

## EVOLUCIÓ DELS NITRATS ANALITZATS A L'AIGUA DE 87 FONTS SITUADES EN 28 MUNICIPIS DE LA COMARCA D'OSONA

FORTIÀ PRAT / JULITA OLIVERAS / EVA TORRESCASANA  
Universitat de Vic

*Analysis of nitrates from 87 natural springs located in 28 municipalities of Osona  
(the Osona region)*

La comarca d'Osona ha disposat sempre d'aigua abundant i de bona qualitat, però en els darrers anys s'ha observat un increment del contingut de nitrats a les aigües subterrànies. Des de 1988 i fins a l'actualitat es mostra puntualment l'aigua d'algunes fonts i se n'analitzen els nitrats. En aquest estudi s'analitza l'evolució del contingut de nitrats i com ha afectat a la mineralització de l'aigua d'aquestes fonts i en quin estat es troben actualment. La legislació actual (RD 140/2003) considera que valors de nitrats a l'aigua de consum superiors a 50 mg/l poden provocar problemes de salut pública.

**Paraules clau:** font, aigua, nitrats, conductivitat elèctrica, pluviometria, altitud, Osona.

*The Osona region has always enjoyed abundant and good quality water, but in recent years an increase has been observed in the nitrate content of groundwater. Nitrates have been analysed in samples taken sporadically from a number of springs in Osona from 1988 to the present day. Based on this data, this study analyzes how nitrate content has evolved in relation to pluviometry and how it has affected the mineralization of water from these springs, as well as the current status of the springs. Present legislation (RD 140/2003) limits nitrates in drinking water to 50 mg/l as higher concentrations can cause public health problems.*

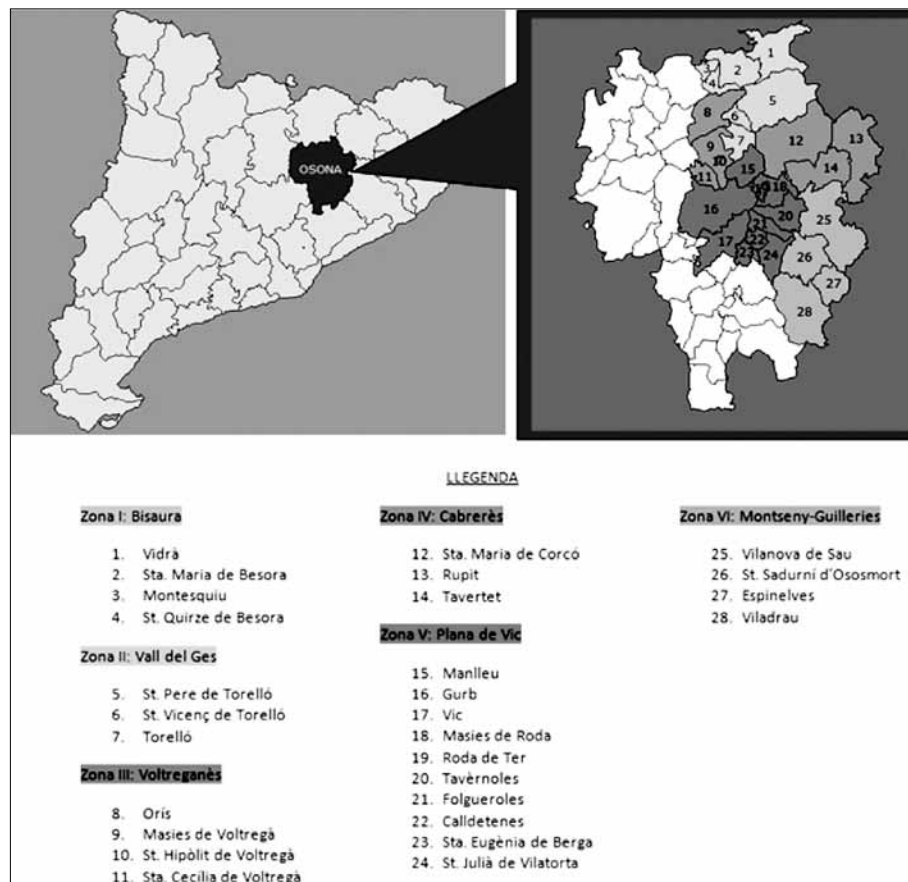
**Keywords:** spring, water, nitrates, electrical conductivity, pluviometry, altitude, Osona.

## 1. Introducció

### 1.1. Zona en estudi

La comarca d'Osona s'emplaça a l'extrem nord-oriental de la Depressió Central Catalana, entre el Prepirineu i la serralada Prelitoral. Fa 1.265 quilòmetres quadrats, constituïts per una estructura acassolada, la plana de Vic, conseqüència de l'erosió fluvial, envoltada d'altiplans i muntanyes: el Moianès i el Lluçanès, a la mateixa Depressió Central; el Bisaura i el Vidranès, al Prepirineu; el Collsacabra, al Sistema Transversal, i les Guilleries i el Montseny, a la Serralada Prelitoral.

Osona (Mapa 1), de tradició agrícola i ramadera, ha disposat sempre d'aigua abundant i de bona qualitat. En els darrers anys, a més de la seva composició natural, en alguns casos s'hi han d'afegir tot el ventall de productes i substàncies procedents de l'anomenada contaminació antròpica, és a dir, els compostos procedents de les activitats econòmiques (ramaderes, agrícoles, industrials, de serveis i domèstiques) un exemple n'és l'increment del contingut de nitrats a les aigües subterrànies.



