,0	605,4		589,3	599,7	647,7	653,7	650,2	555,3
Maresme	1098,4	1026,6	1168,3	1138,3	1214,3	1282,8	1367,7	1246,9	1181,0	1419,7
Osona	1057,7	981,9	1112,3	1123,4	1203,4	1284,5	1252,9	1051,8	1051,4	1145,1
Pla de l'Estany	822,4	835,2	875,2	797,3	780,0	878,3	882,8	882,4	883,3	909,9
Segarra	1723,8	1391,9	1550,1	1683,8	1667,3	2029,6	2171,8	1899,0	1647,0	1713,4
Segrià	2092,9	1847,6	1866,5	1985,7	1285,4	1358,1	2158,0	1417,0	2451,9	2268,3
Tarragonès	1242,8	1212,2	1183,5	1140,3	1593,4	1689,4	1365,9	1249,6	1450,4	1994,5
Urgell	2113,3	1811,8	2127,8	2311,3	2295,9	2251,7	2612,2	2520,3	2343,2	2343,4

Tot seguit es representarà, per cada una de les 12 comarques estudiades, una gràfica comparativa entre la concentració de nitrats i la conductivitat d'aquestes mateixes aigües, per tal de poder determinar si existeix una relació entre ambdues variable i si, per tant, la contaminació per nitrats és més (menys) característica de llocs amb aigües més (menys) mineralitzades o si el fet de la contaminació per nitrats mineralitzi més o menys les aigües.

Alt Penedès

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies de l'Alt Penedès segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

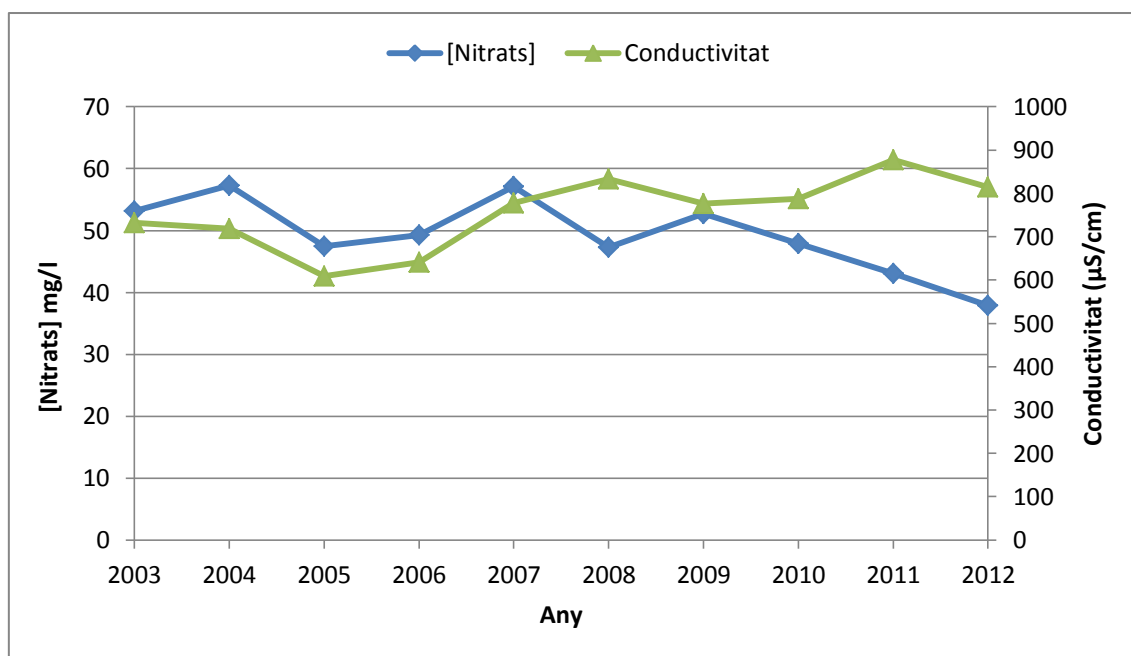


Gràfic 5.15. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a les aigües subterrànies de l'Alt Penedès. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.15 on es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que tant la contaminació per nitrats com la conductivitat tenen una tendència similar. Per tant, es pot deduir que quan les aigües han estat més mineralitzades, la contaminació per nitrats ha estat més alta.

Baix Camp

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Baix Camp segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

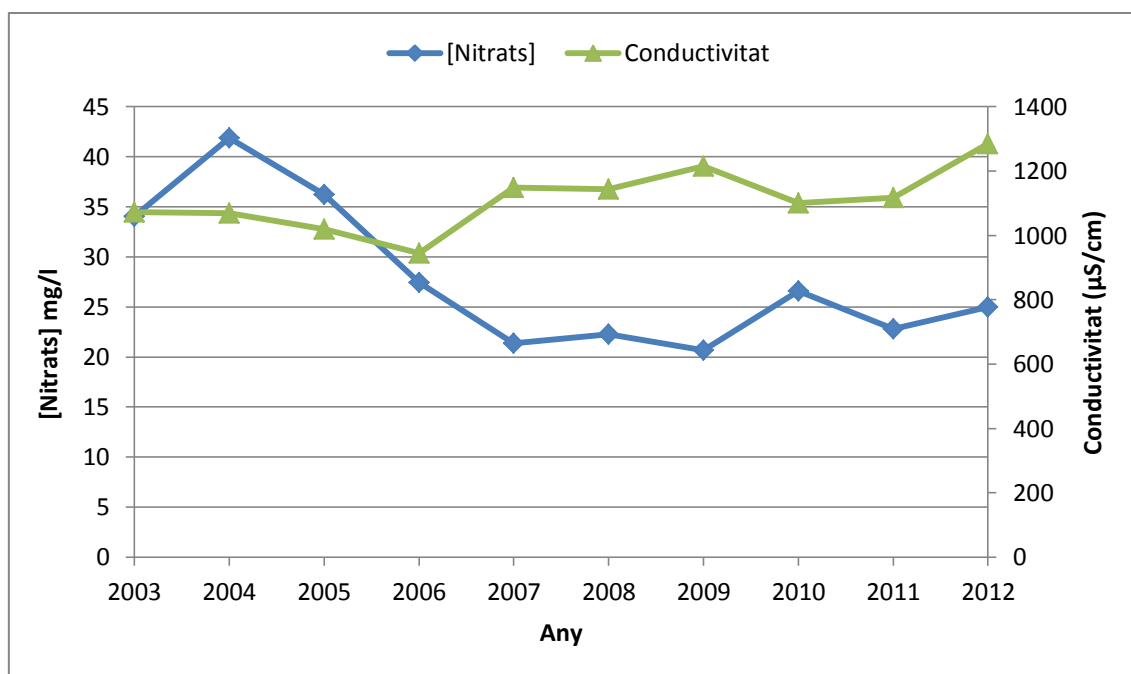


Gràfic 5.16. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a les aigües subterrànies del Baix Camp. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.16 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que tant la contaminació per nitrats com la conductivitat tenen una tendència força similar, quan la conductivitat augmenta la concentració de nitrats també ho fa, i viceversa. Per tant, es pot concloure que la concentració de nitrats augmenta quan les aigües són més mineralitzades (tenen una conductivitat elèctrica major).

Baix Empordà

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Baix Empordà segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:



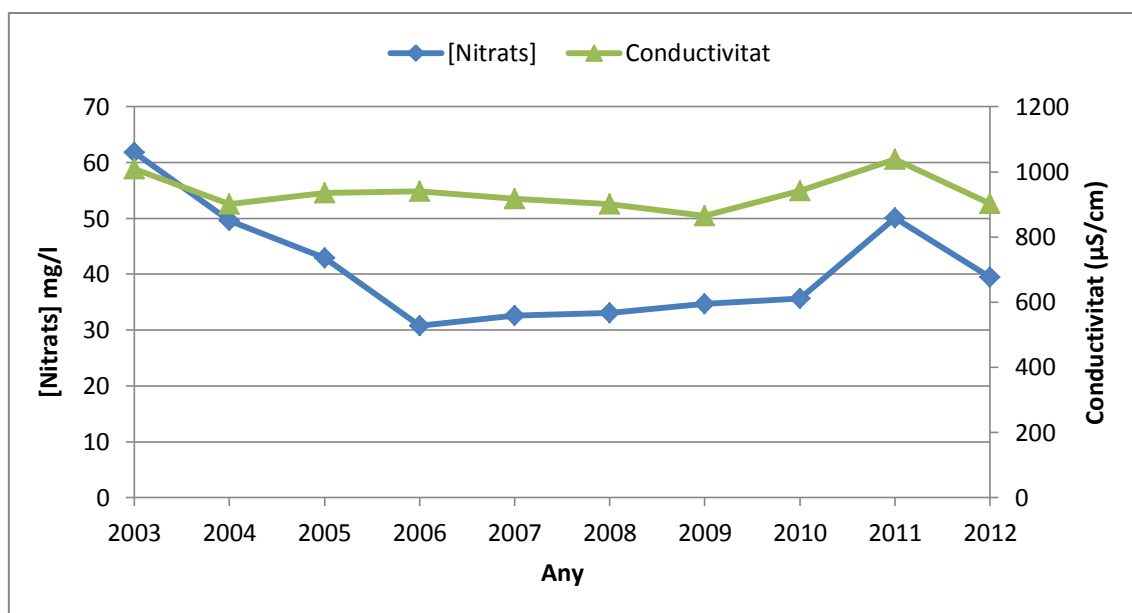
Gràfic 5.17. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (µS/cm) a les aigües subterrànies del Baix Empordà. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.17 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i en aquest cas la relació entre les dues variables no és similar als casos anteriors. En alguns anys la conductivitat augmenta i també ho fa la contaminació per nitrats i viceversa però en d'altres anys quan la conductivitat augmenta la concentració de nitrats no ho fa, i viceversa. Per tant, en aquest cas concret, no s'observa una relació gaire clara entre ambdues variables.

Aquest fet pot ser degut a errors en les determinacions d'alguna de les dues variables, pot ser la conseqüència d'haver fet mitjanes de valors amb un nombre diferent de punts de mostreig, a causa de la incidència d'altres variables o factors externs en el valor de la concentració de nitrats...

Baix Penedès

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Baix Penedès segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

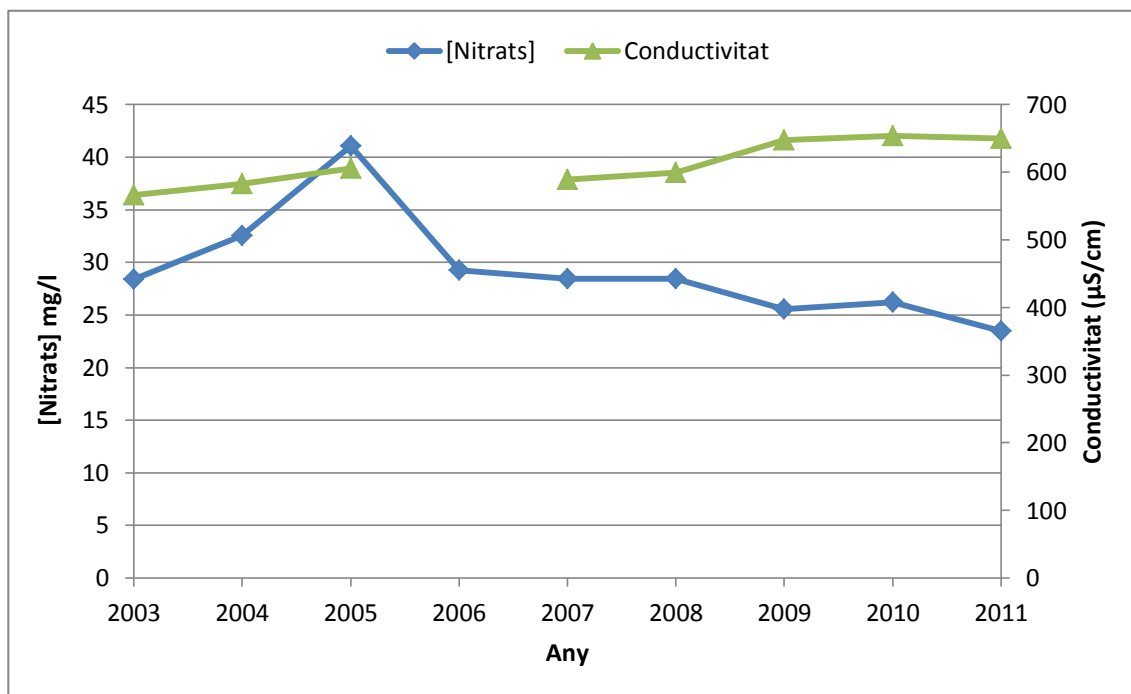


Gràfic 5.18. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a les aigües subterrànies del Baix Penedès. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.18 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és, majoritàriament, el mateix que s'ha apreciat en els casos de les comarques de l'Alt Penedès i el Baix Camp; quan la conductivitat o la mineralització de les aigües és major, també ho és la concentració de nitrats, i en aquells anys en què la conductivitat ha disminuït també ho han fet els nitrats.

Garrotxa

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies de la Garrotxa segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:



Gràfic 5.19. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (µS/cm) a les aigües subterrànies de la Garrotxa. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

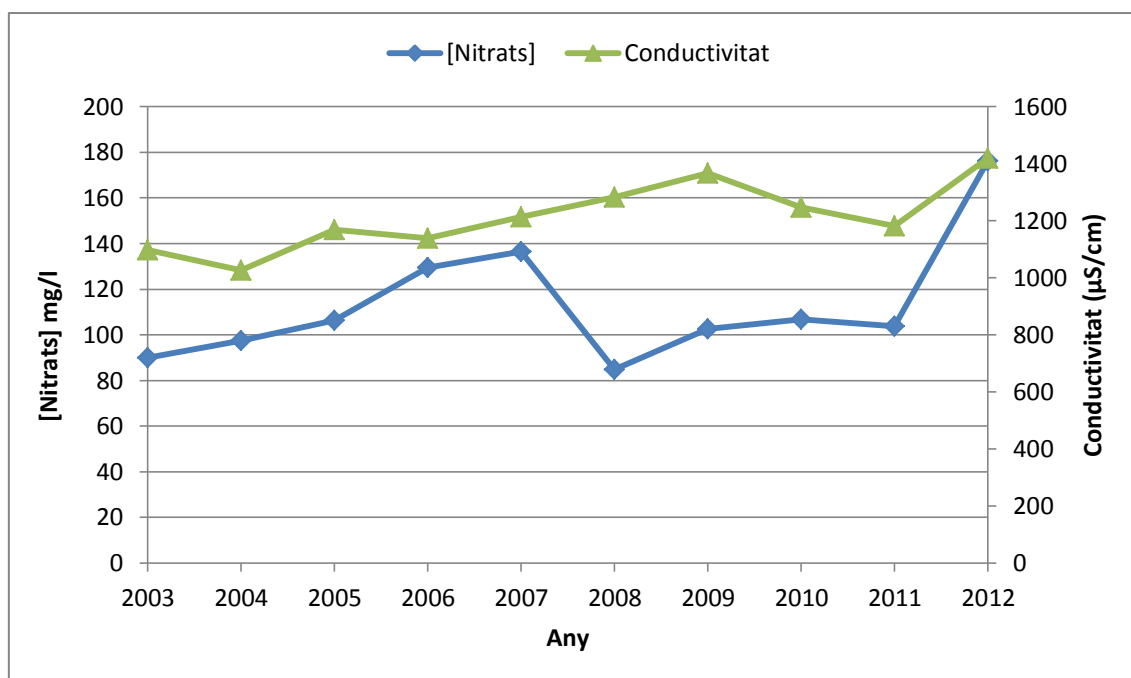
Al Gràfic 5.19 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2011. En aquest cas no hi ha dades disponibles a l'ACA de l'any 2012, així com tampoc hi ha dades de conductivitat de l'any 2006.

Excepte en l'any 2009, en què la concentració de nitrats va disminuir i, en canvi, la conductivitat elèctrica va augmentar, la resta d'anys s'observa un comportament similar al ja comentat i és que, a major mineralització de les aigües major és la concentració de nitrats, i viceversa; és a dir que les variables, en la majoria de casos són directament proporcionals.

Com ja s'ha esmentat pel cas del Baix Empordà, aquesta diferència de comportament en l'any 2009 pot ser deguda a errors en les determinacions d'alguna de les variables, conseqüència d'haver fet mitjanes de valors amb un nombre diferent de punts de mostreig, a causa de la incidència d'altres variables o factors externs en el valor de la concentració de nitrats...

Maresme

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Maresme segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

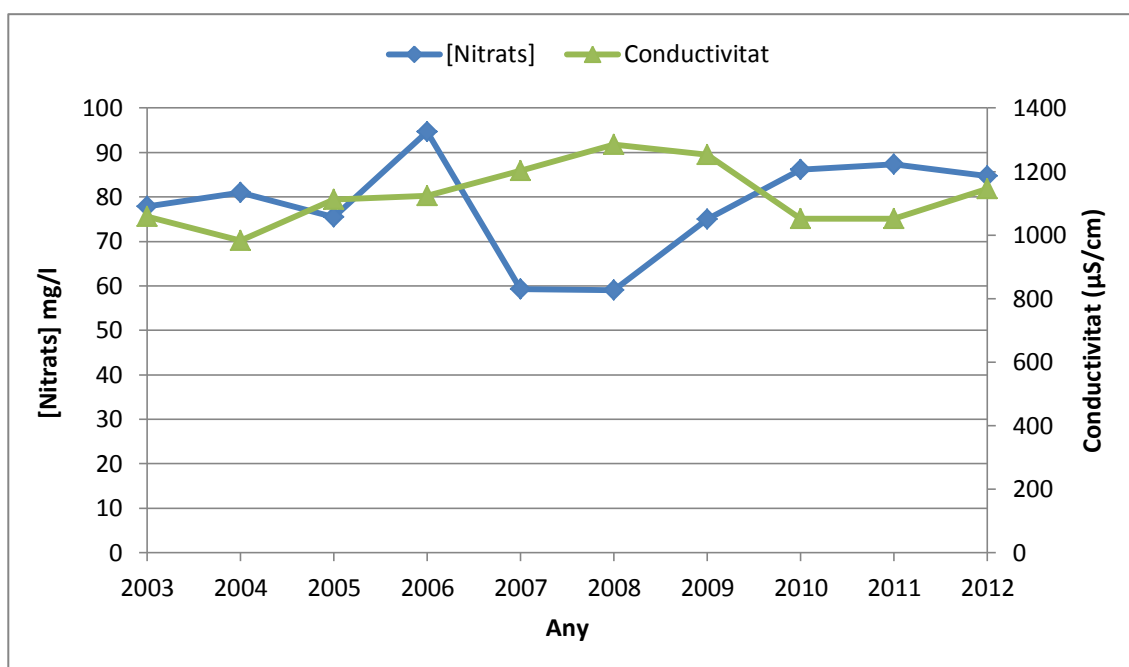


Gràfic 5.20. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (µS/cm) a les aigües subterrànies del Maresme. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.20 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és, en la majoria dels anys estudiats, el mateix que s'ha apreciat en els casos anteriors, quan la conductivitat o mineralització de les aigües ha estat major, també ho ha estat la concentració de nitrats, i en aquells anys en què la conductivitat ha disminuït també ho han fet els nitrats. La tendència de les dues variables al llarg dels anys en estudi ha estat molt similar.

Osona

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies d'Osona segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:



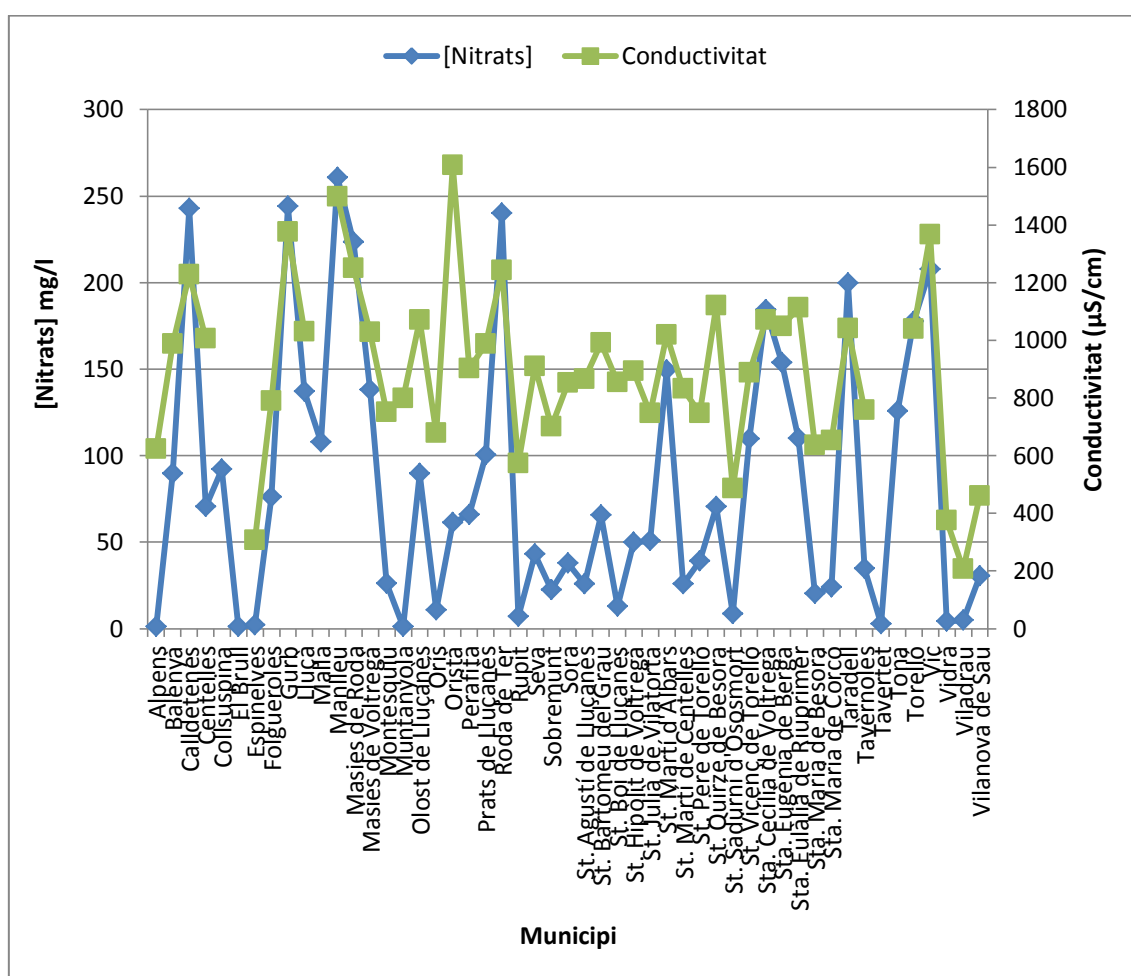
Gràfic 5.21. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (µS/cm) a les aigües subterrànies d'Osona. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.21 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables en aquest cas no és similar als anteriors. Amb la tendència que tenen aquestes dues variables a Osona no es pot afirmar que la contaminació per nitrats és més característic d'aigües més mineralitzades o de llocs amb aigües més mineralitzades.

No obstant, de forma anàloga al que s'ha fet en l'apartat de l'evolució de la concentració de nitrats, es disposa per al cas d'Osona de dades d'aigües subterrànies de les fonts d'Osona, obtingudes de l'arxiu del Laboratori Prat: de determinacions particulars, del Grup de Defensa del Ter (GDT), de TFC's, etc. dades de nitrats que sempre han estat determinades amb mètode espectrofotometria UV en Laboratori registrat, reconegut i certificat i amb

control extern de resultats en el Programa d'Assaigs d'Aptitud "Inter 2000" del DARPAMN de la Generalitat de Catalunya.

Gràcies a aquestes dades s'ha elaborat el Gràfic 5.22 que, enlloc de mostrar l'evolució de la concentració mitjana de nitrats i la conductivitat mitjana al llarg del temps de la comarca d'Osona (com s'ha fet amb les dades dels punts de mostreig d'Osona de l'ACA), mostra la relació entre la concentració de nitrats mitjana i la conductivitat de les aigües de les fonts de cada un dels municipis d'Osona per l'any 2012.

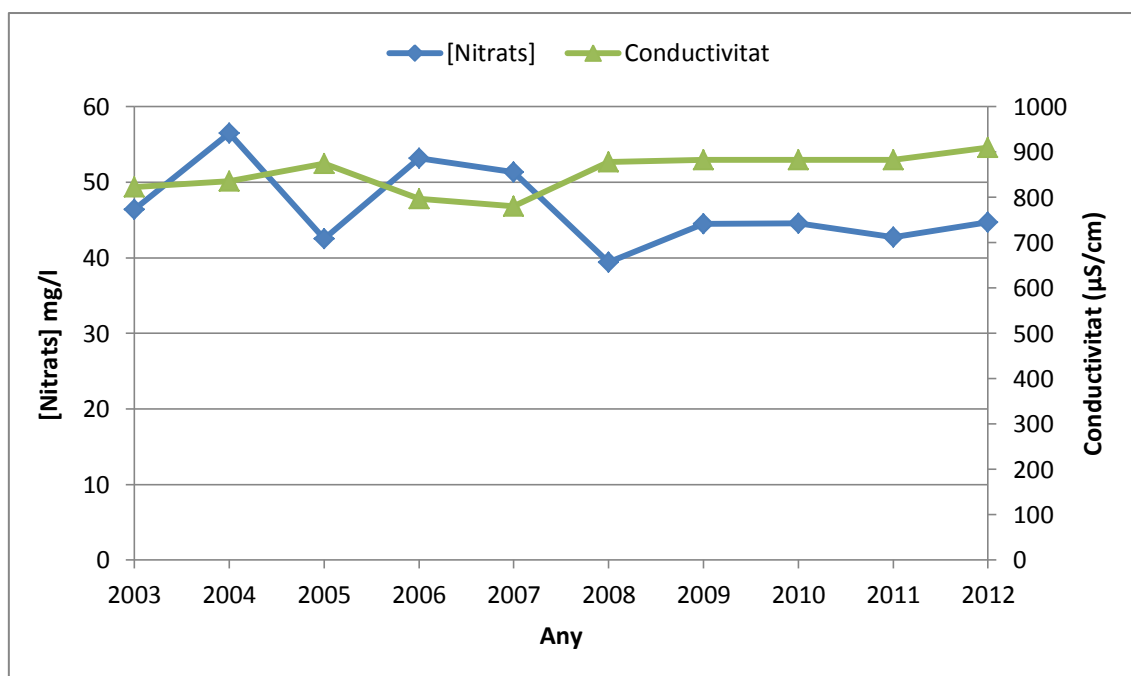


Gràfic 5.22. Relació entre la concentració mitjana de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de les aigües de les fonts dels municipis d'Osona. Font: elaboració pròpia amb dades de l'arxiu del Laboratori Prat.

En aquest Gràfic 5.22 es mostra la relació nitrats-conductivitat de l'any 2012 a Osona i es pot observar que la contaminació per nitrats augmenta en llocs on les aigües són més mineralitzades, tal i com s'ha vist en comarques anteriors.

Pla de l'Estany

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Pla de l'Estany segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

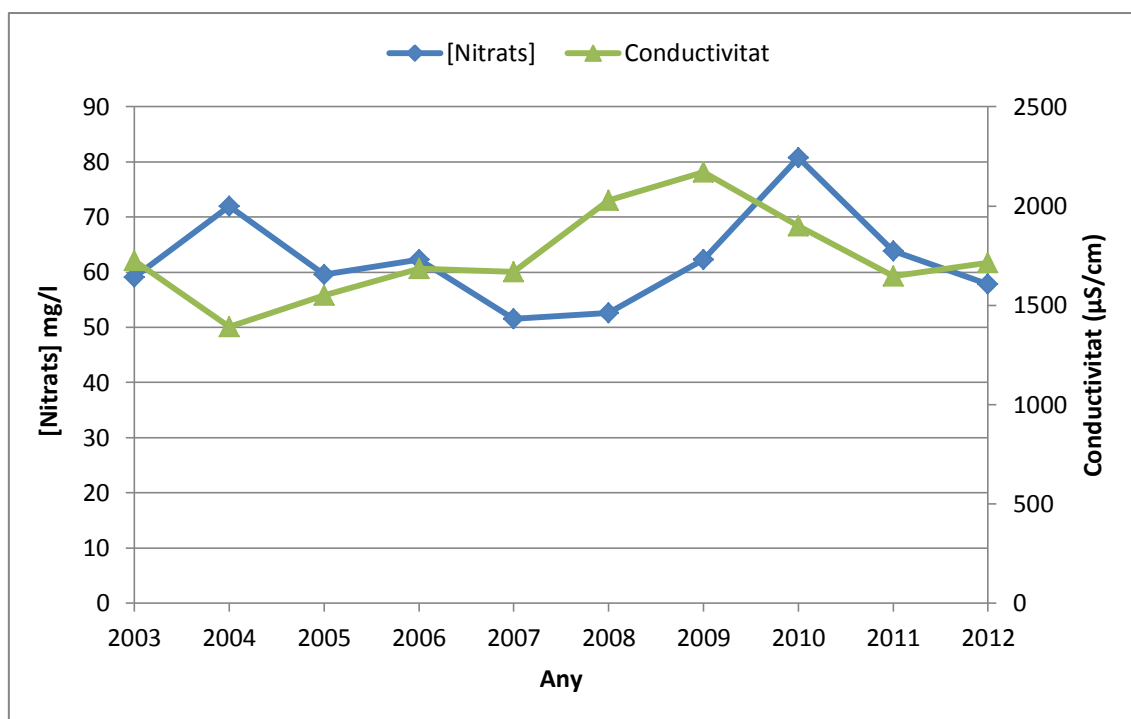


Gràfic 5.23. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a les aigües subterrànies del Pla de l'Estany. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.23 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és, en la majoria dels anys estudiats (exceptuant els anys 2005, 2006 i 2008), el mateix que s'ha apreciat en els casos anteriors, quan la conductivitat o mineralització de les aigües ha augmentat, també ho ha fet el valor de la concentració de nitrats, i viceversa. Cal destacar que la tendència de les dues variables al llarg dels anys en estudi ha estat força similar i constant, els nitrats han oscil·lat entre 40 i 55 mg/l aproximadament i la conductivitat ho ha fet entre 800 i 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Segarra

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies de la Segarra segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

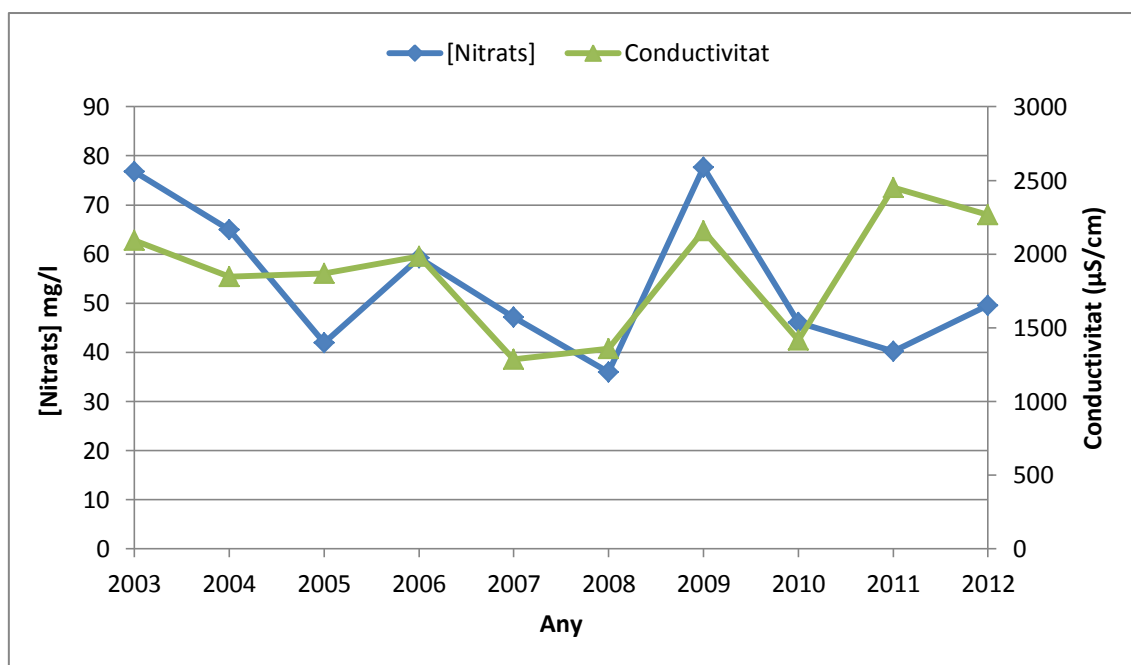


Gràfic 5.24. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (µS/cm) a les aigües subterrànies de la Segarra. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.24 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és, en alguns dels anys en què s'ha estudiat (exceptuant els anys 2004, 2005, 2010 i 2012), el mateix que s'ha apreciat en els casos anteriors, quan la conductivitat o mineralització de les aigües ha augmentat, també ho ha fet el valor de la concentració de nitrats, i viceversa. En els altres anys això no passa i per tant en aquest cas no es pot assegurar plenament que la contaminació per nitrats sigui més característica d'aigües més mineralitzades (amb conductivitat major), com sí que s'ha pogut demostrar en altres comarques.

Segrià

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Segrià segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

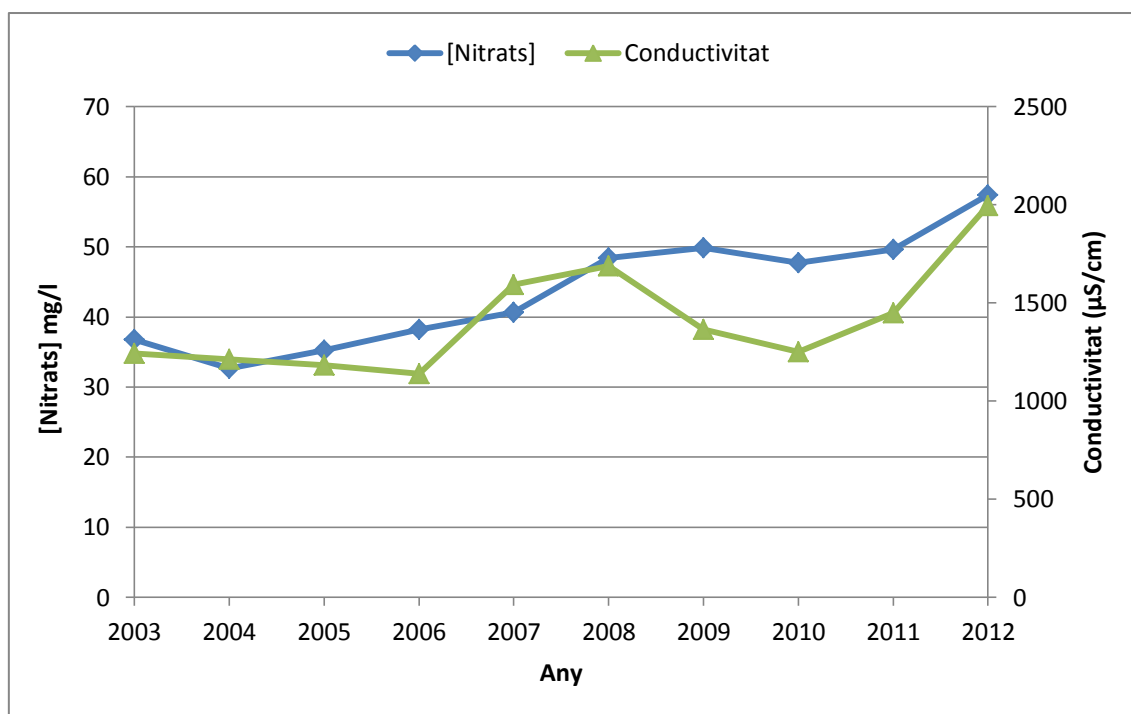


Gràfic 5.25. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat (µS/cm) a les aigües subterrànies del Segrià. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.25 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins al 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és, en la majoria dels anys estudiats (exceptuant els anys 2005, 2008, 2011 i 2012), el similar al que s'ha apreciat anteriorment, quan mineralització de les aigües ha augmentat, també ho han fet els nitrats, i viceversa. El comportament diferent durant aquests 4 anys pot ser degut a, com s'ha comentat, que altres factors han incidit amb més força en el valor de nitrats, a causa d'algun error en les determinacions dels valors de les dues variables, a que no hi ha el mateix nombre de punts de mostreig en tots els anys (la gran majoria de punts de mostreig no s'han analitzat tots els anys sinó que cada un s'ha analitzat en uns anys concrets i puntuals)...

Tarragonès

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies del Tarragonès segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:

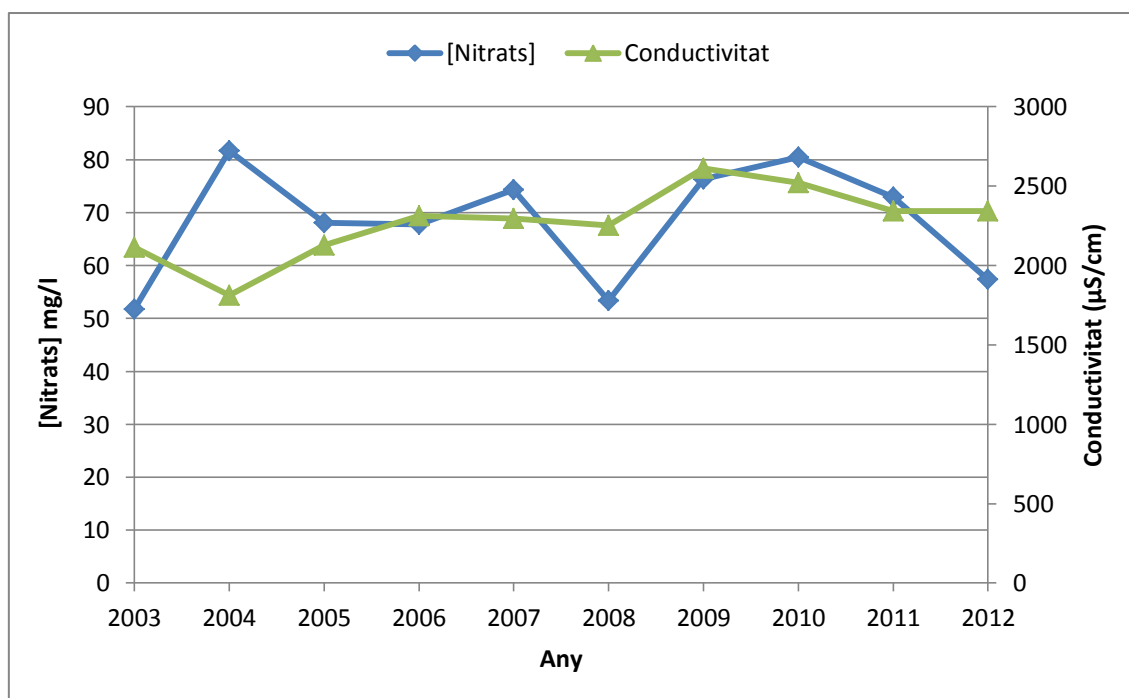


Gràfic 5.26. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a les aigües subterrànies del Tarragonès. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.26 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és molt semblant ja que totes dues tenen una tendència molt similar. Per tant, en els anys en què la conductivitat elèctrica o mineralització de les aigües ha augmentat, també ho han fet els nitrats, i viceversa. En aquest cas doncs, sí que es pot afirmar que en les aigües més mineralitzades hi hagi més contaminació per nitrats o que el fet que hi hagi contaminació o més presència de nitrats faci que es mineralitzin més les aigües.

Urgell

La relació entre la concentració de nitrats i la conductivitat de les aigües subterrànies de l'Urgell segons les dades obtingudes dels diferents punts de mostreig disponibles a l'ACA es pot observar en el següent gràfic:



Gràfic 5.27. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a les aigües subterrànies de l'Urgell. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

Al Gràfic 5.27 es mostra la relació nitrats-conductivitat des de l'any 2003 fins el 2012 i es pot observar que el comportament de les dues variables és molt semblant ja que totes dues tenen una tendència similar. En els anys en què la conductivitat elèctrica o mineralització de les aigües ha augmentat, també ho han fet els nitrats, i viceversa. Hi ha una clara excepció en l'any 2004, en què la conductivitat mitjana va disminuir $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ aproximadament i, en canvi, la concentració mitjana de nitrats va augmentar en $30 \text{ mg}/\text{l}$ aproximadament respecte l'any anterior. Això és degut a que en les xarxes de control de l'ACA dels punts de mostreig analitzats a l'Urgell, n'hi ha molts dels quals l'any 2004 es van analitzar els nitrats però en canvi no se'n va determinar la conductivitat.