Mapa 1: Situació de la comarca d'Osona a Catalunya i de les zones en estudi.

Les aigües de les fonts són consumides habitualment per un gran nombre de persones, i més en aquests temps de crisi (fotografia 1), però la contaminació per nitrats que pateixen ha provocat que moltes d'elles hagin quedat en desús, ja que el fet de no poder fer ús de la seva aigua va provocant una pèrdua d'aquest recurs, fent que algunes s'oblidin, altres s'abandonin o s'assequin i algunes quedin tacades (a causa de les construccions que es fan per millorar infraestructures). No sabem fins a quin punt s'ha de permetre que això passi, ja que provoca la pèrdua d'aquest espai natural amb uns ecosistemes únics i poc estudiats, d'interès històric, arquitectònic, llegendari, biològic i fins i tot artístic.

Ja que de ben segur que ens costaria trobar una persona que no sigui capaç de realitzar un senzill exercici d'introspecció i recordar, encara que sigui vagament, alguna visita o excursió a alguna font. Potser serà incapaç de recordar-ne el nom,



Fotografia 1: Les Set Fonts de Sant Julià de Vilatorca (font: Albert Llimós, octubre 2011).



Fotografia 2: Font Trobada de Folgueroles (font: Albert Llimós, octubre 2011).

o bé on era situada, però deu retenir la imatge d'un indret on l'havien dut els pares, els mestres o els amics (...) (Pallisé, 2006). En casos puntuals, la «solució» que es troba a la contaminació de l'aigua d'algunes fonts, com és el cas de la Font Trobada de Folgueroles (fotografia 2), és posar una aixeta al costat de la font de la qual raga aigua de la xarxa; d'aquesta manera s'ha «resolt» el problema, de manera que, quan les persones van a la font, poden beure aigua apta per al consum humà. Cal dir que en aquesta font hi ha un cartell que indica clarament quina aigua és apta i quina no, i també es descriu l'origen de l'aigua que és de xarxa.

### 1.2. Origen dels nitrats i efectes

Els nitrats són uns compostos químics que poden estar presents a les aigües subterrànies bé com a resultat de la dissolució de roques que els continguin, cosa que succeeix rarament, bé per oxidació bacteriana de la matèria orgànica. La seva concentració en aigües subterrànies no contaminades rarament excedeix els 10 mg/l.

L'origen dels nitrats a les aigües subterrànies no sempre és clar. Aquests són relativament estables però poden ser fixats pel terreny o ser reduïts a nitrogen o

amoni en ambients reductors. Sovint valors >50 mg/l de nitrats són indicadors de contaminació (De Miguel-Fernández, 2006).

Una aigua es considera contaminada quan la seva composició o el seu estat és directament o indirectament modificat per l'activitat antropogènica amb la incorporació puntual o contínua de substàncies que no li són pròpies, de tal manera que es veuen restringits els usos pels quals podria servir en un estat natural. Els possibles orígens de la contaminació de l'aigua per nitrats poden ser diversos: 1) per la utilització excessiva o l'aplicació incorrecta d'adobs nitrogenats, ja de caràcter natural per adob amb purins o fems de porc, com també per adobs i fertilitzants de compra, 2) per abocaments incontrolats de dejeccions ramaderes, 3) en determinades situacions en què les aigües residuals són vessades directament a un curs fluvial, fet que pot provocar que es contamiï el riu i a la vegada es poden contaminar els aqüífers pròxims, 4) a causa d'abocaments procedents d'indústries que treballin amb grans volums de clorur amònic i d'altres compostos nitrogenats, 5) altres factors (Prat, 1999).

La toxicitat dels nitrats en l'ésser humà s'atribueix principalment a la seva reducció a nitrit. El major efecte biològic del nitrit és l'oxidació de l'hemoglobina normal a metahemoglobina, la qual és incapaç de transportar oxigen als teixits. Aquesta disminució en el transport de l'oxigen es manifesta clínicament quan la concentració de metahemoglobina suposa un 10% o més respecte a la concentració d'hemoglobina. Aquest efecte, anomenat metahemoglobinèmia, produeix cianosi amb hipòxia tissular. La xifra normal de metahemoglobina en l'ésser humà és de menys del 2%, però en lactants menors de 3 mesos aquesta xifra és inferior al 3% (Miñana, 2002).

L'hemoglobina dels lactants és més susceptible a la formació de metahemoglobina que la dels nens o adults. Aquesta major susceptibilitat es creu que és deguda a la major proporció d'hemoglobina fetal present en sang, la qual és més fàcilment oxidada a metahemoglobina. A més, hi ha una deficiència de la metahemoglobina reductasa, un enzim que seria capaç de reduir de nou la metahemoglobina a hemoglobina. El resultat d'això és que una mateixa dosi de nitrit produeix una major formació de metahemoglobina en els lactants. A més, tenen una major capacitat de reducció del nitrat a nitrit perquè el conducte gastrointestinal del lactant té un pH gàstric major de 4,0, i presència de bacteris reductors de nitrat a la part superior del tracte digestiu (Miñana, 2009).

Freqüentment, el quadre clínic de la metahemoglobinèmia es caracteritza per cianosi; quan la xifra de metahemoglobina arriba d'un 20 a un 30% s'acompanya de diarrees, taquicàrdia, cefalea, fatiga, lipotímies, nàusees, anorèxia i vòmits; quan aquesta xifra es troba entre el 55 i el 60% produeix aixafament i estupor, i concentracions majors del 70% són mortals (Larios, 2008). Per això és important que la preparació de biberons per a nadons que no reben alletament matern es realitzi amb aigua que presenti valors de nitrats com més reduïts millor. Cal recordar que l'OMS ha establert que l'aigua presenti nitrats amb el valor paramètric de 50 mg/l, i es recomana que en lactants aquest valor sigui <25 mg/l.

Des de la *Guia de Salud Materno-Neonatal*, 1999 (Miñana, 2002) es recomana que es preparés el biberó amb aigua potable sempre bullida (uns 10 minuts)

i a una temperatura ambient. Però l'ebullició de l'aigua potable durant 10 minuts augmenta la concentració de sodi unes 2,5 vegades, cosa que fa que la reconstitució de les fórmules d'inici superin el límit superior de sodi permès establert per preservar el ronyó del lactant d'una càrrega renal de soluts excessiva, i a més es multiplica per 2,4 la concentració de nitrats, de manera que aigua potable amb 23 mg/l de nitrats (xifra inferior al valor guia), en bullir-se superaria els 50 mg/l (valor màxim tolerable), de manera que hi hauria un risc addicional de metahemoglobinèmia. Això s'explica perquè quan fem bullir l'aigua una part d'aquesta s'evapora i els soluts queden més concentrats. Per tant, realment necessitem fer bullir l'aigua potable per preparar els biberons?, la resposta ha de raonar-se en funció de la desinfecció de l'aigua potable. El tractament desinfectant amb clor ja redueix a un 99,9% el risc d'infecció per *Escherichia coli* i Rotavirus, hepatitis A i poliovirus tipus 1. Però la dosi de clor hauria de ser 150 vegades superior per inactivar cists i oocists. Tot i que es poden utilitzar filtres, segons el Centers for Disease Control and Prevention of U.S. Department of Health and Human Services, l'ebullició de l'aigua potable durant un minut asseguraria la inactivació de protozoos, bacteris i virus. En aquest mateix sentit, l'OMS recomana bullir l'aigua durant un minut (des que comença a bullir a la superfície) i afegir-hi un minut per cada 1.000 metres per sobre el nivell del mar. Una alternativa a l'ebullició de l'aigua és la utilització d'aigua mineral natural hipomineralitzada (menys de 25 mg/l de sodi) embotellada, la qual per definició no té virus, bacteris ni protozoos. Es recomana mantenir aquest hàbit fins que el bebè tingui entre 9-12 mesos d'edat, ja que a partir d'aquesta edat el lactant ja gateja i sembla incongruent bullir l'aigua i no poder evitar que les mans brutes del terra vagin a la seva boca (Miñana, 2002).

En adults encara no està gaire ben definit si els nitrats són nocius o no. L'ió nitrat sembla que pot estar implicat en el càncer gàstric de tipus intestinal. La major part dels càncers gàstrics intestinals s'originen a partir d'uns factors irritants, procedents de l'alimentació, que en un estómac predisposat poden provocar una gastritis crònica atrofica. En aquesta situació el pH gàstric augmenta i hi ha proliferació de bacteris, especialment de *Helicobacter*, que fa que l'estómac sigui capaç de reduir els nitrats a nitrits, els quals junt amb les amines procedents dels aliments poden formar les nitrosamines que són compostos potencialment cancerígens.

Els nitrats ingerits pel cos humà poden tenir diferent procedència: els aliments contenen abundants nitrats, sobretot les verdures i algunes hortalisses com els espinacs, les pastanagues, l'api i l'enciam. Aquestes últimes, però, resulten beneficioses, pel contingut de substàncies antioxidants com la vitamina C i els carotens que actuen com a protectors de la mucosa gàstrica.

Si la mucosa gàstrica es troba intacta i conserva el pH normal, la pròpia acidesa impedeix la proliferació bacteriana de manera que els nitrats no poden transformar-se a nitrits i no es poden formar nitrosamines. El perill comença si es presenta una gastritis crònica i es consumeixen aigües amb continguts elevats de nitrats.

No sembla tan clar l'efecte dels nitrats procedents del nitrat sòdic usat com a additiu conservant en embotits, i al qual se li assigna una ingesta diària admesa (IDA) de 5 mg/kg, equivalent a 3,6 mg ió nitrat/kg de pes corporal. En un document publicat pel Departament de Sanitat de la Generalitat de Catalunya sobre



de poder diagnosticar segons els valors de nitrats de l'aigua:

- 1) Quines de les 6 zones en estudi presenten nivells de contaminació per nitrats (amb valors superiors o inferiors a 50 mg/l segons la legislació vigent RD 140/2003).
- 2) Conèixer quin ús es pot fer de les aigües de les fonts.
- 3) Conèixer com queda afectada la conductivitat elèctrica davant un augment de nitrats.
- 4) Veure com afecta la pluviometria en relació amb els nitrats.
- 5) Desvetllar l'interès de les persones que poden conèixer les fonts en estudi, a conèixer la qualitat de l'aigua de forma periòdica al llarg del temps i a la conservació del patrimoni natural.

### 3. Materials i mètodes

#### 3.1. Mostreig

Des de l'any 1988, de manera esporàdica per part de persones interessades en conèixer la qualitat de l'aigua de les fonts, es recullen mostres d'aigües de diferents fonts de la comarca d'Osona, i des de l'any 2004, per part de la comunitat científica i de persones del Grup de Defensa del Ter (GDT), es mostregen amb una periodicitat anual unes 140-150 mostres d'aigua i s'intenta que siguin de 2 o 3 fonts de cada municipi.