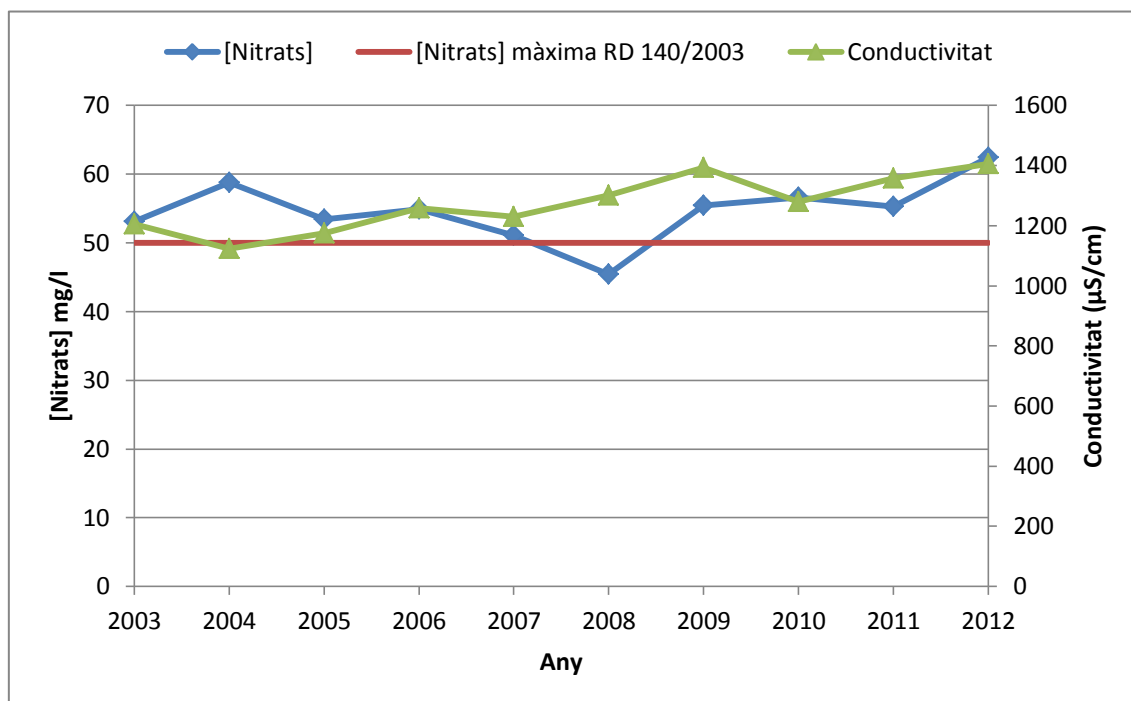
Tal i com s'ha anat veient i comentant en els apartats anteriors gràcies als gràfics que mostraven per a cada comarca la relació entre la concentració mitjana de nitrats de les aigües subterrànies i la seva conductivitat, la contaminació per nitrats és més característica d'aigües més mineralitzades o de llocs amb aigües més mineralitzades.

De la mateixa manera que s'ha fet amb l'estudi de l'evolució dels nitrats en l'apartat 5.2.13, a continuació es mostren en la Taula 5.4 els valors mitjans de les conductivitats de les aigües de les comarques estudiades des de l'any 2003 fins al 2012, així com la mitjana anual de tota la zona en estudi.

Taula 5.4. Dades del valor mitjà de la conductivitat a les aigües subterrànies de les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012 i mitjana anual de la zona en estudi.

Comarca	Conductivitat ($\mu\text{S/cm}$)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alt Penedès	936,1	1102,1	1055,1	1137,8	1288,4	1357,9	1397,5	1603,9	1604,5	1505,0
Baix Camp	731,6	719,1	608,6	641,0	777,5	832,6	776,7	787,7	876,9	815,1
Baix Empordà	1072,8	1069,0	1019,8	945,0	1148,9	1143,2	1215,3	1100,0	1116,7	1284,6
Baix Penedès	1009,7	901,7	935,3	940,1	917,0	901,0	865,5	942,6	1038,0	902,3
Garrotxa	566,1	583,0	605,4		589,3	599,7	647,7	653,7	650,2	555,3
Maresme	1098,4	1026,6	1168,3	1138,3	1214,3	1282,8	1367,7	1246,9	1181,0	1419,7
Osona	1057,7	981,9	1112,3	1123,4	1203,4	1284,5	1252,9	1051,8	1051,4	1145,1
Pla de l'Estany	822,4	835,2	875,2	797,3	780,0	878,3	882,8	882,4	883,3	909,9
Segarra	1723,8	1391,9	1550,1	1683,8	1667,3	2029,6	2171,8	1899,0	1647,0	1713,4
Segrià	2092,9	1847,6	1866,5	1985,7	1285,4	1358,1	2158,0	1417,0	2451,9	2268,3
Tarragonès	1242,8	1212,2	1183,5	1140,3	1593,4	1689,4	1365,9	1249,6	1450,4	1994,5
Urgell	2113,3	1811,8	2127,8	2311,3	2295,9	2251,7	2612,2	2520,3	2343,2	2343,4
MITJANA	1205,6	1123,5	1175,7	1258,5	1230,1	1300,7	1392,8	1279,6	1357,9	1404,7

A partir de les mitjanes anuals de nitrats i conductivitat a la zona en estudi s'ha elaborat el Gràfic 5.28.



Gràfic 5.28. Evolució de la relació entre el valor mitjà de les concentració de nitrats de les aigües subterrànies de les 12 comarques estudiades i la seva conductivitat mitjana des de l'any 2003 fins el 2012. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA.

En aquest gràfic no s'observa de forma tant clara com en els casos particulars la relació entre la concentració de nitrats mitjana i la conductivitat mitjana de les aigües freàtiques.

No obstant, sí que s'observa que la tendència és a l'increment constant de la mineralització de les aigües en els darrers 10 anys, i també es pot observar que les aigües de la zona en estudi estan molt mineralitzades, amb una conductivitat mitjana que ha anat més o menys de 1200 a 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ al llarg dels últims 10 anys.

Tal i com s'expressa a les pàgines 1240-1241 del llibre "Anàlisi del agua" de Jean Rodier. Ed .Omega. 9^a edició, una conductivitat superior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ es tracta d'una mineralització molt alta.

5.3.2. Pluviometria

En aquest apartat s'intenta determinar l'existència o no de relació entre la concentració de nitrats a les aigües subterrànies i la pluviometria. Per tal de poder conèixer aquesta incidència de la pluviometria en el nivell de nitrats s'ha estudiat l'evolució del valor mitjà de nitrats juntament amb el valor de la pluviometria al llarg del temps i per a cada comarca en estudi. Per tal d'estudiar aquestes evolucions s'ha fet ús de les dades de pluviometria totals dels anys 2002 a 2011 de les comarques en estudi recopilades de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) així com de les dades de concentració de nitrats dels anys 2003 a 2012 de l'ACA.

Per poder estudiar una relació real entre les variables s'ha considerat que per un valor de nitrats en un any determinat, hi va associada la pluviometria de l'any anterior, per tal de donar temps a l'aigua de la pluja a filtrar-se.

A continuació es presenten les dades de pluviometria utilitzades per a l'estudi d'aquesta relació a la Taula 5.5.

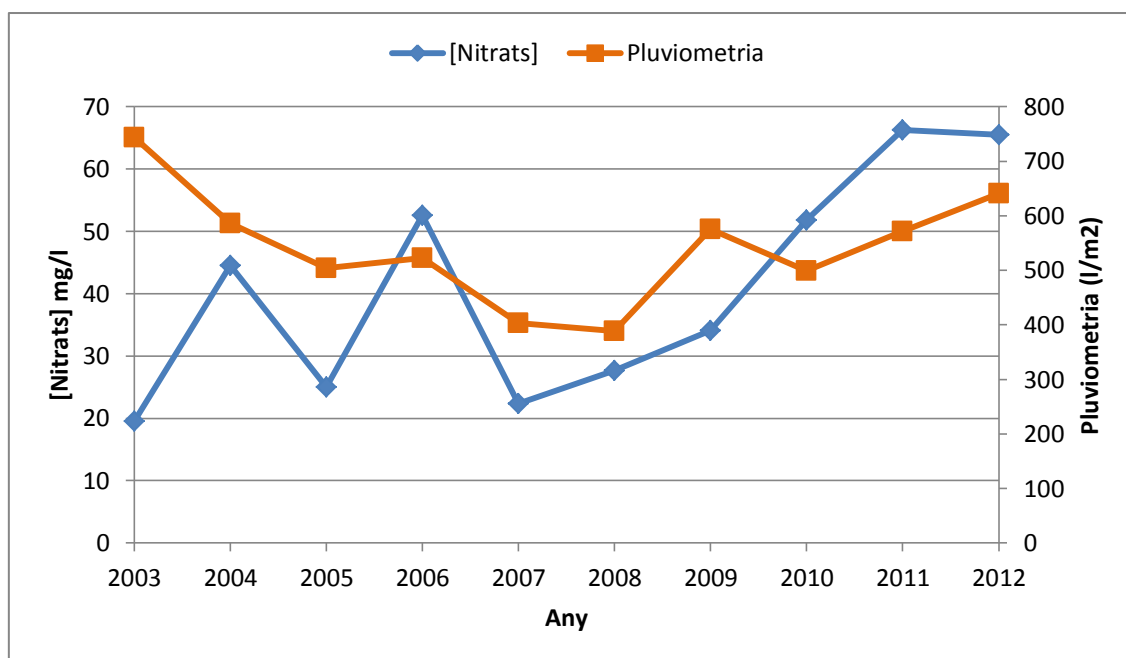
Taula 5.5. Dades del valor de la pluviometria a les comarques en estudi des de l'any 2002 al 2011.

Comarca	Pluviometria (l/m ²)									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Alt Penedès	744,0	586,2	503,9	522,7	403,0	388,7	575,6	499,6	571,2	641,1
Baix Camp	380,6	771,8	478,2	505,6	428,2	333,6	692,3	354,7	528,8	526,2
Baix Empordà	818,2	802,2	687,4	818,6	634,6	474,2	693,3	452,6	880,6	808,1
Baix Penedès	631,4	525,0	515,6	601,4	427,4	438,6	589,9	431,9	594,3	644,4
Garrotxa	1195,0	1189,2	872,2	740,9	630,4	670,6	1037,0	618,8	1007,1	1157,9
Maresme	832,6	545,4	498,4	521,4	384,2	354,2	631,6	389,6	766,2	666,7
Osona	715,4	560,8	732,2	621,8	563,7	510,2	824,2	643,8	817,8	727,6
Pla de l'Estany	594,2	1001,8	848,8	804,2	505,4	676,4	817,4	561,9	754,4	1058,0
Segarra	397,0	557,8	338,4	321,4	228,0	293,8	494,5	392,2	516,8	344,8
Segrià	339,7	605,9	310,9	292,0	208,2	211,8	411,8	412,6	299,5	291,3
Tarragonès	472,8	579,2	439,6	643,3	554,0	408,1	851,0	633,6	490,8	561,1
Urgell	352,2	497,6	387,8	273,4	212,5	272,0	597,7	379,5	398,2	326,8

Tot seguit es representarà, per cada una de les dotze comarques estudiades, una gràfica comparativa entre el valor mitjà de la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de cada comarca i el valor de la pluviometria en aquesta mateixa comarca, per tal de poder determinar la possible incidència de la pluja de l'any anterior en la concentració de nitrats d'un any determinat.

Alt Penedès

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de l'Alt Penedès i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

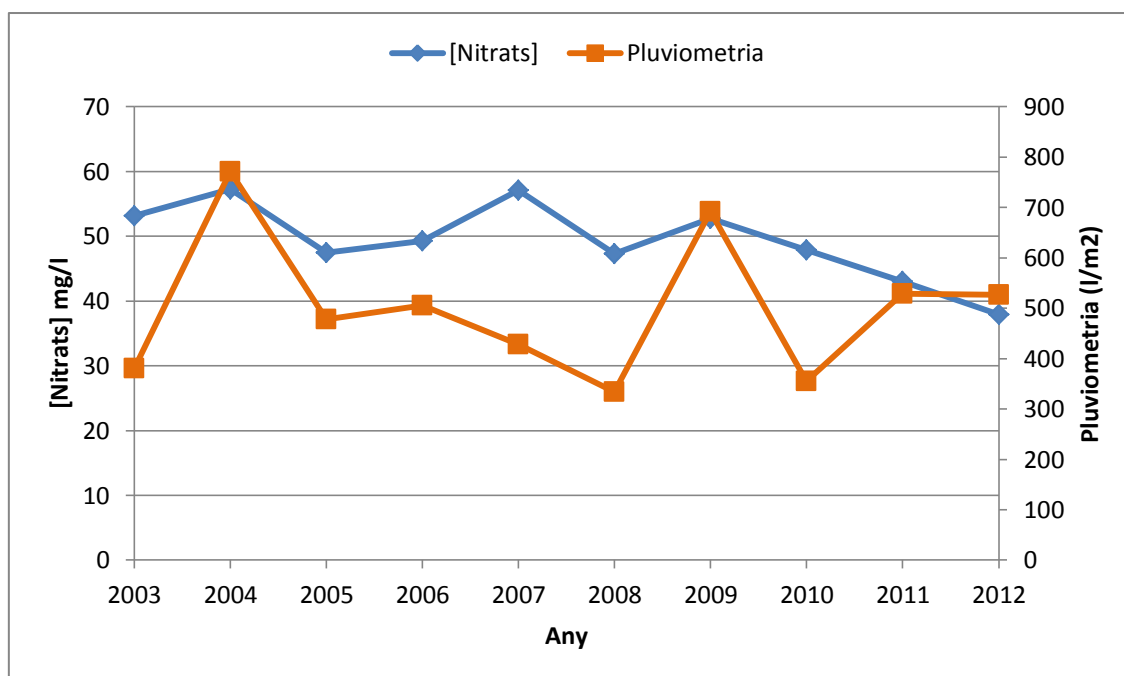


Gràfic 5.29. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de l'Alt Penedès i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.29 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que tant la contaminació per nitrats per cada any com la pluviometria de l'any anterior tenen una tendència similar. Per tant, en aquest cas es pot afirmar que la pluja dels anys anteriors ha incidit en la contaminació per nitrats de cada un dels anys estudiats.

Baix Camp

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Camp i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

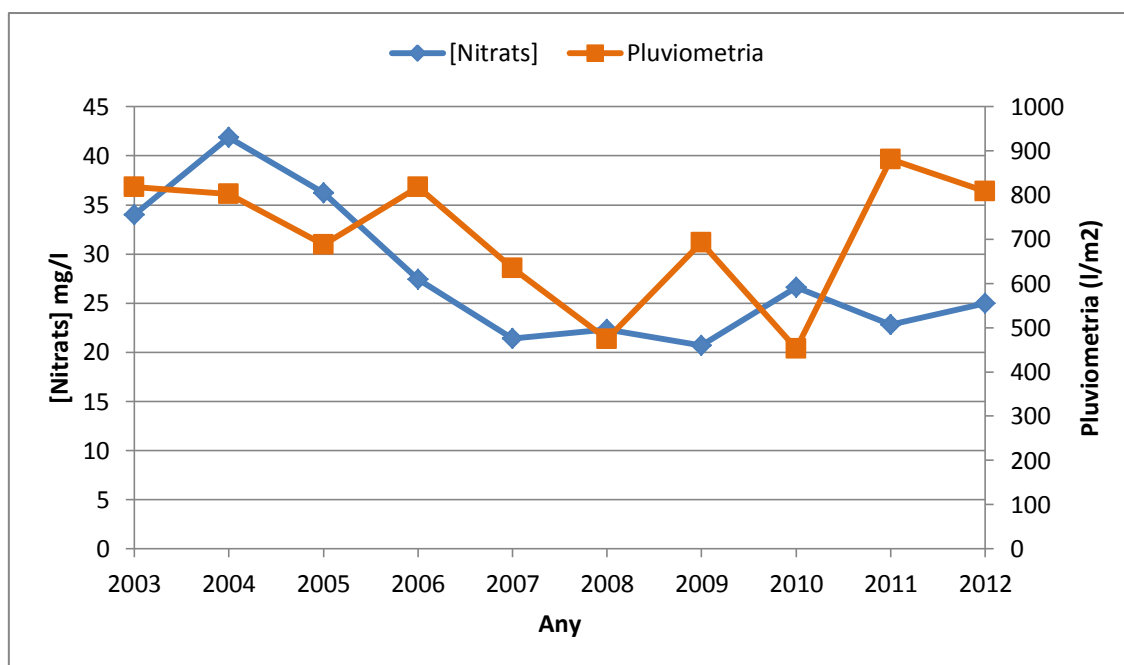


Gràfic 5.30. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Baix Camp i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.30 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que tant la contaminació per nitrats de cada any com la pluviometria de l'any anterior tenen una tendència similar. Aquell any en què ha plogut més ha provocat que l'any següent la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies fos major, i a la inversa.

Baix Empordà

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Empordà i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

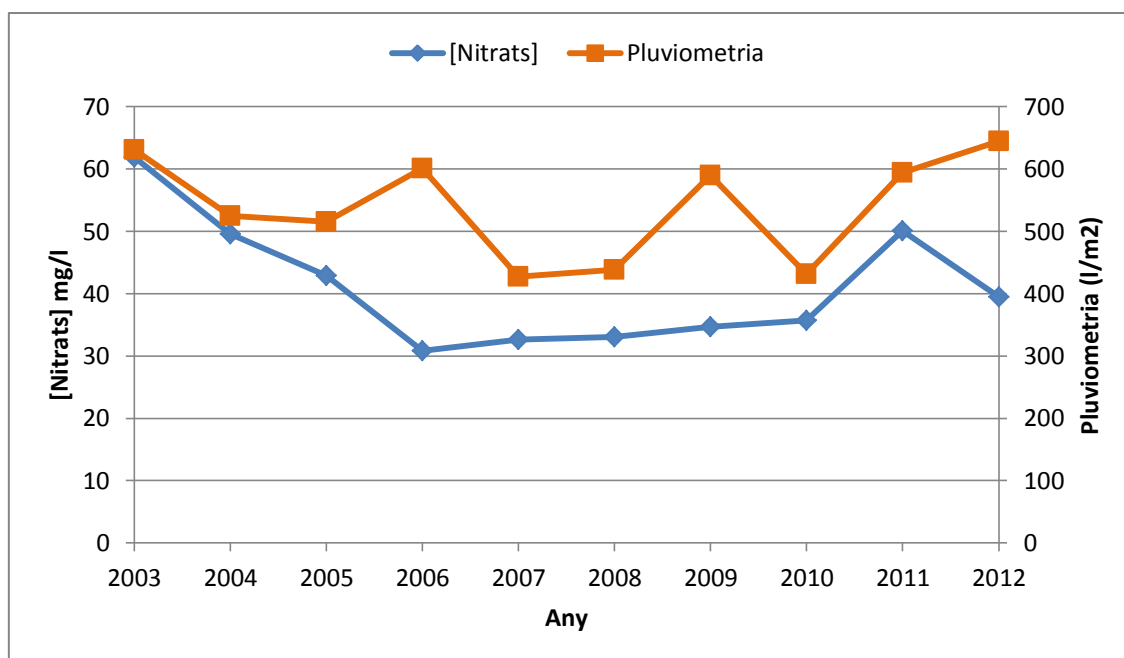


Gràfic 5.31. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Baix Empordà i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.31 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que tant la contaminació per nitrats de cada any en concret com la pluviometria de l'any següent tenen una tendència molt semblant. Els anys en què els nitrats han augmentat, són aquells en què els anys anteriors va ploure més a la comarca. Per tant també es pot concloure que la pluja té una incidència clara en la contaminació per nitrats.