El procediment per a la presa de mostres de les fonts és aquest: la mostra s'agafa amb un envàs de plàstic, de 500 ml; primer s'esbandeix amb la mateixa aigua de la font un parell de vegades, i després s'omple. Aquestes mostres amb unes condicions de temperatura ambient es porten fins al laboratori. Al laboratori es guarden a la nevera i s'analitzen abans de 24 hores.

#### 3.2. Punts de mostreig

En aquest estudi se seleccionen 87 punts de mostreig, és a dir, 87 fonts, situades en 28 municipis de la comarca d'Osona dividits en 6 zones (Mapa 1) i es tractaran les dades de la contaminació de l'aigua per nitrats des de 1988 fins al 2011.

Les fonts en estudi o punts de mostreig són:

##### Zona I: Bisaura

- 1) Municipi de Vidrà: les Nou Fonts, Font Martingala i Font de St. Bartomeu.
- 2) Municipi de Sta. Maria de Besora: Font del Pou del Gorg de la Guilla, Font del Revell i Font de Farrés.
- 3) Municipi de Montesquiu: Font de Planeses i Font del Castell.
- 4) Municipi de St. Quirze de Besora: Font del Bufí, Font de l'Espadaler i Font de la Petxa.

##### Zona II: Vall del Ges

- 5) Municipi de St. Pere de Torelló: Font Vidranesa, Font de la Riera, Font d'en Ridaura i Font de la Figuera.
- 6) Municipi de St. Vicenç de Torelló: Font del Bassalet, Font de Nogueres i Font del Viver.
- 7) Municipi de Torelló: Font de Martorell, Font del Raig, Font de Puig-roví i Font dels Ocells.

##### Zona III: Voltreganès

- 8) Municipi d'Orís: Font dels Plàtans, Font de les Donzelles i Font de la Baga.
- 9) Municipi de Masies de Voltregà: Font del Paretó (Despujol), Font de la Serratosa i Font de St. Miquel d'Ordeig.
- 10) Municipi de St. Hipòlit de Voltregà: Font de la Sala, Font del Volador i Font del Bac.
- 11) Municipi de Sta. Cecília de Voltregà: Font de Puig Pelat, Font de Gallisans i Font de Sta. Cecília.

##### Zona IV: Cabrerès

- 12) Municipi de Sta. Maria de Corcó (l'Esquirol): Font de la Parra, Font de Cabrera, Font de la Foradada, Font de les Fontiques i Font de Comermena.
- 13) Municipi de Rupit: Font de la Sala, Font del Saltiri i Font del Carreguell.
- 14) Municipi de Tavertet: Font de Rajols, Font del Puig i Font del Gorgàs.

##### Zona V: Plana de Vic

- 15) Municipi de Manlleu: Font dels Enamorats, Font de la Mare de Déu, Font de la Cadenera, Font de Tarrés i Font del Molinot.
- 16) Municipi de Gurb: Font Salada, Font de les Cases d'Avall i Font de la Vila.
- 17) Municipi de Vic: Font del Bruguer, Font de la Talaia i Font del Ferro.
- 18) Municipi de Masies de Roda: Font de la Teula, Font de Molins i Font Fresca.
- 19) Municipi de Roda de Ter: les Tres Fonts.
- 20) Municipi de Tavèrnoles: Font del Castell, Font de la Baronessa i Font del Pujol.
- 21) Municipi de Folgueroles: Font Trobada, Font de la Ricardera i Font del Glaç.





Zona IV: Cabrerès

A la taula 4 es mostra la concentració de nitrats en mg/l de 5 fonts de Sta. Maria de Corcó, 3 fonts de Rupit i de 3 fonts de Tavertet, amb dades que indiquen un mostreig esporàdic de l'aigua de les fonts, des de l'any 1996 fins al 2011.

**Taula 4:** Concentració de nitrats (mg/l) d'11 fonts de la zona IV: Cabrerès, des de l'any 1996.

Any	12. STA. MARIA DE CORCÓ				13. RUPIT			14. TAVERTET			
	Font de la Parra	Font de Cabrera	Font de la Foradada	Font de les Fontiques	Font de Comermena	Font de la Sala	Font del Saltiri	Font del Carreguell	Font de Rajols	Font del Puig	Font del Gorgàs
	[Nitrats] mg/l										
1996	59,1			70,1						12,5	
1997	21,7										
1998	11,8			85,0					2,7		
1999	14,1			95,2					2,9		
2000									9,1	31,2	1,0
2002	79,0	5,9	4,1	91,5	230,5	15,9	1,0	2,4		19,1	
2004		5,1	6,0	88,9	106,4	20,0	1,9	5,3	4,9		2,5
2005		5,9	4,3	98,1	66,6	13,1	1,8	6,4	2,7		1,3
2006		4,4	10,9	97,8	60,8	40,2	1,3	5,8	5,6		
2007		5,4		95,6		3,4	4,3	3,3	4,6		
2008	14,1	6,6		98,7		5,9	6,5	3,8	4,7		
2009	48,5	4,5		49,9		42,1	5,9	4,5	4,2		
2010	57,6	7,9		42,9	77,7	21,5	6,8	5,9	6,1		
2011		4,6	9,2	52,8		18,6	2,8	10,0	4,8		1,5

Zona V: Plana de Vic

A la taula 5 (1) es mostra la concentració de nitrats en mg/l de 5 fonts de Manlleu, 3 fonts de Gurb, 3 fonts de Vic, 3 fonts de Masies de Roda i 1 font de Roda de Ter amb dades que indiquen un mostreig esporàdic de l'aigua de les fonts, des de l'any 1997 fins al 2011.