Baix Penedès

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Baix Penedès i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:



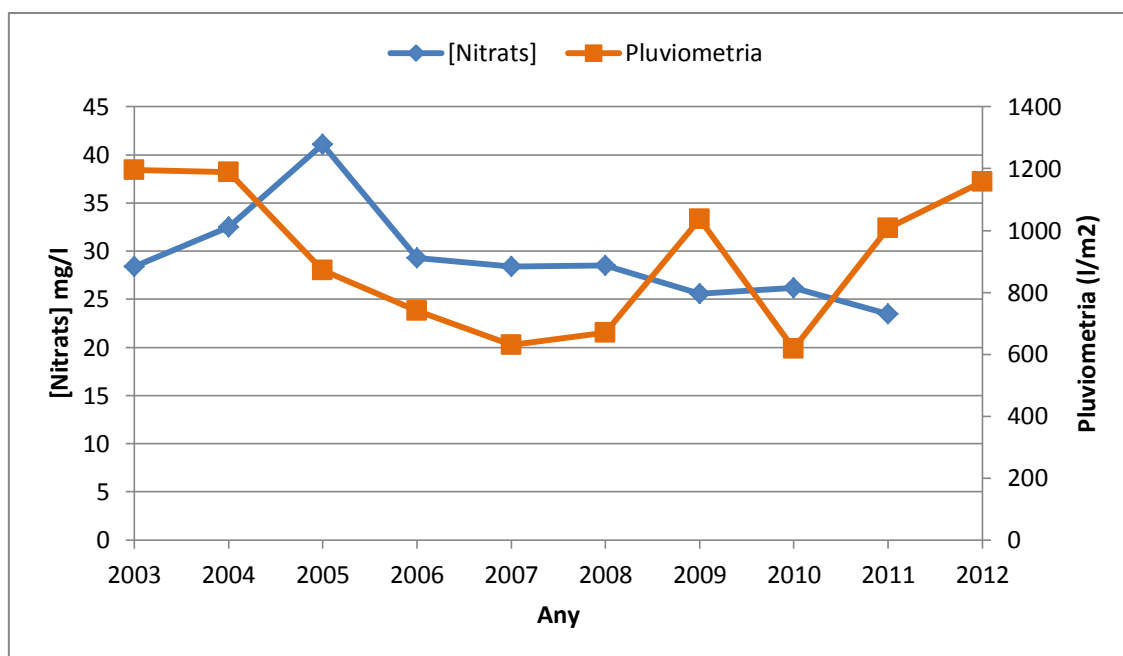
Gràfic 5.32. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Baix Penedès i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.32 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, no s'observa de forma tant clara que la contaminació per nitrats d'un any estigui afectada pel règim pluviomètric de l'any anterior. En aquest cas, això només passa en alguns anys en concret, per exemple a l'any 2003 els nitrats tenien un valor de 61,9 mg/l i van disminuir fins a 49,6 mg/l l'any 2004, mentre que la pluviometria també va disminuir de 630 l/m² l'any 2002 a 525 l/m² l'any 2003.

El mateix va passar l'any 2005, que els nitrats van seguir disminuint i la pluja de l'any 2004 també hi havia fet. Aquest comportament també va succeir l'any 2011 en què els nitrats van augmentar respecte el 2010 (de 36 a 50 mg/l) i la pluviometria també havia augmentat l'any 2010 respecte el 2009 (de 430 a 595 l/m²).

Garrotxa

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de la Garrotxa i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

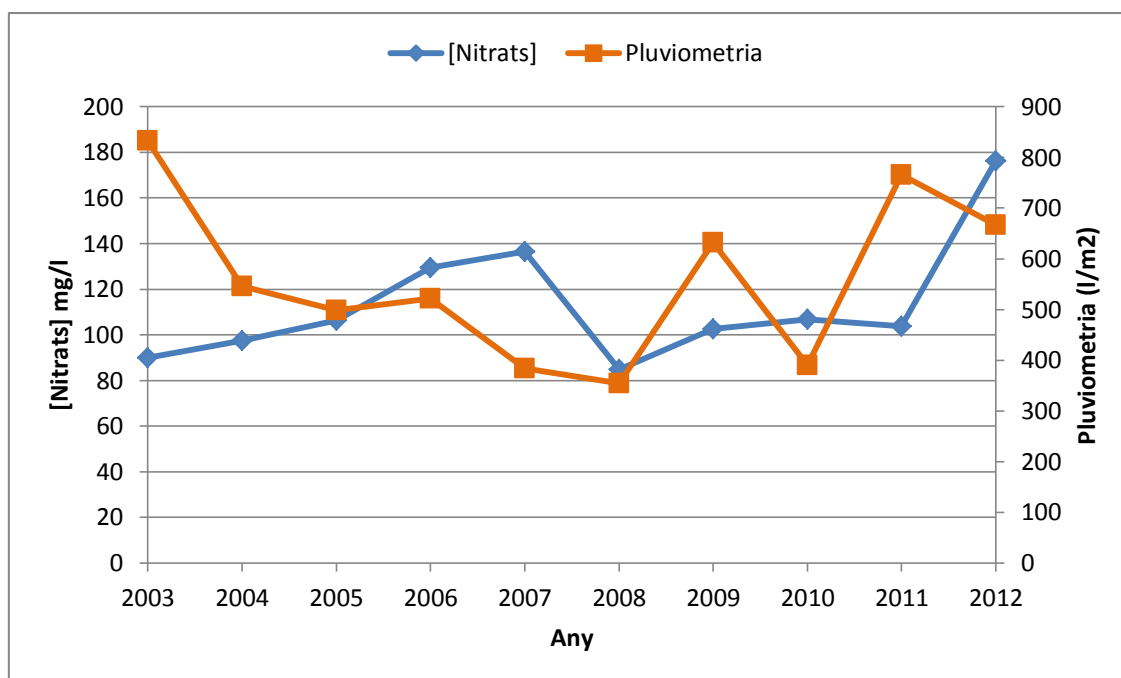


Gràfic 5.33. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de la Garrotxa i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.33 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2011, s'observa que en la majoria de casos, la contaminació per nitrats d'un any en concret augmenta o disminueix tal i com ho havia fet la pluviometria l'any anterior.

Maresme

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Maresme i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

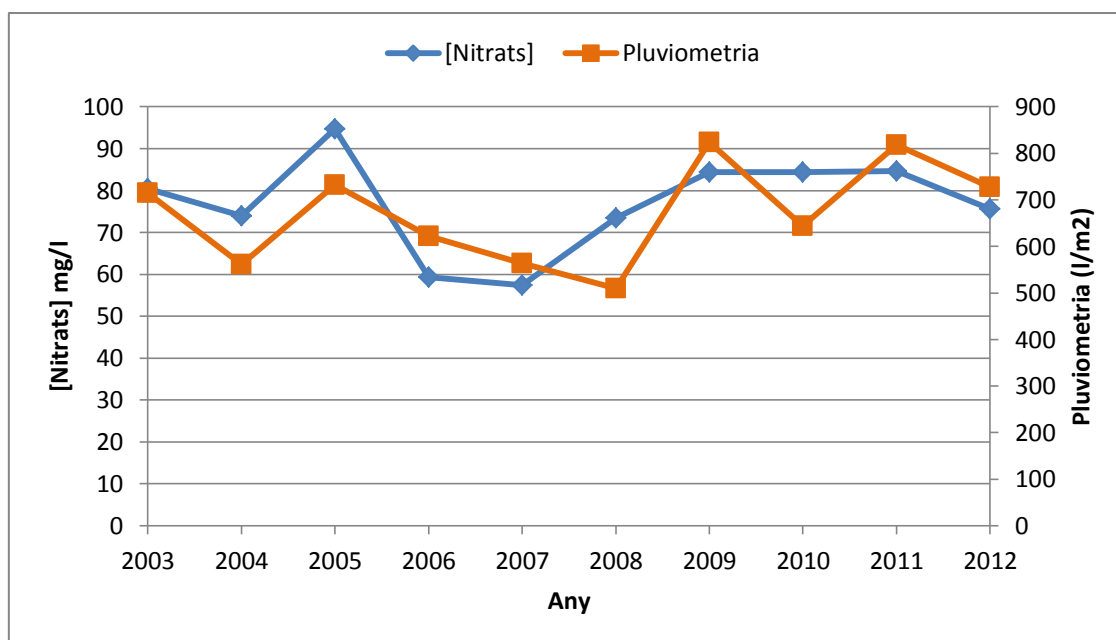


Gràfic 5.34. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Maresme i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.34 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que la contaminació per nitrats augmenta o disminueix quan la pluviometria de l'any anterior també ho ha fet (augmentar o disminuir); ambdues variables tenen una tendència força similar. Com a conseqüència es pot afirmar, com en els casos anteriors, que si el règim de l'any anterior ha augmentat (o disminuït), la concentració de nitrats també ha augmentat (o disminuït).

Osona

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies d'Osona i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

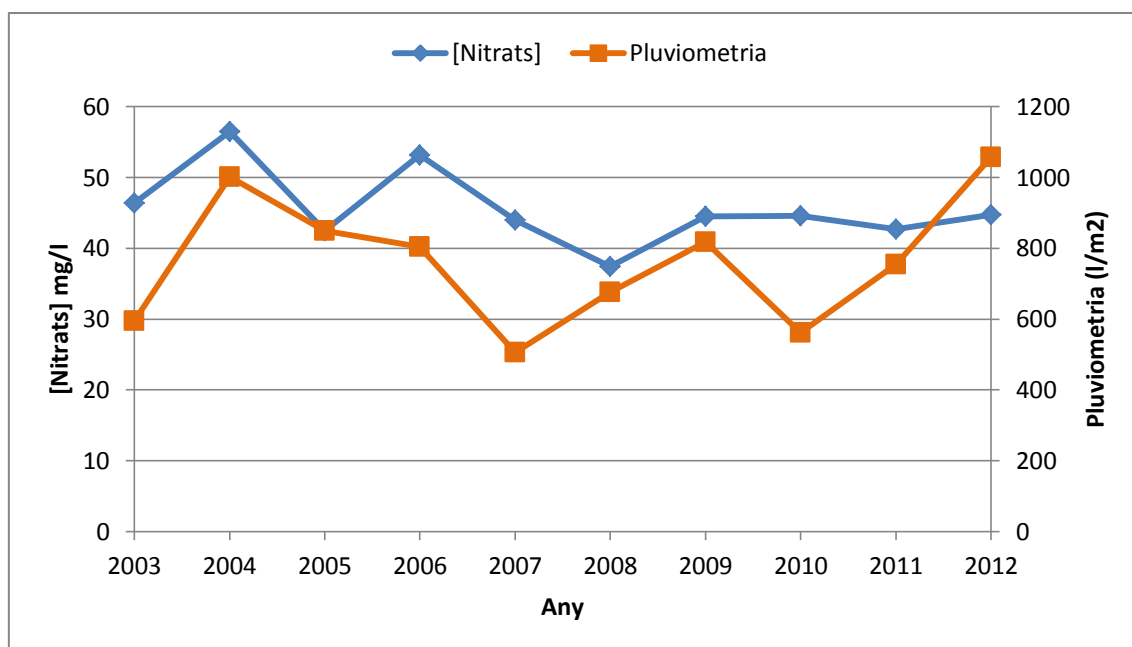


Gràfic 5.35. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies d'Osona i la pluviometria (l/m^2) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.35 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que tant la contaminació per nitrats com la pluviometria tenen una tendència semblant en la majoria d'anys estudiats.

Pla de l'Estany

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Pla de l'Estany i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:



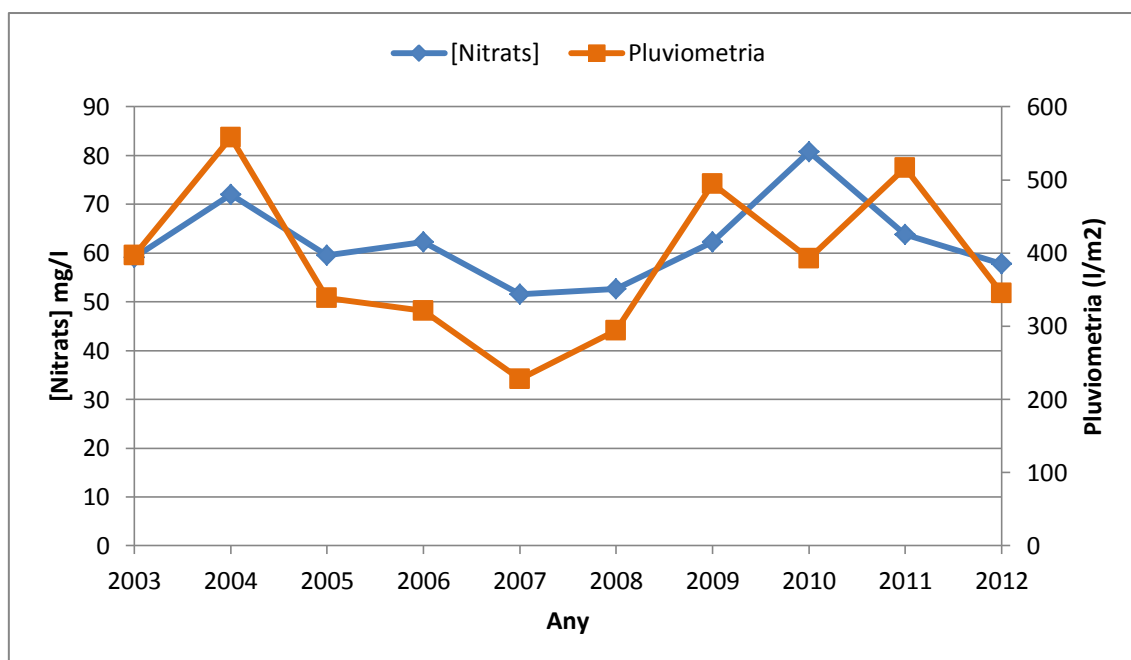
Gràfic 5.36. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Pla de l'Estany i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.36 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que la concentració de nitrats augmenta o disminueix quan l'any anterior ha tingut un règim pluviomètric alt o baix.

En aquest cas aquesta relació es dona per a tots els anys; aquells anys en què el valor de nitrats ha estat per sota dels 50 mg/l establerts com a màxima concentració legal han estat aquells en què l'any anterior el règim pluviomètric havia estat baix.

Segarra

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de la Segarra i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

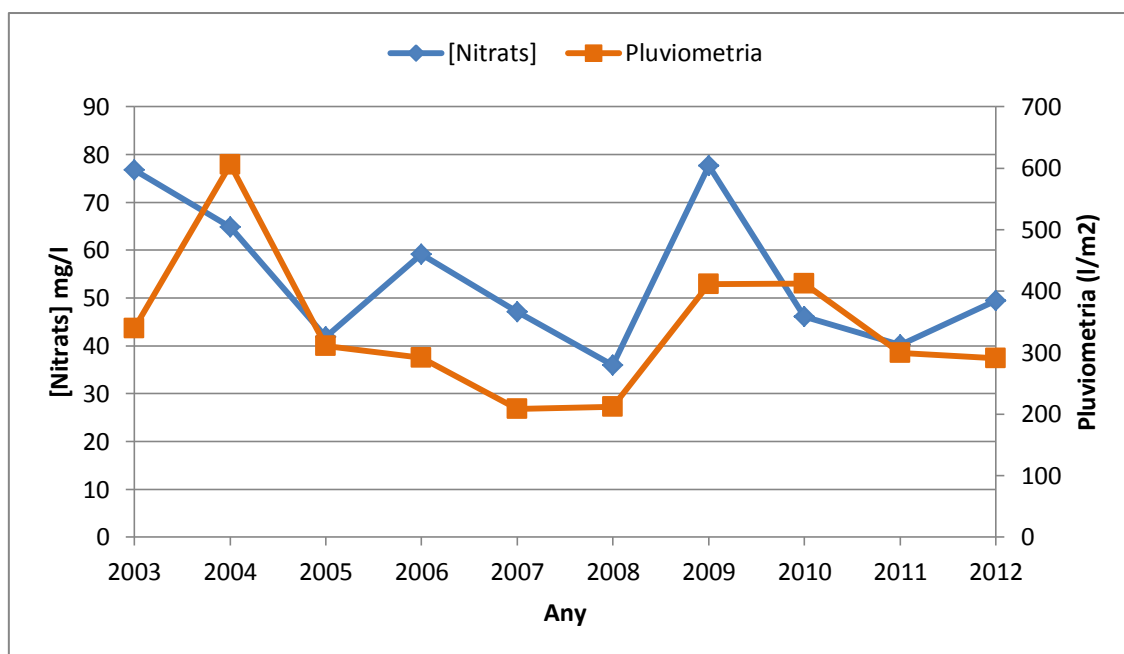


Gràfic 5.37. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de la Segarra i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.37 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que la concentració de nitrats augmenta o disminueix aquells anys en què l'any anterior la pluviometria ha estat major o menor.

Segrià

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Segrià i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:

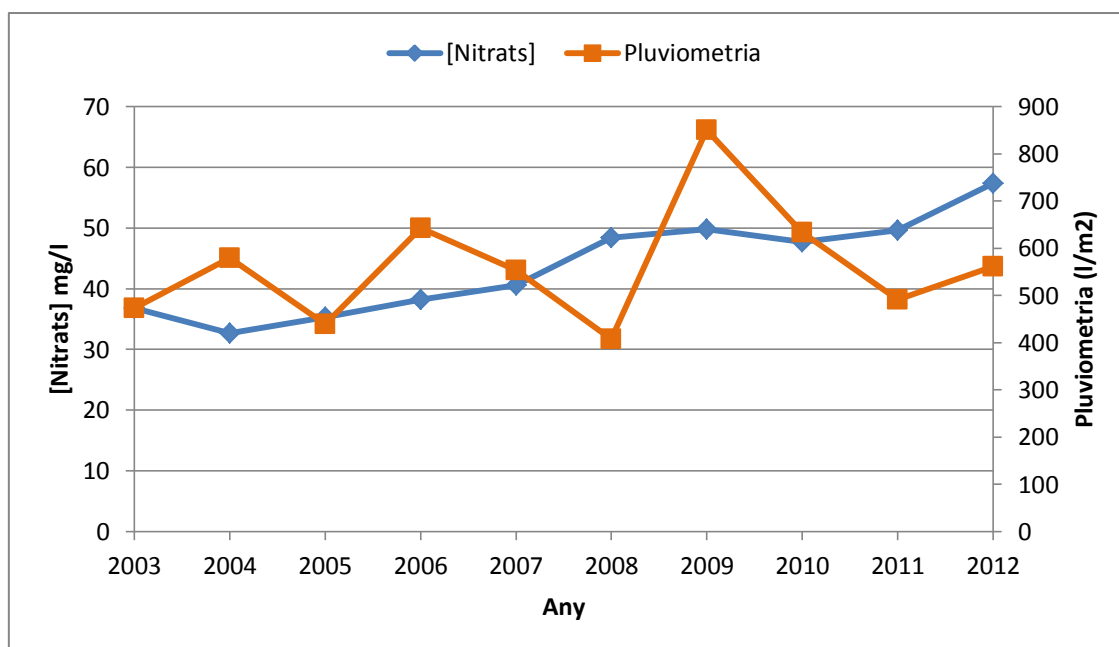


Gràfic 5.38. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Segrià i la pluviometria (l/m^2) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.38 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que de forma general la concentració de nitrats en un any concret depèn de la pluviometria de l'any anterior, quan el règim pluviomètric de l'any anterior ha estat alt, el nivell de nitrats de l'any en concret ha augmentat, i viceversa. Per tant, es pot concloure també que la pluviometria incideix clarament en la concentració de nitrats a les aigües subterrànies.

Tarragonès

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies del Tarragonès i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:



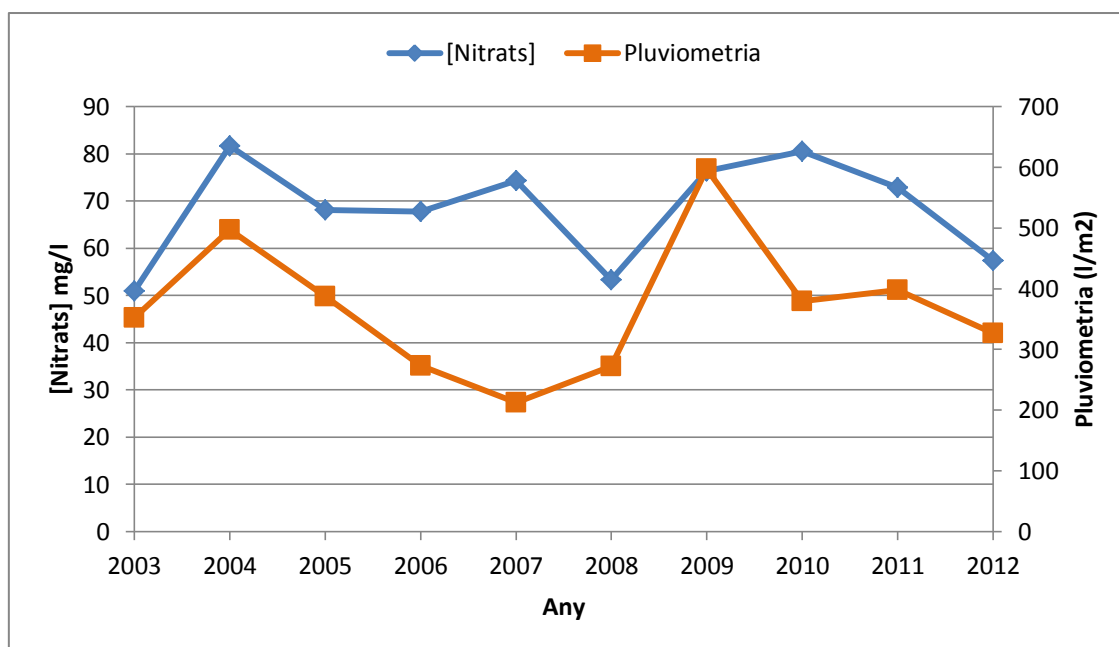
Gràfic 5.39. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies del Tarragonès i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.39 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que tant la contaminació per nitrats com la pluviometria de l'any anterior tenen una tendència similar, quan la concentració de nitrats ha augmentat ha estat quan l'any anterior ha plogut més, i a la inversa; arribant a la mateixa conclusió que en els casos anteriors.

Cal destacar l'excepció dels nitrats de l'any 2008, que van augmentar respecte el 2007 (de 40,6 a 48,4 mg/l) tot i que la pluviometria del 2007 havia disminuït de respecte el 2006 (de 554 a 408 l/m²).

Urgell

La relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de l'Urgell i la pluviometria de la comarca des de l'any 2003 fins el 2012 es pot observar en el següent gràfic:



Gràfic 5.40. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de l'Urgell i la pluviometria (l/m²) de la comarca. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Al Gràfic 5.40 on es mostra la relació nitrats-pluviometria de l'any anterior des de l'any 2003 fins el 2012, s'observa que en bastants casos el valor de nitrats ha augmentat quan el règim pluviomètric de l'any anterior ha estat elevat, i a la inversa.

Per tant, un cop més, es pot corroborar que la pluviometria té una incidència clara en la concentració de nitrats a les aigües subterrànies.

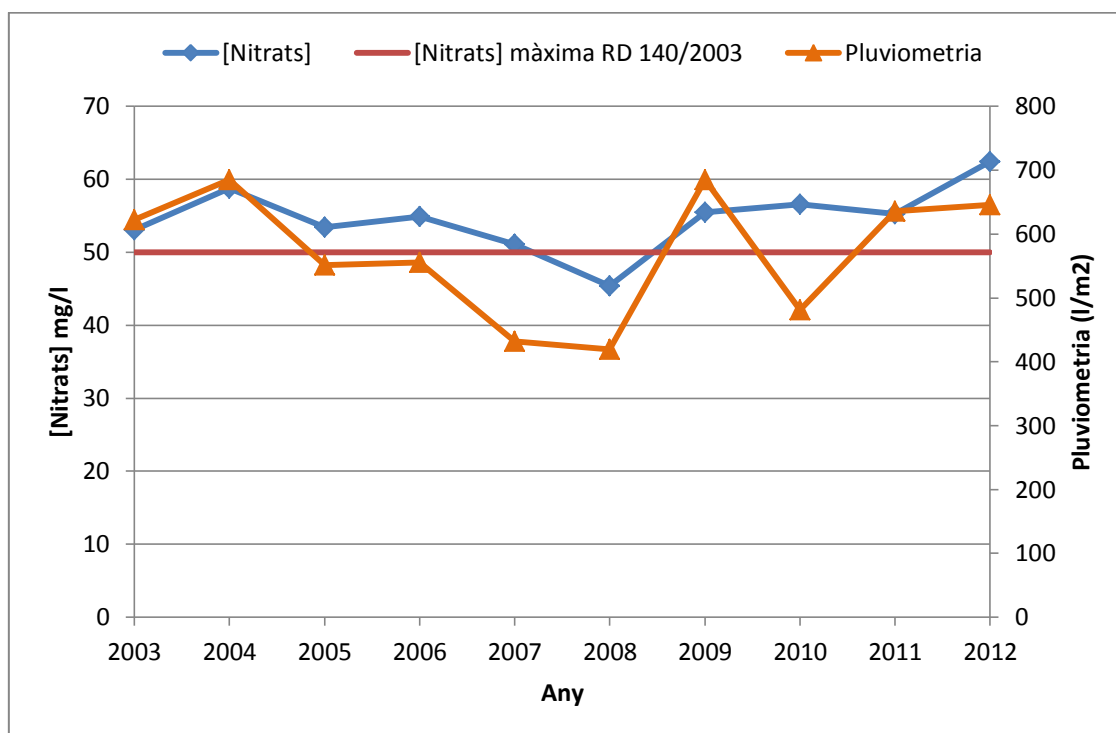
Tal i com s'ha anat veient i comentant en els casos de les diferents comarques gràcies als gràfics que mostraven l'evolució de la relació entre la concentració mitjana de nitrats de les aigües subterrànies i la pluviometria de l'any anterior de cada una de les comarques, es pot concloure que la pluviometria afecta de forma directament proporcional a la concentració de nitrats de les aigües freàtiques.

De la mateixa manera que s'ha fet tant amb l'estudi de l'evolució dels nitrats en l'apartat 5.2.13 com en l'estudi de la relació nitrats-conductivitat, a continuació es mostren en la Taula 5.6 els valors mitjans de la pluviometria de les aigües de les comarques estudiades des de l'any 2002 fins al 2011, així com la mitjana anual de tota la zona en estudi.

Taula 5.6. Dades del valor de la pluviometria a les comarques en estudi des de l'any 2002 al 2011 i mitjana anual de la zona en estudi.

Comarca	Pluviometria (l/m ²)									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Alt Penedès	744,0	586,2	503,9	522,7	403,0	388,7	575,6	499,6	571,2	641,1
Baix Camp	380,6	771,8	478,2	505,6	428,2	333,6	692,3	354,7	528,8	526,2
Baix Empordà	818,2	802,2	687,4	818,6	634,6	474,2	693,3	452,6	880,6	808,1
Baix Penedès	631,4	525,0	515,6	601,4	427,4	438,6	589,9	431,9	594,3	644,4
Garrotxa	1195,0	1189,2	872,2	740,9	630,4	670,6	1037,0	618,8	1007,1	1157,9
Maresme	832,6	545,4	498,4	521,4	384,2	354,2	631,6	389,6	766,2	666,7
Osona	715,4	560,8	732,2	621,8	563,7	510,2	824,2	643,8	817,8	727,6
Pla de l'Estany	594,2	1001,8	848,8	804,2	505,4	676,4	817,4	561,9	754,4	1058,0
Segarra	397,0	557,8	338,4	321,4	228,0	293,8	494,5	392,2	516,8	344,8
Segrià	339,7	605,9	310,9	292,0	208,2	211,8	411,8	412,6	299,5	291,3
Tarragonès	472,8	579,2	439,6	643,3	554,0	408,1	851,0	633,6	490,8	561,1
Urgell	352,2	497,6	387,8	273,4	212,5	272,0	597,7	379,5	398,2	326,8

A partir de les mitjanes anuals de nitrats i pluviometria a la zona en estudi s'ha elaborat el Gràfic 5.41.



Gràfic 5.41. Evolució de la relació entre el valor mitjà de les concentració de nitrats de les aigües subterrànies de les 12 comarques estudiades des de l'any 2003 fins el 2012 i la pluviometria des del 2002 al 2011. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i l'Idescat.

Aquest gràfic ratifica que, de la mateixa manera que s'ha pogut observar en els casos concrets de les comarques en estudi, la concentració de nitrats de les aigües freàtiques en un any concret és elevada quan el règim pluviomètric de l'any anterior va ésser alt, i a la inversa, la concentració mitjana de nitrats és baixa quan el règim pluviomètric de l'any anterior va ser baix.

El fet que la concentració de nitrats l'any 2010 no disminuís pot ser degut a l'elevada pluviometria de l'any 2008.

5.3.3. Superfície agrària útil (SAU)

En aquest apartat s'estudia la possible incidència de la superfície agrària útil (SAU) sobre el valor de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies.

La SAU és aquella superfície que engloba les terres llaurades i les pastures permanents, excloent per tant la superfície forestal.

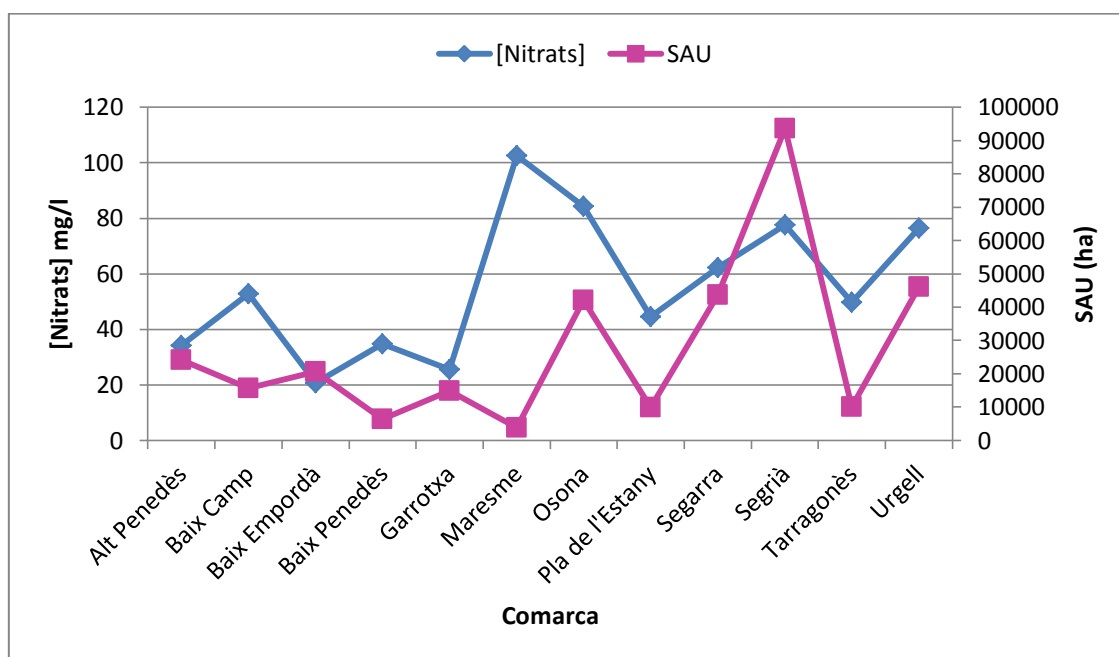
S'estudia la possible incidència de la SAU en els nitrats perquè aquest tipus de superfície, donades les seves característiques i superfícies que inclou, és la que està directament relacionada amb alguns dels orígens responsables de la presència de nitrats més importants, com són els orígens agrícoles i ramaders (fertilitzants, dejeccions d'animals...).

Per tal de poder estudiar aquesta relació entre el nivell de nitrats i la SAU s'han utilitzat les dades de SAU de l'any 2009 de les comarques en estudi recopilades de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) així com de les dades de concentració de nitrats també de l'any 2009 de l'ACA. A continuació es mostren aquestes dades a la Taula 5.7.

Taula 5.7. Nitrats (mg/l) i SAU (ha) de les comarques en estudi de l'any 2009.

Comarca	Nitrats (mg/l)	SAU (ha)
Alt Penedès	34,1	24.205
Baix Camp	52,7	15.641
Baix Empordà	20,7	20.671
Baix Penedès	34,7	6.370
Garrotxa	25,6	14.889
Maresme	102,5	3.825
Osona	84,4	42.060
Pla de l'Estany	44,5	9.837
Segarra	62,3	43.668
Segrià	77,7	93.656
Tarragonès	49,8	10.034
Urgell	76,4	46.047

A partir d'aquestes dades s'ha elaborat el Gràfic 5.42, on es mostra la relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies (punts de mostreig de l'ACA) de cada comarca i la SAU d'aquesta mateixa.



Gràfic 5.42. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies i la SAU (ha) de cada comarca l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

En aquest gràfic es pot observar que, en la majoria de comarques estudiades, la concentració de nitrats a les aigües subterrànies és directament proporcional a la superfície agrària útil de la comarca en què es troben. És a dir, de forma general, en aquelles comarques on hi ha una major superfície agrària útil és allà on hi ha una concentració de nitrats de les aigües subterrànies més elevada.

Per tant, gràcies a aquest gràfic que relaciona nitrats-SAU de les comarques es pot concloure que la SAU també és una variable que incideix, de forma directament proporcional, sobre el valor de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies.

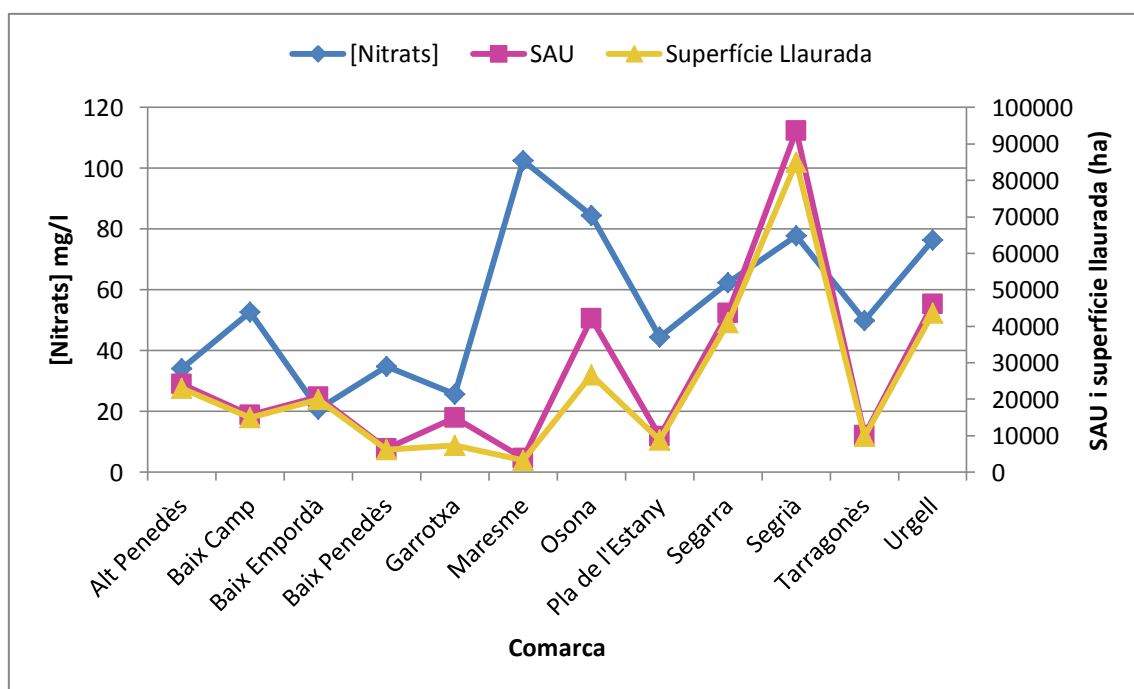
Hi ha una excepció clara en les comarques estudiades i és la comarca del Maresme, on a l'any 2009 hi havia la concentració de nitrats més elevada, de 102,5 mg/l, i en canvi tenia la SAU més baixa, de 3.825 ha.

A més, també s'ha estudiat la relació entre la concentració mitjana de nitrats de cada comarca i la seva superfície llaurada, amb les dades de la Taula 5.8.

Taula 5.8. Nitrats (mg/l), SAU (ha), superfície llaurada (ha) i percentatge de SAU corresponent a terres llaurades de les comarques en estudi de l'any 2009.

Comarca	Nitrats (mg/l)	SAU (ha)	Superfície Llaurada (ha)	% Superfície llaurada
Alt Penedès	34,1	24.205	23.041	95,19%
Baix Camp	52,7	15.641	14.996	95,88%
Baix Empordà	20,7	20.671	19.875	96,15%
Baix Penedès	34,7	6.370	6.186	97,11%
Garrotxa	25,6	14.889	7.377	49,55%
Maresme	102,5	3.825	3.173	82,95%
Osona	84,4	42.060	26.631	63,32%
Pla de l'Estany	44,5	9.837	8.728	88,73%
Segarra	62,3	43.668	40.986	93,86%
Segrià	77,7	93.656	85.018	90,78%
Tarragonès	49,8	10.034	9.865	98,32%
Urgell	76,4	46.047	43.575	94,63%

Al Gràfic 5.43 es mostra la relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies de cada comarca i la SAU i la superfície llaurada d'aquestes.



Gràfic 5.43. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies i la SAU (ha) i la superfície llaurada de cada comarca l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Tal i com es pot observar en el Gràfic 5.43, la relació entre la concentració de nitrats amb la SAU és molt similar a la relació d'aquesta concentració de nitrats amb la superfície llaurada ja que, com es pot comprovar en la Taula 8.4, en la majoria de comarques, el valor de la SAU està compost majoritàriament per superfícies llaurades, en detriment de les pastures permanents.

En casos concrets com el de la Garrotxa i Osona, el percentatge de superfície llaurada que engloba la SAU és menor (49,55% i 63,32% de la SAU respectivament), ja que en aquestes comarques una bona part de la SAU està composta per pastures permanents i es pot observar que a la Garrotxa, al tenir més o menys igual pastura que superfície llaurada el valor de la mitjana de nitrats també és menor.

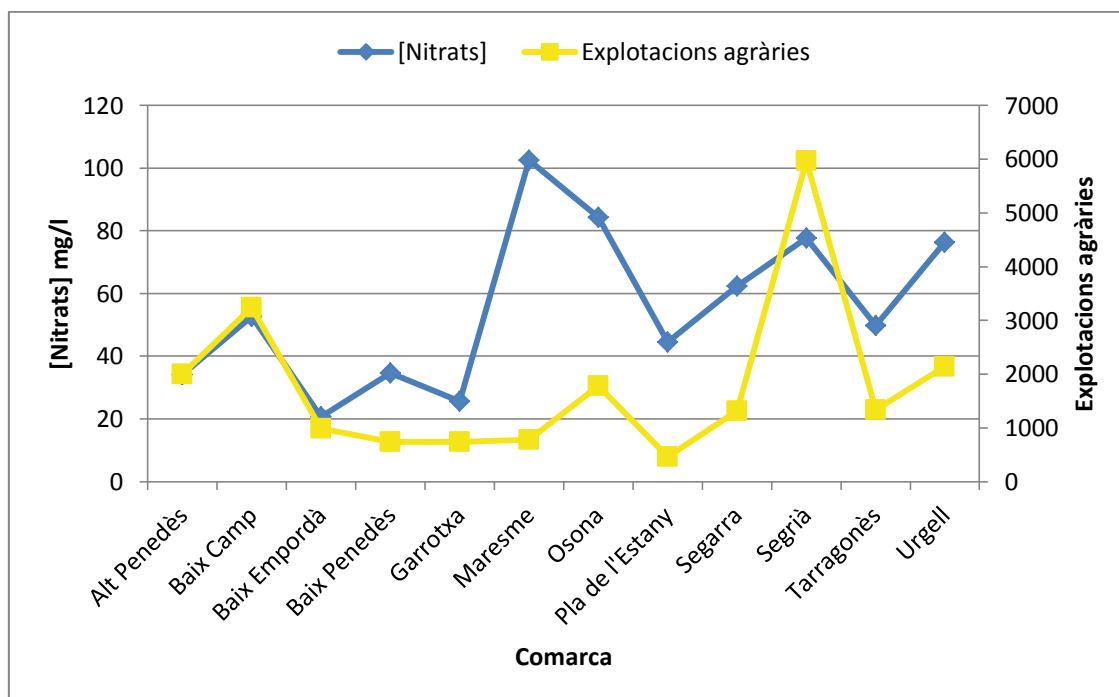
5.3.4. Explotacions agràries

En aquest apartat s'estudia la possible relació entre el nombre d'explotacions agràries per comarca i el valor mitjà de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies. Per tal de poder estudiar aquesta relació entre el nivell de nitrats i les explotacions ramaderes s'han utilitzat les dades del nombre d'explotacions agràries de l'any 2009 de les comarques en estudi extretes de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) així com de les dades de concentració de nitrats també de l'any 2009 de l'ACA. A continuació es mostren aquestes dades a la Taula 5.9.