**Taula 5 (1):** Concentració de nitrats (mg/l) de 15 fonts de la zona V: Plana de Vic, des de l'any 1992.

Any	15. MANLLEU				16. GURB			17. VIC			18. MASIES DE RODA			19. RODA DE TER	
	Font dels Enamorats	Font de la Mare de Déu	Font de la Cadenera	Font de Tarrés	Font del Molinot	Font Salada	Font de les Cases d'avall	Font de la Vila	Font del Bruguer	Font de la Talaia	Font del Ferro	Font de la Teula	Font de Molins	Font Fresca	Les Tres Fonts
	[Nitrats] mg/l														
1992					97,0										
1995					94,7								78,0	58,9	
1996												157,3			161,1
1997					254,3	223,2	85,9			83,1		218,5	159,0	60,1	146,6
1998					73,2		43,2			40,6		218,5		55,3	115,8
1999					75,8		78,1			38,7		230,2		37,2	154,4
2000	217,1	147,7	124,2				66,6			86,4		162,6		44,3	121,1
2002						216,8			104,6	209,0	0,2	219,7		126,7	204,1
2003															
2004	353,4	216,4	283,2	293,3		268,9	211,8	44,3	217,5	149,8		354,5	204,6	146,1	274,0
2005	466,4	215,2		226,4		274,4	100,9		152,9	47,0	8,1	272,9	166,3	119,1	191,7
2006	377,9	215,5		300,7		315,2	199,9	30,3	371,2	285,0		329,2	155,4	104,9	227,6
2007				238,7		283,1	92,8		160,1	21,7		274,1	180,3	95,1	183,1
2008	292,2	184,2		133,8		258,6			109,6	45,6	5,9	204,3	132,2	104,7	142,8
2009				261,1		385,2	299,6	42,3	209,9	229,5	16,0	390,2	200,4	115,1	265,6
2010	No raja	229,5	246,3	202,4	374,0	353,3	117,5	30,0	167,1	67,9	10,9	252,4	124,5	92,7	176,4
2011	328,8	246,0	235,7	191,2	353,8	398,6	193,4	30,6	169,6	44,5	93,1	189,8	150,6	85,7	182,2



A la taula 5 (2) es mostra la concentració de nitrats en mg/l de 3 fonts de Tavèrnoles, 3 fonts de Folgueroles, 3 fonts de Calldetenes, 3 fonts de Sta. Eugènia de Berga i 3 fonts de St. Julià de Vilatorrada, amb dades que indiquen un mostreig esporàdic de l'aigua de les fonts, des de l'any 1996 fins al 2011.

**Taula 5 (2):** Concentració de nitrats (mg/l) de 15 fonts de la zona V: Plana de Vic, des de l'any 1996.

Any	20. TAVÈRNOLES			21. FOLGUEROLES			22. CALLDETENES			23. STA. EUGÈNIA DE BERGA			24. ST. JULIÀ DE VILATORRA		
	Font del Castell	Font de la Baronessa	Font del Pujol	Font Trobada	Font de la Ricardera	Font del Glaç	Font del Figueral	Font de la Gana	Font de la Boga	Font Xica	Font del Paradís	Font d'en Manon	Font de la Riera	Les Set Fonts	Font d'en Pep
	[Nitrats] mg/l														
1996			33,6	47,4	90,2				115,0					19,4	
1997			69,6	81,8	94,8	51,8	136,2		111,8				6,2	43,2	75,1
1998			58,6	38,6	63,4				111,8					18,6	
1999			50,2	38,2	54,4				111,6					16,7	
2000			31,8		63,9				118,1					13,6	
2002			31,6		57,4	40,0	151,9	167,3	135,3	139,7	119,6	75,7			
2003													0,6	22,1	46,4
2004	66,6	3,5		77,3	58,0	46,6	179,5	262,4	189,8		128,0	139,9	2,9	31,2	58,6
2005	28,0	3,0	81,6	100,9	43,6	58,6	179,2	184,7	228,7	140,8		109,3	3,7	25,2	64,6
2006	36,8	2,4	63,1	83,1	55,4	34,5	219,4	261,4	208,0	188,7	60,1	123,1	2,1	21,3	56,1
2007	12,7	2,4	83,0	106,5	60,8	34,1	169,1	179,4	219,4	150,3		93,1	0,7	22,7	59,3
2008		2,7	78,3	52,7	36,5	44,3	156,5	126,4		107,3		56,4		17,5	60,2
2009	42,4	1,8	55,0	No raja	56,6	25,5	120,7	274,7	122,2	172,2	96,2	117,4	1,1	19,8	51,5
2010	40,5	1,7	63,8	81,2	59,3	41,2	218,9	332,0	228,7	161,0	56,0	91,3	19,3	23,7	63,8
2011	21,1	3,5	66,2	95,7	56,0	39,2	195,7	184,8	249,1	187,3	No raja	101,6	1,3	22,6	59,9