Taula 5.9. Nitrats (mg/l) i explotacions agràries de les comarques en estudi de l'any 2009.

Comarca	Nitrats (mg/l)	Explotacions agràries
Alt Penedès	34,1	1.996
Baix Camp	52,7	3.246
Baix Empordà	20,7	984
Baix Penedès	34,7	744
Garrotxa	25,6	736
Maresme	102,5	778
Osona	84,4	1.780
Pla de l'Estany	44,5	460
Segarra	62,3	1.312
Segrià	77,7	5.974
Tarragonès	49,8	1.340
Urgell	76,4	2.142

A partir d'aquestes dades s'ha elaborat el Gràfic 5.44, on es mostra la relació entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies (punts de mostreig de l'ACA) de cada comarca i les explotacions agràries d'aquestes.



Gràfic 5.44. Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) de les aigües subterrànies de l'Urgell i el nombre d'explotacions agràries de la comarca l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Anàlogament al que succeeix amb la variable anterior (SAU), en aquest cas es pot observar que la variable explotacions agràries també afecta de forma directament proporcional a la concentració de nitrats a les aigües subterrànies. Es pot veure com en aquelles comarques que tenen un major nombre d'explotacions agràries també hi ha una contaminació per nitrats major, i viceversa, aquelles amb menor nombre d'explotacions agràries són les que tenen una menor contaminació de les aigües per nitrats.

De nou ens trobem amb l'excepció de la comarca del Maresme, on a l'any 2009 hi havia la concentració de nitrats més elevada, de 102,5 mg/l, i en canvi era una de les comarques amb menor nombre d'explotacions agràries, 778.

5.3.5. Caps de bestiar boví i porcí

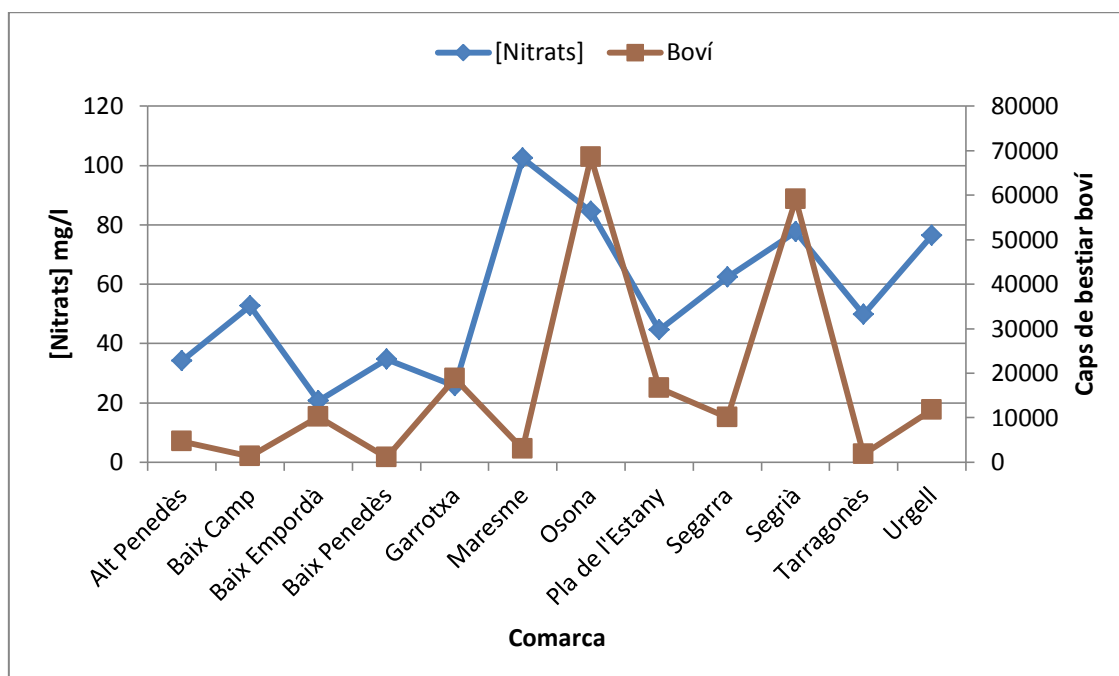
En aquest apartat s'estudia la possible incidència del nombre de caps de bestiar boví i porcí de les diferents comarques sobre el valor mitjà de la concentració de nitrats a les aigües subterrànies. Per tal de poder estudiar aquesta relació entre el nivell de nitrats i els caps de bestiar boví i porcí s'han utilitzat les dades del nombre de caps de bestiar de l'any 2009 de les comarques en estudi extretes de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) així com de les dades de concentració de nitrats també de l'any 2009 de l'ACA. A continuació es mostren aquestes dades a la Taula 5.10.

Taula 5.10. Nitrats (mg/l) i caps de bestiar boví i porcí de les comarques en estudi de l'any 2009.

Comarca	Nitrats (mg/l)	Caps de bestiar	
		Boví	Porcí
Alt Penedès	34,1	4.611	8.471
Baix Camp	52,7	1.270	69.572
Baix Empordà	20,7	10.108	131.772
Baix Penedès	34,7	1.027	18.232
Garrotxa	25,6	18.783	84.468
Maresme	102,5	2.984	9.657
Osona	84,4	68.483	794.724
Pla de l'Estany	44,5	16.623	137.051
Segarra	62,3	10.062	338.812
Segrià	77,7	59.113	943.807
Tarragonès	49,8	1.814	6.684
Urgell	76,4	11.752	366.576

A partir d'aquestes dades s'han elaborat els gràfics 5.45 i 5.46, on es mostren les relacions entre la concentració de nitrats de les aigües subterrànies (punts de mostreig de l'ACA) de cada comarca i el nombre de porcs i vaques d'aquestes.

En aquest primer gràfic s'observa la relació nitrats-bestiar boví, i es pot observar que, de forma general, hi ha una relació bastant clara entre ambdues variables. Aquelles comarques amb un major nombre de bovins són les que tenen també una concentració de nitrats més elevada; i a la inversa, aquelles que tenen un nombre inferior de bovins són les que, en general, tenen una concentració de nitrats més reduïda a les seves aigües subterrànies.

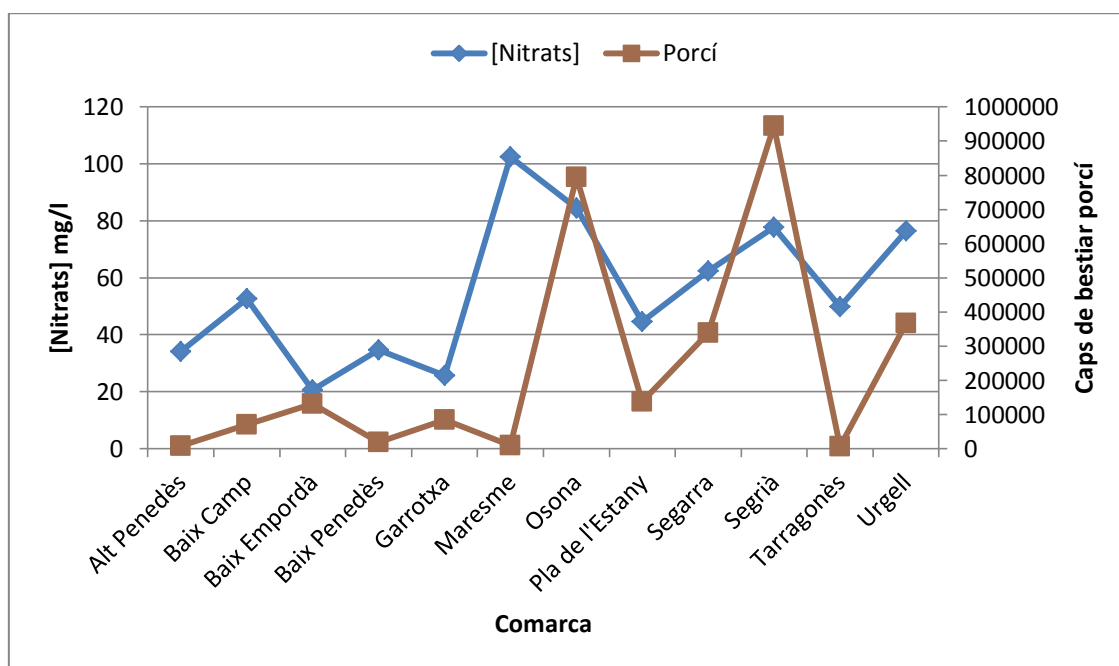


Gràfic 5.45 Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i el nombre de caps de bestiar boví l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Com en els casos anteriors ens trobem amb l'excepció de la comarca del Maresme, que tot i tenir un nombre molt reduït de bestiar boví, menys de 3.000 caps (hi ha comarques que en tenen gairebé 80.000 caps), és la comarca amb la concentració mitjana de nitrats més elevada d'entre les estudiades.

En el segon gràfic es representa la relació nitrats-bestiar porcí, i es pot observar que ambdues variables tenen una tendència molt similar a les dues variables anteriors (nitrats-bestiar boví) i es relacionen de forma força directament proporcional.

En la majoria de casos, aquelles comarques amb un nombre elevat de caps de bestiar porcí són les que tenen una major contaminació per nitrats a les seves aigües subterrànies; i viceversa, les que tenen un nombre reduït de bestiar porcí, són també les que presenten una concentració mitjana de nitrats inferior. Per tant, es pot concloure que el nombre de bestiar porcí de cada comarca incideix sobre la seva quantitat mitjana de nitrats ja que, generalment, a major (o menor) bestiar porcí major (o menor) és la concentració mitjana de nitrats.



Gràfic 5.46 Relació entre la concentració de nitrats (mg/l) i el nombre de caps de bestiar porcí l'any 2009. Font: elaboració pròpia amb dades de l'ACA i de l'Idescat.

Igual que amb la resta de variables s'observa una clara excepció en la comarca del Maresme, que tot i tenir un nombre molt reduït de bestiar porcí, menys de 10.000 caps (hi ha comarques que en tenen gairebé 900.000 caps), és la comarca amb la concentració mitjana de nitrats més elevada d'entre les estudiades.

Aquesta excepció del Maresme en l'estudi de es diferents variables seleccionades indica que, a més d'haver-hi una clara relació entre la concentració mitjana de nitrats en una comarca amb la seva SAU, el seu nombre d'explotacions agràries i la quantitat de bestiar boví i porcí, també hi ha altres factors que incideixen en aquesta contaminació per nitrats de les aigües subterrànies.

El Maresme és una excepció molt clara ja que no té una SAU molt extensa, ni un elevat nombre d'explotacions agràries ni tampoc un nombre elevat de caps de bestiar boví i porcí. Per tant, encara que de forma general es pot concloure que aquestes variables incideixen de forma directament proporcional sobre la concentració mitjana de nitrats d'una comarca, hi ha altres factors que també són claus.

En aquest cas concret del Maresme es tracta d'una comarca que, malgrat té una SAU (terres llaurades i pastures permanents) i un nombre d'explotacions molt reduïts, du a terme una agricultura molt intensiva, tal i com ja s'ha esmentat en l'apartat 5.2.6 d'aquest treball (on s'estudiava l'evolució de la concentració mitjana de nitrats al Maresme). L'activitat agrícola a la zona és de tipus intensiu centrada especialment a la zona costanera i les rieres del Maresme. Els principals cultius són tipus herbacis de regadiu: flors, hortalisses i maduixers, i en segon lloc hi ha les plantacions de fruiterars i cítrics.

Els tractaments que es fan en aquests conreus, com són l'aplicació d'adobs i els tractaments fitosanitaris, incideixen significativament sobre la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies de la comarca i esdevenen doncs un factor molt incident en la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies.

A més d'aquesta excepció tant evident del cas de la comarca del Maresme, a partir de les dades tractades en els diferents apartats també s'observa comarques amb comportaments diferents. El Baix Camp, el Baix Empordà, el Baix Penedès i el Tarragonès són comarques que tot i no tenir valors de nitrats per sobre dels 50 mg/l, tenen valors molt per sobre dels 10 mg/l propis dels nitrats considerats d'origen natural. Totes elles tenen, en comparació amb

altres comarques, uns valors de SAU, bestiar porcí i bestiar boví força reduïts, però sí que tenen explotacions agràries i, per tant, de forma anàloga a la situació del Maresme, es podria concloure que els problemes de nitrats en aquestes comarques són conseqüència d'una agricultura molt intensiva (ja que disposen de SAU reduïdes) i amb un ús abusiu de fertilitzants, que no són d'origen porcí o purins, ja que tampoc tenen un nombre gaire elevat de caps de bestiar d'aquest tipus.

De forma més concreta, el Baix Camp i el Tarragonès són comarques amb un mosaic agrícola molt divers i heterogeni amb conreus llenyosos d'avellaners, ametllers, oliveres i vinya i molts fruiters i hortalisses, que són els conreus més intensius i propensos a fertilitzacions seguides.

6. USOS ALTERNATIUS D'AIGÜES CONTAMINADES PER NITRATS

L'aigua contaminada per nitrats, com ja s'ha esmentat anteriorment, no es pot beure ni es pot utilitzar per cuinar ja que, els nitrats, no desapareixen de l'aigua amb la cocció; aquests no s'eliminen ni per filtració física ni per ebullició sinó que s'han d'eliminar mitjançant altres mètodes com ara: osmosi inversa, intercanvi iònic, electrodiàlisi, desnitrificació biològica i desnitrificació catalítica.

No obstant, a més de la possibilitat d'extreure els nitrats de les aigües subterrànies, existeixen altres usos alternatius per aquestes aigües contaminades sense la necessitat d'haver de fer cap tractament. En aquest capítol doncs es pretén definir alguns dels possibles usos alternatius de les aigües contaminades per nitrats sense tractar-les, és a dir, sense ésser pròpiament descontaminades.

6.1. Aigua per a ús domèstic

Tot i que les aigües contaminades per nitrats només poden contenir una concentració de nitrats inferior a 50 mg/l per a poder ser aptes per al consum humà (límit màxim establert al RD 140/2003), aquestes es poden utilitzar en l'àmbit domèstic per a absolutament totes les altres finalitats que no n'impliquin el seu consum. Alguns exemples d'aquests usos alternatius són:

- Reg de plantes i jardins
- Cisternes de banys
- Omplerta de piscines

Tenint en compte això, en cas que un domicili particular tingués a l'abast una font pròpia d'aigua subterrània contaminada per nitrats, com una mina, un pou..., podria fer una doble canalització de l'aigua: una per a l'aigua de xarxa (apta per al consum) i una altra per a l'aigua subterrània contaminada, per tal d'aprofitar els recursos naturals contaminats de forma sostenible, aprofitant-los per a finalitats diferents a les del consum humà, com s'han comentat

anteriorment. A través d'aquest procediment el domicili particular, a més de treure profit del recurs natural contaminat, també reduiria el seu consum d'aigua potable i conseqüentment el cost considerable associat a aquesta.

6.2. Aigua per a un polígon industrial

Habitualment els polígons industrials utilitzen els cabals de les aigües de la xarxa pública per al seu abastament. No obstant, les diferents finalitats de l'aigua en aquestes zones, en molts casos no requereixen que aquesta sigui apte per al consum i per tant pot resultar molt interessant adoptar l'opció d'utilitzar aigües subterrànies contaminades per nitrats per a aquests fins.

Exceptuant les indústries alimentàries, la resta d'indústries podrien aprofitar aigües subterrànies contaminades per nitrats mitjançant, com s'ha comentat per al cas dels domicilis particulars, una doble canalització de l'aigua: per una banda haurien de seguir disposant d'aigua de xarxa, per a diferents usos com ara les aixetes i les dutxes; però per la resta de finalitats, com serien les de neteja de màquines, neteja de peces, neteja de la nau, cisternes de banys, aigües de recirculació, aigües de refrigeració..., fins i tot i si calen tractaments addicionals adaptats a l'ús de l'aigua, com la descalcificació o la desmineralització, podrien utilitzar perfectament aigua subterrània amb presència de nitrats.

D'aquesta manera s'aprofita un recurs natural que a més de ser gratuït d'altra manera es malbarataria i, a més, es redueix en un percentatge molt considerable l'ús d'aigua de xarxa, que suposa uns costos molt elevats degut als tractaments que requereix per tal d'esdevenir aigua potable. Cal considerar també que mitjançant aquesta opció, es redueix el cabal d'aigua potable necessari, evitant fer un ús molt elevat de les aigües superficials, que malauradament també són un bé escàs.

6.3. Aigua per a un municipi

A més dels casos concrets vistos fins ara (domicilis o finques particulars i polígons industrials), hi ha unes altres zones que utilitzen una elevada quantitat d'aigua de xarxa per finalitats que no requereixen la qualitat d'aquesta aigua potable, i aquests són les poblacions o municipis en general.

Moltes de les activitats relacionades amb l'aigua que es duen a terme en els municipis són activitats no relacionades amb el consum humà i que, per tant, podrien dur-se a terme mitjançant aigües subterrànies així com amb aigües subterrànies contaminades per nitrats, com són els casos següents:

- Reg des d'espais públics, zones verdes, jardins, parcs, horts municipals i urbans fins a camps d'esports i camps de golf.
- Neteja de carrers a la via pública i del clavegueram.
- Usos ornamentals, com poden ser fonts ornamentals públiques.
- Usos lúdics com ara l'ompliment de piscines municipals, sempre tenint en compte el Decret 95/2000, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines públiques.

Aquests són només alguns dels exemples possibles per tal de fer un ús sostenible de les aigües subterrànies contaminades per nitrats a l'abast dels municipis i així reduir el consum d'aigua de xarxa.

6.4. Aigua subterrània contaminada per nitrats mesclada amb aigua de la xarxa

Actualment s'han deixat d'utilitzar molts pous contaminats per nitrats per a aigües de consum, com a conseqüència de l'elevat cost econòmic que suposa l'eliminació de nitrats mitjançant els mètodes anteriorment mencionats. És per això que en molts casos s'ha optat per la captació d'aigua superficial, tot i que en moltes ocasions, l'aigua subterrània contaminada pot servir de reserva per a diluir les aigües superficials i rebaixar la concentració d'algun paràmetre que

pot superar el valor paramètric, o a la inversa, rebaixar el valor de nitrats de l'aigua subterrània amb la dilució amb aigua superficial amb pocs nitrats.

Per tant, un altre possible ús sostenible de l'aigua subterrània contaminada per nitrats és barrejar-la amb aigua procedent de la xarxa, una aigua que té millor qualitat pel què fa a nitrats. D'aquesta manera, a través de la barreja de les dues aigües, el contingut de nitrats procedent de les aigües subterrànies disminueix donat que es barreja i es dissol en l'aigua de xarxa, que té un contingut de nitrats molt reduït.

Mitjançant aquesta alternativa es redueix el consum d'aigua de xarxa que, degut als processos necessaris per obtenir-la (captació, potabilització, transport, distribució... té un preu considerable i, a més, s'aprofiten de manera sostenible unes quantitats d'aigües subterrànies que, a més de o suposar cap cost, possiblement no es farien servir per res degut a la seva contaminació per nitrats. Aquesta solució permet transformar l'aigua subterrània contaminada per nitrats en aigua pel consum humà perquè a través de la barreja amb l'aigua de la xarxa el resultat d'aigua obtinguda no està contaminada i és apta pel consum humà.

Actualment, ja hi ha alguns municipis que duen a terme aquesta pràctica per tal d'aprofitar les aigües subterrànies contaminades només per nitrats (que no suposen cap cost) i, a la vegada, per reduir el volum d'aigua d'abastament procedent de potabilitzadores (que tenen un cost elevat ja que han de passar pel procés de potabilització i la seva posterior distribució).

6.5. Aigua subterrània no contaminada per nitrats

Malgrat que el tema principal d'aquest treball són les aigües contaminades per nitrats, no s'ha d'obviar que, malgrat l'elevada quantitat d'aigua subterrània que està contaminada per nitrats arreu del món, també hi ha aigües subterrànies no contaminades que es poden utilitzar per a l'abastament sense la necessitat de cap tractament ni de cap barreja amb aigua potable.

6.6. Recerca d'usos alternatius d'aigües contaminades per nitrats a les comarques en estudi

En aquest apartat es presenten casos concrets d'usos alternatius d'aigües contaminades per nitrats, per tal d'aprofitar uns recursos tan valuosos com aquests i fer-ne un ús sostenible. Per això s'ha contactat amb diferents entitats així com amb la totalitat dels ajuntaments dels municipis de les dotze comarques estudiades, 319 ajuntaments, per preguntar-los si disposaven de recursos hídrics subterranis contaminats per nitrats i si els aprofitaven per algun ús específic o tenien la intenció de fer-ho. D'aquesta manera s'ha pogut comprovar que hi ha diversos municipis conscienciats amb la importància dels recursos naturals com són les aigües subterrànies i les aprofiten tal i com es mostra a les taules presentades a continuació.

Alt Penedès

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.1.

Taula 6.1. Municipis de l'Alt Penedès que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Vilafranca del Penedès	Usen l'aigua subterrània contaminada per a la neteja viària (empresa concessionària Mas Albornà) i per al reg de parcs i jardins (empresa concessionària Nou Verd).

Baix Camp

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.2.

Taula 6.2. Municipis del Baix Camp que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Les Borges del Camp	Disposen d'una planta desnitrificadora per on passa l'aigua d'una mina i dos pous, es redueix la concentració de nitrats i s'incorpora al cicle d'abastament d'aigua potable.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Montbrí del Camp	En aquest municipi l'aigua ve per captació de pous i pel transvasament de l'Ebre, i cap de les dues aportacions porta nitrats. Hi ha un altre pou que no està tractat i alimenta una part de la xarxa que és exclusiva per a reg de les zones verdes del poble.
Reus	Amb els pous excessivament contaminats realitzen el següent: <ul style="list-style-type: none"> • Dos pous propis (City I i II) propers al parc de la neteja de la via pública de Reus es van habilitar perquè els camions usessin aquesta aigua durant el dia a dia. Aquests pous també s'utilitzen per a carregar uns dipòsits d'aigua que necessiten per netejar uns dipòsits anomenats Anti-DSU, que serveixen per a recollir les primeres aigües més contaminades en cas de pluja, i així poder-les tractar a l'EDAR i disminuir els abocament al medi. • En el Tecnoparc es capten les aigües subterrànies contaminades i es tracten mitjançant uns filtres de sorra i es distribueix per a reg de les zones verdes i arbrat d'aquest sector. En aquesta zona també poden carregar els camions de neteja. • Dos pous propis dins de les instal·lacions d'explotació d'Aigües de Reus també s'utilitzen per a la càrrega de les cubes de neteja de la xarxa de clavegueram de la ciutat.
Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant	Dins del municipi hi ha 5 pobles. Els tres pobles d'interior s'abasteixen completament per pous municipals, l'Almadrava s'abasteix només pel mini-transvasament i l'Hospitalet té un mix entre mini-transvasament i pous. Aquests pous són els d'abastament del poble i són d'aigua potable; les analítiques els surten correctes de nitrats.
Vinyols i els Arcs	L'ús d'aigües subterrànies es dona al reg de la nova urbanització Fontcoberta i les aigües de la font tenen nivells molt elevats de nitrats. S'ha executat un dipòsit soterrat per aquestes aigües i un equip de bombament per a la xarxa de reg. Però cal tenir en compte que per la crisi encara no s'ha pogut posar en funcionament la xarxa de reg. Encara no disposen de potència elèctrica.

Baix Empordà

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.3.

Taula 6.3. Municipis del Baix Empordà que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Albons	Les aigües més contaminades amb nitrats, que només es troben en determinats sectors del municipi, solen utilitzar-se per a reg de camps i no es barregen amb les de consum humà, que provenen d'una captació específica i tenen una concentració de nitrats entre 10 i 12 mg/l.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	Les seves captacions es mouen en nivells de nitrats entre 50/60 mg/l de mitjana. Per solucionar el problema, se subministra aigua d'una captació lliure de contaminació de nitrats i es barreja en el dipòsit general per tal de rebaixar-ne la concentració, de manera que sempre està per sota dels 50 mg/l que marca la llei.
Palamós	Tenen diferents pous amb diferents nivells de contaminació de nitrats. Disposen d'alguns pous els quals tenen una contaminació pròxima al valor paramètric màxim que s'utilitzen com a pous d'abastament d'aigua potable mitjançant la dilució amb altres fonts menys contaminades. Els pous més contaminats s'utilitzen per la neteja de la xarxa de clavegueram.
Sant Feliu de Guíxols	Només tenen alguns pous que fan servir per regar i netejar carrers i no presenten problemes per nitrats. Els pous que es fan servir per consum al municipi estan situats al riu Ridaura, als municipis de Santa Cristina i Castell d'Aro. Algun dels pous amb nivells relativament baixos de nitrat, només s'utilitzen en puntes d'estius molt secs amb molt de consum en què l'aigua que aporta el Consorci i l'aigua que s'aporta dels pous sense nitrats propers a la planta potabilitzadora no són suficients, aleshores s'ha arribat a fer dilució.
Verges	No tenen gaires problemes de nitrats i en general fan servir les aigües subterrànies profundes per consum domèstic, xarxa municipal i les més superficials per a reg dels horts i camps.
Vilopriu	Dels 6 pous que fan servir per al servei d'abastament d'aigua n'hi ha un que durant uns mesos a l'any queda afectat amb excés de nitrats. Quan veuen que això passa, ja que com a sabedors d'aquest tema, es preocupen de fer analítiques periòdiques, barregen l'aigua d'aquest pou amb la dels altres fins abaixar el nivell de nitrats al permès per la Llei.

Baix Penedès

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.4.

Taula 6.4. Municipis del Baix Penedès que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Banyeres del Penedès	Tots els pous que subministren actualment no estan contaminats, o la presència de nitrats està per sota del nivell màxim permès. A banda d'això aquesta aigua es barreja aproximadament en un 50% amb la provinent del Consorci d'Aigües de Tarragona, abans de passar a la xarxa. En el municipi sí que hi ha pous que estan clausurats per contaminació per nitrats i en algun cas per altres elements. D'aquests pous n'hi ha un que es manté en actiu únicament per dotar d'aigua una comunitat de regants però no pas per al consum de boca.
Llorenç del Penedès	A Llorenç del Penedès es troben en una zona on les aigües subterrànies tenen uns nivells de nitrats força elevats. La utilització que donen a aquestes aigües és la següent: - L'aigua d'un pou amb nivells de nitrats més elevat de 50 mg/l la barregen amb l'aigua d'altres pous que tenen nivells baixos de nitrats. El resultat és una aigua amb nivells de 18-20 mg/l de nitrats, apta pel consum humà. - També tenen un pou amb uns nivells molt alts de nitrats que usen per neteja de clavegueram. La ubicació del pou els impedeix aprofitar l'aigua per regar jardins ja que es troba molt allunyat del nucli urbà i faria falta una instal·lació molt costosa. No tenen neteja viària amb aigua ja que és un poble petit.

Garrotxa

Tal i com s'ha pogut comprovar amb l'estudi de l'evolució de la concentració mitjana de nitrats a la Garrotxa, aquesta comarca no ha superat el límit màxim establert per la legislació vigent en els últims deu anys.

És per això que quan s'ha preguntat als municipis d'aquesta comarca quins usos donaven a les aigües subterrànies contaminades per nitrats ens han respòs que la majoria d'abastaments públics dels municipis (excepte Montagut, Tortellà i Argelaguer), provenen d'aigües subterrànies i que, per les dades que tenen, no hi ha cap pou d'abastament públic de la comarca que superi els 50 mg/l de nitrats.

Maresme

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.5.

Taula 6.5. Municipis del Maresme que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Arenys de Munt	<p>Dilueixen l'aigua extreta dels 7 pous més contaminats amb l'aigua que els arriba de la xarxa del Consell Comarcal del Maresme (provinent de l'ETAP de Palafolls i la dessaladora de Blanes). El procés de dilució es fa conjuntament amb el procés de potabilització de l'aigua en les instal·lacions del Dipòsit Cornell. El volum d'aigua d'aquífer diluïda pot variar entre el 25% i el 40% al llarg de l'any.</p> <p>A més, l'aigua sense tractar de l'aquífer (no diluïda ni potabilitzada) es fa servir per a reg i neteja viària. En concret tenen un pou que es fa servir unes hores al dia per abastament i unes altres hores per a neteja viària, un altre pou que tan sols es fa servir per a reg i neteja viària i l'Ajuntament d'Arenys de Munt disposa de 2 pous més que es fan servir pels mateixos usos.</p>
Canet de Mar	<p>A Canet de Mar disposen de quatre captacions d'aigües subterrànies i degut a l'alta concentració de nitrats no les poden usar directament. No obstant, les barregen amb l'aigua que prové de l'ETAP de Palafolls, per aconseguir una dilució adequada i les usen per al consum humà. Es fan estrictes controls de qualitat de l'aigua, sobretot pel que fa als nitrats, per determinar en cada moment la dilució que s'ha de realitzar. Es realitza també un control exhaustiu per part de l'Agència de Salut Pública de Catalunya i de l'ACA.</p>
Mataró	<p>La majoria d'aigües amb excessos de nitrats es destinen a ús de boca, barrejant-les amb altres aportacions d'aigua amb nivells baixos de nitrats com són les procedents del Ter. Tot i així, Mataró disposa d'una xarxa de reg, segregada de la d'aigua potable, que es destina a usos de reg de jardineria i neteja de carrers, així com a algun ús lúdic/industrial puntual.</p>

Osona

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.6.

Taula 6.6. Municipis d'Osona que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Gurb	Les aigües subterrànies amb nitrats les utilitzen per regar l'enjardinament de la casa consistorial i els equipaments annexos, entre els quals hi ha els horts que l'ajuntament cedeix als veïns que ho sol·liciten. També puntualment es fan servir per fer algun reg dels arbres de la zona urbana, si les condicions meteorològiques estivals ho requereixen.
Tavèrnoles	A Tavèrnoles les aigües subterrànies contaminades per nitrats s'utilitzen per regar.
Torelló	Les aigües dels pous les utilitzen per a l'aigua de consum i en principi els valors obtinguts de nitrats són inferiors als 50 mg/l. No obstant, si en algun moment s'ha estat prop del límit, s'ha efectuat una barreja dels diferents orígens a efectes de mantenir-se dins dels límits permessos.

Segarra

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.7.

Taula 6.7. Municipis de la Segarra que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Estaràs	Només tenen nitrats en dues localitats del municipi que són els pobles d'Estaràs i Gàver, però barregen l'aigua amb l'aigua del canal d'Urgell, i així aconseguixen aigua amb una qualitat dins del paràmetres legals, i per tant apta pel consum.

Segrià

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.8.

Taula 6.8. Municipis del Segrià que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Gimenells i el Pla de la Font	Tenen algun pou d'aigües subterrànies que es fan servir en casos molt dispersos per regar alguna zona enjardinada. Els pagesos també aprofiten aquestes aigües per a reg de les finques.
Torrebaesses	No tenen cap pou amb subministrament d'aigua de boca. Els únics pous existents al terme serveixen per regar.

Urgell

Els municipis d'aquesta comarca que tenen aigües subterrànies contaminades per nitrats i en fan un ús sostenible són els presentats en la Taula 6.9.

Taula 6.9. Municipis de l'Urgell que usen de forma sostenible les aigües subterrànies contaminades per nitrats.

Municipi	Usos de les aigües subterrànies contaminades per nitrats
Vilagrassa	No hi ha cap pla d'actuació establerta i en funcionament per l'aprofitament de les aigües subterrànies contaminades per nitrats, tot i que és una possibilitat que s'ha plantejat per tal d'aprofitar un recurs propi per al reg de parcs i jardins.

7. CONCLUSIONS

Finalment en aquest capítol s'exposen les conclusions a què s'ha arribat en aquest treball:

- La concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies és força elevada en la majoria de comarques estudiades, tal i com s'observa en la Taula 7.1, ja presentada en l'apartat 5.2. Les comarques amb aigües subterrànies més contaminades per nitrats actualment són el Maresme (176,3 mg/l), Osona (75,6 mg/l), l'Alt Penedès (65,5 mg/l), la Segarra (57,8 mg/l), el Tarragonès (57,4 mg/l) i l'Urgell (57,4 mg/l), totes amb un nivell mitjà de nitrats superior al límit màxim segons la legislació vigent (50 mg/l). La comarca amb una contaminació per nitrats menor és el Baix Empordà, amb una concentració mitjana de nitrats de 25 mg/l.

Taula 7.1. Dades del valor mitjà de la concentració de nitrats a les comarques en estudi des de l'any 2003 al 2012.

Comarca	Nitrats (mg/l)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alt Penedès	19,5	44,5	25,0	52,6	22,4	27,7	34,1	51,8	66,3	65,5
Baix Camp	53,1	57,2	47,4	49,3	57,1	47,3	52,7	47,9	43,0	37,9
Baix Empordà	34,0	41,9	36,2	27,4	21,4	22,3	20,7	26,6	22,8	25,0
Baix Penedès	61,9	49,6	42,9	30,8	32,6	33,1	34,7	35,7	50,1	39,5
Garrotxa	28,4	32,5	41,1	29,3	28,4	28,5	25,6	26,2	23,5	
Maresme	89,9	97,5	106,4	129,5	136,5	84,9	102,5	106,7	103,8	176,3
Osona	80,4	73,9	94,7	59,3	57,4	73,5	84,4	84,4	84,7	75,6
Pla de l'Estany	46,4	56,5	42,5	53,2	44,0	37,4	44,5	44,6	42,7	44,7
Segarra	59,1	72,0	59,5	62,3	51,6	52,6	62,3	80,8	63,8	57,8
Segrià	76,8	64,9	41,9	59,2	47,1	36,0	77,7	46,1	40,2	49,5
Tarragonès	36,8	32,7	35,3	38,2	40,6	48,4	49,8	47,7	49,6	57,4
Urgell	50,9	81,7	68,1	67,8	74,3	53,3	76,4	80,5	72,9	57,4

- Tenint en compte l'evolució estudiada dels nitrats des de l'any 2003 fins el 2012, es pot concloure que de forma general només s'observa lleugera millora a les comarques del Baix Camp, Garrotxa i Baix Penedès, pel que fa a la contaminació de nitrats de les seves aigües subterrànies.

- Arrel de la conclusió anterior, sobre el fet que gairebé no s'observen millores en la contaminació de les aigües freàtiques per nitrats, atès que bona part del nitrat és en el sòl i en trànsit cap a l'aqüífer pel medi no saturat, les quantitats emmagatzemades són prou grans –i poc quantificades– perquè el contingut en nitrat pugui continuar augmentant encara que s'arribi a suprimir-ne la font que l'origina. És molt difícil assolir l'eliminació o notable disminució de les entrades de nitrats en un temps curt, ja que això comporta haver de prendre decisions socials fortes i que potser només es poden abordar en part.

- En l'estudi de la comarca d'Osona s'han utilitzat tant les dades dels punts de mostreig de l'ACA com les dades de les fonts provinents de l'arxiu del Laboratori Prat. Malgrat les diferències particulars entre aquests dos tipus de dades s'ha comprovat que de mitjana aquestes ens condueixen als mateixos resultats, tant pel que fa a la concentració de nitrats com pel que fa a la relació nitrats-conductivitat. Amb això podem concloure que, independentment de les dades analitzades s'arriba a uns resultats i conclusions que s'ajusten molt bé amb la situació real.

- Pel què fa a l'estudi de la incidència de diferents variables sobre la concentració de nitrats s'ha arribat a les següents conclusions:

- Conductivitat: s'ha observat que la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies era més característica de llocs amb aigües subterrànies més mineralitzades.

A més s'ha constatat que les aigües freàtiques de la zona en estudi estan molt mineralitzades, amb una conductivitat mitjana de més o menys 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ al llarg dels últims 10 anys, segons estableix Jean Rodier en les pàgines 1240-1241 del llibre "Anàlisi del agua" Ed .Omega. 9^a edició.

- Pluviometria: s'ha observat que la concentració de nitrats a les aigües subterrànies d'una comarca augmenta (o disminueix) quan l'any anterior aquesta ha tingut un règim pluviomètric alt (o baix). Per tant, es tracta de dues variables directament proporcionals.
- SAU (superfície agrària útil): en general s'ha observat que les comarques amb una SAU (terres llaurades i pastures permanents) més extensa són les que tenen una concentració mitjana de nitrats a les seves aigües subterrànies més elevada, i viceversa. Per tant, es tracta de dues variables directament proporcionals.
- Explotacions agràries: en la majoria de casos estudiats s'ha observat que les comarques amb un major nombre d'explotacions agràries són les que tenen una concentració mitjana de nitrats a les aigües subterrànies més elevada, i a la inversa. Per tant, es tracta també de dues variables directament proporcionals.
- Caps de bestiar boví i porcí: en la gran majoria de les comarques estudiades s'ha observat que les comarques amb un major nombre de caps de bestiar boví són aquelles que tenen una contaminació per nitrats de les aigües subterrànies més elevada, i viceversa. En el cas de bestiar porcí s'ha observat un comportament molt similar. Per tant, es pot concloure que tant el nombre de caps de bestiar boví com de porcí incideixen sobre la concentració de nitrats i es tracta de variables directament proporcionals.
- En l'estudi de la incidència de diferents variables sobre la concentració de nitrats s'ha vist que hi ha comarques (com ara el Maresme) on aquestes variables no incideixen en la contaminació de nitrats. D'això es pot concloure que a més de les variables estudiades hi ha altres factors que afecten a la concentració de nitrats.

- En l'estudi de la situació del Maresme s'ha observat que les variables SAU, explotacions agràries i bestiar boví i porcí no incideixen en la contaminació per nitrats en aquesta comarca, que és la més contaminada de les estudiades. Per tant, la contaminació de les aigües subterrànies no sempre és deguda a la fertilització amb purins com moltes vegades es pensa, sinó que hi ha comarques amb una ramaderia molt reduïda i unes concentracions mitjanes de nitrats molt elevades. Tal i com s'ha apuntat, aquests nivells tan elevats de nitrats poden ser deguts a l'agricultura intensiva de la zona, amb un ús abusiu d'adobs (que no són purins) i tractaments fitosanitaris.
- Hi ha una quantitat d'aigües subterrànies contaminades per nitrats molt elevada i a escala mundial. Es tracta d'un recurs molt valuós que s'ha de protegir, cuidar i aprofitar mitjançant finalitats diferents a la del consum humà.
- Tal i com queda palès en el capítol 6, existeix una conscienciació real sobre la importància de les aigües subterrànies i hi ha municipis que tot i que les tenen contaminades per nitrats en fan un ús sostenible i les aprofiten. Alguns dels diferents usos que donen els municipis a les aigües contaminades són:
 - Reg de parcs, jardins, horts i camps.
 - Barreja amb l'aigua de la xarxa per reduir la concentració de nitrats i poder-la usar per a l'abastament.
 - Neteja viària i del clavegueram.
- Només en un municipi dels estudiats, Les Borges del Camp al Baix Camp, la seva potabilitzadora utilitza un mètode d'eliminació de nitrats, la desnitrificació biològica.
- No obstant, encara que hi ha municipis que usen les aigües freàtiques contaminades per nitrats per diferents coses, cal destacar que també s'ha rebut resposta de diferents municipis afirmant que no utilitzen les aigües subterrànies, ja siguin contaminades per nitrats o no. Per tant, caldria emfatitzar la importància d'aquests recursos naturals, la importància de cuidar-los, mantenir-los descontaminats i d'utilitzar-los de forma sostenible.

- Aquest TFC és un inici d'un estudi que permet que hi hagi continuïtat per comprendre la situació de les altres àrees restants del territori català.

8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Bibliografia

EVERY, AA. "Infantile methemoglobinemia: reexamining the role of drinking water nitrates". *Environ Health Perspect.* 1999;107:583–586.