**Taula 6:** Concentració de nitrats (mg/l) de 12 fonts de la zona VI: Montseny-Guilleries, des de l'any 1997.

Any	25. VILANOVA DE SAU			26. ST. SADURNÍ D'OSORMORT			27. ESPINELVES			28. VILADRAU		
	Font de la Coromina	Font del Raig	Font del Bisbe	Font dels Peons o Font Santa	Font del Rifà	Font de Masferrer	Font del Tell	Font del Torrent Verd	Font Fresca	Font de les Ametistes	Font del Noi Gran	Font Rupitosa
	[Nitrats] mg/l											
1997												
1998					4,1							
1999					4,4							
2002	24,2	32,1	0,6	7,3	5,8	1,3		0,1	0,4		0,1	
2004	18,9	34,1	0,4	8,5	8,9	1,5	1,8	0,5	0,3	0,0	0,0	0,6
2005	29,6	11,7	0,8	8,1	9,5	1,3	1,7	1,8	1,1	0,3	0,0	1,4
2006	26,4	20,5	1,0	7,6		2,6	1,0	1,0	0,8	0,5	0,2	1,2
2007	22,4	5,7	0,7	8,1	9,2	2,2	0,5	0,7	0,6	0,2	0,1	1,4
2008	19	4,9	1,0	8,3	9,6	No raja	0,7	1,0	0,9	0,4	0,2	1,7
2009	17,3	45,4	0,9	8,5	9,7	4,7	1,3	1,4	0,9	0,6	0,4	0,8
2010		3,0	0,2	8,0	10,4		1,2	1,1	0,7	0,3	0,1	1,1
2011	34,7	12,4	1,1	8,0	11,4	3,8	1,2	1,3	0,9	0,4	0,2	1,2

Zona VI: Montseny-Guilleries

A la taula 6 es mostra la concentració de nitrats en mg/l de 3 fonts de Vilanova de Sau, 3 fonts de St. Sadurní d'Osormort, 3 fonts d'Espinelves i de 3 fonts de Viladrau, amb dades que indiquen un mostreig esporàdic de l'aigua de les fonts, des de l'any 1997 fins al 2011.

#### 4.2. Conductivitat elèctrica (CE)

A la taula 7 es mostra la Conductivitat elèctrica - CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) de tres fonts de tres municipis diferents amb dades que indiquen un mostreig esporàdic de l'aigua de les fonts, des de l'any 2004 fins al 2011.

**Taula 7:** Conductivitat elèctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) des de l'any 1998 fins el 2011.

	Any				
	1998	1999	2002	2004	2011
Font dels Ocells (Torelló)	742	758	762	738	919
Font del Viver (St. Vicenç de Torelló)	823	945	745	873	905
Font de Sta. Cecília (Sta. Cecília Voltregà)	1332	1304	1195	1590	1564

#### 4.3. Pluviometria

A la taula 8 es mostra la pluviometria (litres/m<sup>2</sup>) de vint-i-quatre municipis diferents amb dades des de l'any 2000 fins al 2010.

**Taula 8:** Dades de pluviometria (litres/m<sup>2</sup>), des de l'any 2000 fins al 2010.

MUNICIPI	ANY										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Calldetenes							581,0	478,0		636,0	662,0
Cantonigròs	966,1	780,5	1335,6	1401,8	972,3	656,3	610,6	615,3	897,5	955,5	1025,3
Espinelves	781,5	771,0	1020,0	1195,2	1071,0	823,5	857,0	626,0	1040,0	729,5	1025,0
Folgueroles	502,4	541,2	792,4	644,8	651,1	667,4	650,6	511,1	877,3	700,7	823,2
Gurb	545,6	574,8	780,4	760,9	703,0	630,2	542,7	491,9	766,2	622,4	771,6
La Gleba	620,4	466,7	772,4	800,6	685,5	574,6	495,3	447,4	807,3	866,1	939,4
Manlleu	646,5	572,0	780,5	789,5	652,0	698,0	667,0	496,0	873,0	679,2	810,0
Roda de Ter	596,3	555,5	787,6	796,5	775,0	688,1	622,4	517,8	897,2	789,9	880,4
Rupit	967,6	730,3	1316,8	1389,0	1111,9	967,9	826,1	789,1	1195,4	943,4	1122,7
St. Hipòlit de Voltregà	627,9	506,7	755,3	688,7	711,5	575,7	515,2	528,2	836,6	765,6	864,4
St. Julià de Vilatorrada	565,0	620,4	907,2	849,0	705,5	678,5	596,1	416,9	761,8	590,5	655,1
St. Pere de Torelló			1076,0	922,8	729,0	594,8		535,8	1043,8	909,0	967,0
St. Vicenç de Torelló	514,0	533,5					472,0	381,5		863,0	878,6
Sta. Eugènia de Berga							679,3			684,1	
Sta. Maria de Corcó (L'Esquirol)	666,0	602,9	1030,6	1111,4	801,3	590,6	598,0	534,7	795,2	883,6	1005,9
Tavernoles			858,5	901,8	878,4	794,8	794,8	556,6	961,0	813,0	930,6
Torelló	568,0	513,0	825,7	700,4	720,8	596,8	539,5	463,8	979,6	780,1	870,2
Vic	535,1	569,2	739,4	635,1	806,0	634,7	549,6	482,8	844,8	644,7	811,1
Vic - Sentfores (La Guixa)	596,8	583,8	873,4	660,1	705,3	778,8	572,9	537,0	884,6	632,0	836,8
Vidrà								628,0	1073,9	885,9	1024,3
Vidrà - Coll Fred			1649,6	1645,8	1111,8	934,5	847,9	859,9	1421,2	1235,3	1304,0
Vidrà - Siuret	1164,7	797,9	1578,0	1353,9	1246,4	858,4	877,2	743,0	1268,8	1059,9	
Viladrau	872,2	663,8	1074,1	1245,8	998,8	619,9	719,5	614,4	1130,8	730,8	1102,6
Vilanova de Sau	560,5	546,0	948,5	811,0	926,0	740,5	654,0	446,8	810,0	687,0	933,0

## 5. Discussió dels resultats

### 5.1. Nitrats

Es considera que cada font és única i per això caldria tractar-la de manera individual, però, davant l'extensió que això suposaria, s'opta per globalitzar a nivell de zones i finalment per generalitzar-ho per comprendre la tendència de la concentració de nitrats.

Segons el RD 140/2003, el límit per considerar que una aigua és apta per al consum humà o no, pel que fa a la concentració de nitrats, és de 50 mg/l. (A les figures de la 1 a la 13 s'assenyalarà aquest valor amb una línia a la regió de 50 mg/L).

#### Zona I: Bisaura

En aquesta zona (figura 2), pel que fa a la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts s'observa que els municipis de Vidrà i Montesquiú tenen baixes concentracions de nitrats, mentre que a Sta. Maria de Besora els últims anys augmenta aquesta concentració fins a superar els límits, cal dir que no és una dada real ja que hi ha algunes fonts que han deixat de rajar i la mitjana és només d'una font (Taula 1). St. Quirze de Besora és un cas semblant a l'anterior, ja que la mitjana només prové d'una font perquè les altres no ragen.

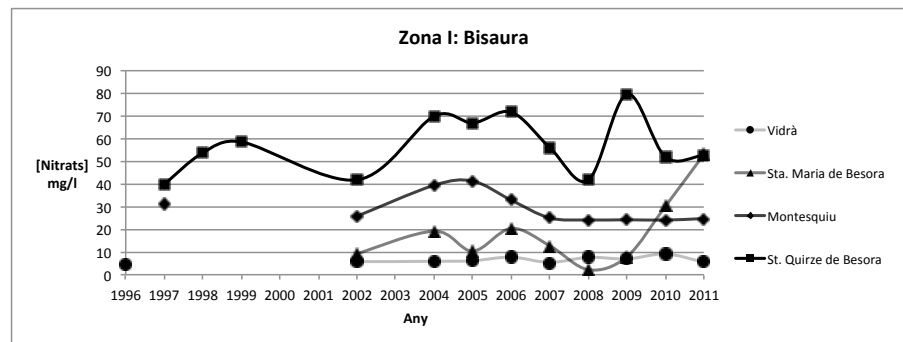


Figura 2: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona del Bisaura.

#### Zona II: Vall del Ges

A St. Vicenç de Torelló i Torelló (figura 3) les fonts seleccionades sobrepassen el límit permès per la legislació pel que fa a la quantitat de nitrats. Només a St. Pere de Torelló s'observa que, de les quatre fonts seleccionades, dues estan contaminades i dues no, per això la mitjana queda per sobre el límit.

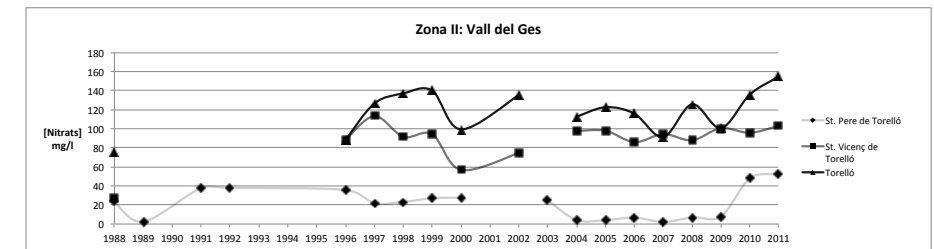


Figura 3: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona de la vall del Ges.

#### Zona III: Voltreganès

En aquesta zona (figura 4), observem que Orís al llarg dels anys ha tingut baixes concentracions de nitrats, mentre que Masies de Voltregà i Sta. Cecília de Voltregà tenen uns nivells de nitrats que l'any 2011 oscil·len entre 1,6 mg/l i 254,7 mg/l, això fa que la mitjana surti superior a la quantitat permesa i també caldria veure cada font per saber si aquella aigua és o no apta per al consum humà (Taula 3). Pel que fa a St. Hipòlit de Voltregà, en aquests últims anys s'han perdut fonts i això fa que l'any 2011 només tinguem dades d'una font.

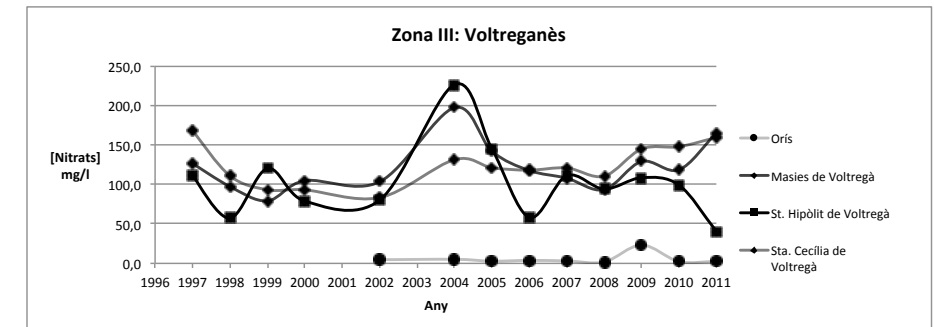


Figura 4: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona del Voltreganès.

#### Zona IV: Cabrerès

La zona del Cabrerès (figura 5) té la gran majoria de fonts amb uns nivells de nitrats inferiors als límits permessos, de totes maneres hi ha alguna excepció al municipi de Sta. Maria de Corcó, on alguna font supera el límit de nitrats (>50 mg/l) (Taula 4).