CANTER, L. (1997). *Manual de evaluación del impacto ambiental*. Nova York: McGraw Hill.

CATALÁN LAFUENTE, J. (1969). *Química del agua*. Barcelona: Editorial Blume.

DAGAN, R.; ZALTZSTEIN, E.; GORODISCHER R. "Methemoglobinemia in young infants with diarrhoea". *Eur J Pediatr.* 1988;147:87–89.

DE MIGUEL-FERNÁNDEZ, Constantino; VÁZQUEZ-TASET, Yaniel Misael (2006). "Origen de los nitratos (NO₃) y nitritos (NO₂) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas", *Minería y Geología* núm.3, p. 1-9.

ESCUADERO, Joan; CARDONA, Eva; MIEHÉ, Aude (2009). *Bones pràctiques agràries per a la prevenció del risc de nitrats*. Departament d'Economia i Medi Ambient, Consell Insular de Menorca. Enllaç web:
<http://www.biosferamenorca.org/WebEditor/Pagines/file/GRINMED.pdf>

FEWTRELL, L. "Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion". *Environ Health Perspect.* 2004;112:1371–1374. doi: 10.1289/ehp.7216.

GRAY, N.F. (1997). *Calidad del agua potable: problemas y soluciones*. Chile: Ed. Acribia.

GRUP DE DEFENSA DEL TER (2005). *Les fonts que tenim. Osona i el Lluçanès*. Vic: GDT/ Eumo Editorial.

JOFRE, Joan; LUCENA, Francisco; MATIA, Lleonard; RIBAS, Ferran (2003). *La qualitat de l'aigua de consum humà a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans (IEC).

LARIOS, Luis (2008). "Metahemoglobinemia en lactantes por ingestión de agua subterránea", *Artículos originales*, p. 1-7.

MIÑANA, Vitoria (2002). "Agua de bebida en la infancia", *XVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria*, p. 61-68.

MIÑANA, Vitoria (2009). "Agua de bebida en el niño. Recomendaciones prácticas", *Acta pediátrica* núm. 67(6), p.255-266.

NIÑEROLA, J.M.; IGLESIAS, M.; FRAILE J.; FLORÍA E.; GARRIDO T. "Evolució i estat de les aigües subterrànies de Catalunya a conseqüència de la contaminació per nitrats". Agència Catalana de l'Aigua. Enllaç web: <http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/agenda/nitrats.pdf>

OMS (2003). "Nitrate and nitrite in drinking-water", *Guías de Calidad del agua potable, 3a edición, volumen 1. Recomendaciones*. Organización Mundial de la Salud.

OLIVERAS, Julita; PRAT, Fortià; TORRESCASANA, Eva (2010). "Evolució dels nitrats analitzats a l'aigua de 30 fonts situades a tres àrees geogràfiques de la comarca d'Osona". Enllaç web: <http://www.raco.cat/index.php/Ausa/article/download/252697/339371>

POCH, Manuel (1999). *Les Qualitats de l'aigua*. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient. Barcelona: Rubes Editorial.

PRAT, Fortià (1999). “Qualitat de les aigües subterrànies de la comarca d’Osona”, *Beca col·legial 98-99*. Enllaç web:

<http://mon.uvic.cat/tlc/files/2012/06/nitrats-osona-beca-1999.pdf>

PRAT, Fortià; OLIVERAS, Julita; TORRESCASANA, Eva (2012). “Evolució dels nitrats analitzats a l’aigua de 87 fonts situades a 28 municipis de la comarca d’Osona”. Enllaç web: <http://www.raco.cat/index.php/Ausa/article/view/252697>

PRICE, Michael (2003). *Agua subterránea*. México: Limusa: Noriega Editores.

RODIER, Jean (2009). “Análisis del agua”. Barcelona: Omega.

TEBBUT, T.H.Y. (1990). *Fundamentos de control de la calidad del agua*. México: Limusa: Noriega Editores.

WHO (1958). “International Standards for Drinking-Water”. Geneva: World Health Organization.

WHO (1985). “Health Hazards from Nitrates in Drinking Water”. Report on a WHO Meeting. Copenhagen, 5–9 March 1984. Geneva: World Health Organization.

WHO (1996). “Guidelines for Drinking-Water Quality”. 2nd ed. Vol 2: Health Criteria and Other Supporting Information. Geneva: World Health Organization.

WHO (2002). “World Health Report 2002”. Geneva: World Health Organization.

Enllaços web

- <http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca/> [Consulta: 05/02/2013]
- <http://media.camins.upc.edu/node/62> [Consulta: 06/02/2013]
- <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html#global>
[Consulta: 06/02/2013]
- <http://www.desenvolupamentsostenible.org> [Consulta: 08/02/2013]
- <http://innovayemprendealimentos.blogspot.com.es/2011/01/nitritos-nitratos-y-nitrosaminas.html> [Consulta: 10/02/2013]
- <http://salutambiental.caib.es> [Consulta: 15/02/2013]
- <http://www20.gencat.cat/portal/site/canalsalut> [Consulta: 15/02/2013]
- <http://www.encyclopedia.com/topic/Denitrification.aspx> [Consulta: 18/02/2013]
- <http://www.extension.iastate.edu/ilf/page/faqs-about-water-and-agricultural-practices> [Consulta: 27/02/2012]
- <http://www.miliarium.com/proyectos/nitratos/Nitrato/CicloNitrogeno.asp>
[Consulta: 07/03/2013]
- <http://fate-gis.jrc.ec.europa.eu/geohub/MapView.aspx?id=2> [Consulta: 09/03/2013. Zones vulnerables a Europa]
- <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/nitrate-vulnerable-zones-eu>
[Consulta: 10/03/2013]
- <http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/protegidas/nitratos.jsp>
[Consulta: 11/03/2013. Zones vulnerables a Espanya]
- <http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR/menuitem.5fbcc9934b5f463053b88e10b031e1a0/?vgnnextoid=397a0a9c5581b310VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=397a0a9c5581b310VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default> [Consulta: 12/03/2013. Zones vulnerables a Catalunya]
- <http://extension.missouri.edu/publications/DisplayPub.aspx?P=WQ256>
[Consulta: 13/03/2013]
- <http://aguas.igme.es/igme/publica/lib2.htm> [Consulta: 17/03/2013]
- <http://www.ksre.ksu.edu/waterquality/nitrogen%20pub.pdf> [Consulta: 19/03/2013]
- <http://libres.uncg.edu/ir/uncw/f/golembeskir2004-1.pdf> [Consulta: 19/03/2013]

- http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html [Consulta: 22/03/2013]
- <http://quimicalibre.com/nitrogeno/> [Consulta: 27/03/2013]
- http://www.dowagro.com/usag/nitrogen_stabilizers/ [Consulta: 28/03/2013]
- <http://www.ruralcat.net/web/guest/fert.bones#a01> [Consulta: 02/04/2013]
- <http://www.agua2013.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-por-nitratos-y-tecnicas-para-su-tratamiento> [Consulta: 07/04/2013]
- <http://cidbimena.desastres.hn/docum/Infografias/permafrost2/permafrost2.swf> [Consulta: 11/04/2013]
- <http://www.xtec.cat/~alopez/hidrosfera/> [Consulta: 11/04/2013]
- http://www.unad.edu.co/fac_ingenieria/pages/Microbiologia_mutimedia/4_2ciclo_sbiogeoquimicos.htm [Consulta: 12/04/2013]
- <http://berosus.org/naturals/pdf/microbiologia.pdf> [Consulta: 14/04/2013]
- <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/default.aspx> [Consulta: 16/04/2013]
- <http://sig.magrama.es/recursossub/> [Consulta: 16/04/2013]
- http://servicios2.magrama.es/sia/indicadores/ind/ficha.jsp?cod_indicador=32&factor=estado [Consulta: 16/04/2013]
- <http://www.ldescat.cat/pub/?id=aec&n=46> [Consulta: 25/04/2013]
- <http://www.reopure.com/nitrainfo.html> [Consulta: 02/05/2013]

Efectes dels nitrats en la salut humana

- http://www.pacinst.org/reports/nitrate_contamination/
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247562/>
- <http://circ.ahajournals.org/content/117/16/2151.full>

Contaminació d'aigües per nitrats

- <http://aca-web.gencat.cat/sdim/visor.do>
- <http://www20.gencat.cat/docs/economia/Documents/Articles/Arxiu/utilitzaciodelsaiguessubterràniesacatalunyairecuperaciodelaquifersaspectesba.pdf>
- www.tinet.cat/portal/sheet-showold.do?sheet=25333

Normativa

- Directiva 75/440/CEE, de 16 de juny de 1975 , relativa a la qualitat requerida per les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable en els Estats membres.
- Directiva 79/869/CEE, de 9 d'octubre de 1979, relativa als mètodes de mesura i a la freqüència dels mostrejos i de l'anàlisi de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable en els Estats membres
- Directiva 80/778/CEE, de 15 de juliol de 1980, relativa a la qualitat de les aigües destinades al consum humà.
- Directiva Nitrats: Directiva 91/676/CEE, de 12 de desembre de 1991, relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats procedents de fonts agràries.
http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/04_manual_directiva_91_6_76_cee_tcm7-28960.pdf
- Reial Decret 261/1996, de 16 de febrer, sobre protecció de les aigües contra la contaminació produïda pels nitrats procedents de fonts agràries.
http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd261-1996.html
- Decret 283/1998, de 21 d'octubre, de designació de les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries.
<http://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/2760/122578.pdf>
- Decret 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic.
http://www20.gencat.cat/docs/Joventut/Documents/Arxiu/Lleure/Decret95_2000.pdf

- Directiva marc de l'aigua (DMA): Directiva 2000/60/CE del Parlament europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües.

<http://www.boe.es/doue/2000/327/L00001-00073.pdf>

- Llei d'Aigües: Reial Decret legislatiu 1/2001, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei d'aigües.

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rdleg1-2001.html

- Reial Decret 140/2003, de 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà.

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd140-2003.html

- Decret 476/2004, de 28 de desembre, pel qual es designen noves zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries.

<http://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/4292/397929.pdf>

- Directiva 2006/118/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 12 de desembre de 2006, relativa a la protecció de les aigües subterrànies contra la contaminació i el deteriorament.

<http://www.boe.es/doue/2006/372/L00019-00031.pdf>

- ACORD GOV/128/2009, de 28 de juliol, de revisió i designació de noves zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries.

<http://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/5435/955487.pdf>

- Decret 136/2009, d'1 de setembre, d'aprovació del programa d'actuació aplicable a les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats que procedeixen de fonts agràries i de gestió de les dejeccions ramaderes.

http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ca-d136-2009.html

- Reial Decret 1514/2009, de 2 d'octubre, pel qual es regula la protecció de les aigües subterrànies contra la contaminació i el deteriorament.

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd1514-2009.html

9. ANNEXOS

9.1. Carta Europea de l'aigua

CARTA EUROPEA DE L'AIGUA. Consell d'Europa – Estrasburg 1968.

Primer.- No hi ha vida sense aigua; l'aigua és un bé preciós indispensable a tota activitat humana.

Segon.- Les fonts d'aigua dolça no són inesgotables; és indispensable preservar-les, controlar-les i si pot ser, augmentar-les.

Tercer.- Alterar la qualitat de l'aigua és perjudicar la vida de l'home i la dels ésser que en depenen.

Quart.- La qualitat de l'aigua ha de ser l'adequada a les exigències de la salut pública i a les previstes necessitats d'utilització.

Cinquè.- L'aigua usada ha de tornar a l'ambient natural sense comprometre l'ús posterior, sigui públic o privat.

Sisè.- Mantenir una vida vegetal apropiada, preferentment forestal, és essencial per a la conservació dels recursos d'aigua.

Setè.- Hem de fer un inventari dels recursos d'aigua.

Vuitè.- S'han de fer els corresponents plans per les autoritats.

Novè.- La custòdia de l'aigua implica un esforç important, de recerca científica, de formació d' especialistes i d' informació pública.

Desè.- L'aigua és un patrimoni comú, el valor de la qual, tots hem de conèixer i reconèixer. Tothom ha d' economitza-la i usar-la amb cura.

Onzè.- Les fronteres polítiques o administratives no han de constrènyer la gestió dels recursos d' aigua, que tenen la conca com a marc natural.

Dotzè.- L'aigua no té fronteres; és un recurs comú que necessita una cooperació internacional.

9.2. Legislació vigent d'aigua de consum humà: RD 140/2003

La legislació vigent que regula la qualitat que ha de tenir l'aigua de beguda és el RD 140/2003, de 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà.

En l'annex I d'aquest RD s'estableixen els paràmetres i valors paramètrics de l'aigua de consum, tal i com es mostra a continuació:

ANEXO I

Parámetros y valores paramétricos

A. *Parámetros microbiológicos*

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
1. Escherichia coli	0 UFC en 100 ml	
2. Enterococo	0 UFC en 100 ml	
3. Clostridium perfringens (incluidas las esporas) ..	0 UFC en 100 ml	1 y 2

Notas:

(1) Cuando la determinación sea positiva y exista una turbidez mayor 5 UNF se determinarán, en la salida de ETAP o depósito, si la autoridad sanitaria lo considera oportuno, «Cryptosporidium» u otros microorganismos o parásitos.

(2) Hasta el 1 de enero de 2004 se podrá determinar «Clostridium» sulfito reductor en vez de «Clostridium perfringens». Las condiciones descritas en la nota 1 y el valor paramétrico serán los mismos para ambos.

B.1 *Paràmetres químics*

Paràmetre	Valor paramètric	Notes
4. Antimonio	5,0 µg/l	1
Hasta el 31/12/2003 ...	10,0 µg/l	
5. Arsénico	10 µg/l	
Hasta el 31/12/2003 ...	50 µg/l	
6. Benceno	1,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003 ...	— µg/l	
7. Benzo(α)pireno	0,010 µg/l	
8. Boro	1,0 mg/l	
9. Bromato:		
A partir de 01/01/2009	10 µg/l	
De 01/01/2004 a		
31/12/2008	25 µg/l	
Hasta el 31/12/2003 ...	— µg/l	
10. Cadmio	5,0 µg/l	
11. Cianuro	50 µg/l	
12. Cobre	2,0 mg/l	
13. Cromo	50 µg/l	
14. 1,2-Dicloroetano	3,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003 ...	— µg/l	
15. Fluoruro	1,5 mg/l	
16. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA) ...	0,10 µg/l	
Suma de:		
Benzo(b)fluoranteno	µg/l	
Benzo(ghi)perileno	µg/l	
Benzo(k)fluoranteno	µg/l	
Indeno(1,2,3-cd)pireno ..	µg/l	
17. Mercurio	1,0 µg/l	2
18. Microcistina	1 µg/l	
Hasta el 31/12/2003 ...	— µg/l	
19. Níquel	20 µg/l	
Hasta el 31/12/2003 ...	50 µg/l	

20.	Nitrato	50	mg/l	3
21.	Nitritos:			3 y 4
	Red de distribución	0,5	mg/l	
	En la salida de la ETAP/depósito	0,1	mg/l	
22.	Total de plaguicidas.....	0,50	µg/l	5 y 6
23.	Plaguicida individual	0,10	µg/l	6
	Excepto para los casos de:			
	Aldrin	0,03	µg/l	
	Dieldrin	0,03	µg/l	
	Heptacloro	0,03	µg/l	
	Heptacloro epóxido	0,03	µg/l	
24.	Plomo:			
	A partir de 01/01/2014	10	µg/l	
	De 01/01/2004 a 31/12/2013	25	µg/l	
	Hasta el 31/12/2003 ...	50	µg/l	

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
25. Selenio	10	µg/l
26. Trihalometanos (THMs): Suma de:		7 y 8
A partir de 01/01/2009	100	µg/l
De 01/01/2004 a 31/12/2008	150	µg/l
Hasta el 31/12/2003 ...	—	µg/l
Bromodiclorometano ...		µg/l
Bromoformo		µg/l
Cloroformo		µg/l
Dibromoclorometano ...		µg/l
27. Tricloroetano + Tetraclo- roetano	10	µg/l
Hasta el 31/12/2003 ...	—	µg/l
Tetracloroetano		µg/l
Tricloroetano		µg/l

Notas:

(1) Se determinará cuando se utilice el ozono en el tratamiento de potabilización y se determinará al menos a la salida de la ETAP.

(2) Sólo se determinará cuando exista sospecha de eutrofización en el agua de la captación, se realizará determinación de microcistina a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

(3) Se cumplirá la condición de que $[\text{nitrato}]/50 + [\text{nitrato}]/3 < 1$. Donde los corchetes significan concentraciones en mg/l para el nitrato (NO_3) y para el nitrato (NO_2).

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) Suma de todos los plaguicidas definidos en el apartado 10 del artículo 2 que se sospeche puedan estar presentes en el agua.

(6) Las comunidades autónomas velarán para que se adopten las medidas necesarias para poner a disposición de la autoridad sanitaria y de los gestores del abastecimiento el listado de plaguicidas fitosanitarios utilizados mayoritariamente en cada una de las campañas contra plagas del campo y que puedan estar presentes en los recursos hídricos susceptibles de ser utilizados para la producción de agua de consumo humano.

(7) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización.

Si se utiliza el dióxido de cloro, se determinarán cloritos a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

(8) En los casos de que los niveles estén por encima del valor paramétrico, se determinarán: 2,4,6-triclorofenol u otros subproductos de la desinfección a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

B.2 Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
28. Acrilamida.....	0,10 µg/l	1
29. Epiclorhidrina	0,10 µg/l	1
30. Cloruro de vinilo	0,50 µg/l	1

Nota:

(1) Estos valores paramétricos corresponden a la concentración monomérica residual en el agua, calculada con arreglo a las características de la migración máxima del polímero correspondiente en contacto con el agua.

La empresa que comercialice estos productos presentará a los gestores del abastecimiento y a los instaladores de las instalaciones interiores la documentación que acredite la migración máxima del producto comercial en contacto con el agua de consumo utilizado según las especificaciones de uso del fabricante.

C. Parámetros indicadores

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
31. Bacterias coliformes	0 UFC	En 100 ml	
32. Recuento de colonias a 22 °C			
A la salida de ETAP	100 UFC	En 1 ml	
En red de distribución	Sin cambios anómalos		
33. Aluminio	200	µg/l	
34. Amonio	0,50	mg/l	
35. Carbono orgánico total	Sin cambios anómalos	mg/l	1
36. Cloro combinado residual	2,0	mg/l	2, 3 y 4
37. Cloro libre residual	1,0	mg/l	2 y 3
38. Cloruro	250	mg/l	
39. Color	15	mg/l Pt/Co	
40. Conductividad	2.500	µS/cm ¹ a 20 °C	5
41. Hierro	200	µg/l	
42. Manganeseo	50	µg/l	
43. Olor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
44. Oxidabilidad	5,0	mg O ₂ /l	1
45. pH:			5 y 6
Valor paramétrico mínimo	6,5	Unidades de pH	
Valor paramétrico máximo	9,5	Unidades de pH	
46. Sabor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
47. Sodio	200	mg/l	

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
48. Sulfato	250	mg/l	
49. Turbidez:			
A la salida de ETAP y/o depósito	1	UNF	
En red de distribución	5	UNF	

Notas:

(1) En abastecimientos mayores de 10.000 m³ de agua distribuida por día se determinará carbono orgánico total, en el resto de los casos, oxidabilidad.

(2) Los valores paramétricos se refieren a niveles en red de distribución. La determinación de estos parámetros se podrá realizar también «in situ».

En el caso de la industria alimentaria, este parámetro no se contemplará en el agua de proceso.

(3) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización.

Si se utiliza el dióxido de cloro se determinarán cloritos a la salida de la ETAP.

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) El agua en ningún momento podrá ser ni agresiva ni incrustante. El resultado de calcular el Índice de Langelier debería estar comprendido entre +/– 0,5.

(6) Para la industria alimentaria, el valor mínimo podrá reducirse a 4,5 unidades de pH.

D. Radiactividad

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
50. Dosis indicativa total	0,10 mSv/año	1
51. Tritio	100 Bq/l	
52. Actividad α total	0,1 Bq/l	
53. Actividad β total	1 Bq/l	2

Notas:

(1) Excluidos el tritio, el potasio⁴⁰, el radón y los productos de desintegración del radón.

(2) Excluidos el potasio⁴⁰ y el tritio.