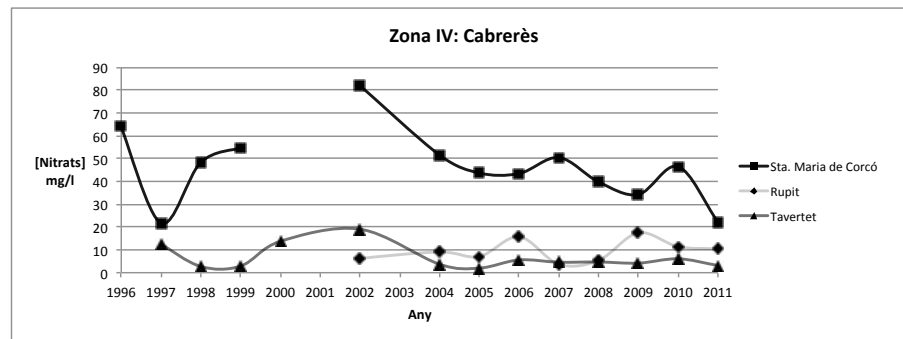


Figura 5: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona del Cabrerès.

#### Zona V: Plana de Vic

A la zona de la plana de Vic (Figures 6 i 7), la majoria dels municipis fa anys que es troben per sobre dels límits establerts. En aquest any 2011, la mitjana supera el límit als municipis de Manlleu, Gurb, Vic, Masies de Roda i Roda de Ter, Folgueroles, Calldetenes i Sta. Eugènia de Berga; a Tavèrnoles i St. Julià de Vilatorça la mitjana de les fonts està per sota del límit, però pròxima als 50 mg/l. De totes maneres, hi ha excepcions, algunes fonts dels municipis que anomenem per sobre del límit permès són aptes per al consum humà, en són un exemple la Font de la Vila de Gurb o la Font de la Talaia de Vic; i, al contrari, fonts dels municipis que estan per sota del límit, les trobem per sobre, per exemple la Font del Pujol de Tavèrnoles o bé la Font d'en Pep de St. Julià de Vilatorça (Taula 5).

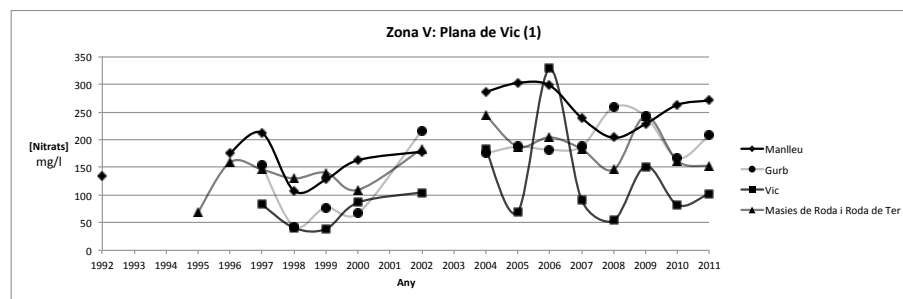


Figura 6: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona de la plana de Vic (1).

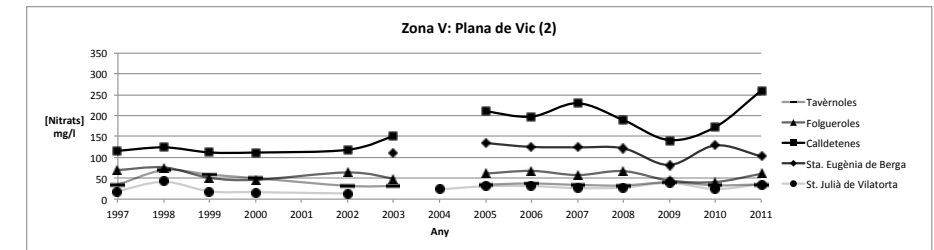


Figura 7: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona de la plana de Vic (2).

#### Zona VI: Montseny-Guilleries

En aquesta zona (figura 8), els quatre municipis estudiats tenen una mitjana de nitrats inferior a 20 mg/l.

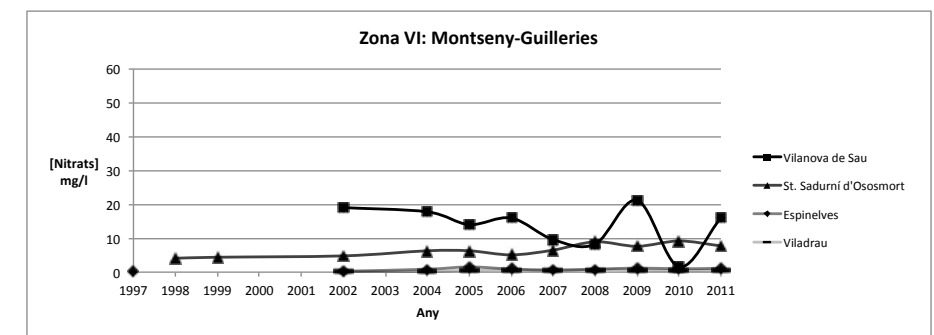


Figura 8: Concentració de nitrats (mg/l) a les fonts de la zona del Montseny-Guilleries.



### 5.3. Conductivitat elèctrica (CE)

Els valors de les fonts d'Osona l'any 2011 tenen una conductivitat que oscil·la entre 243 i 2.360  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Aquesta gran variabilitat és deguda a la presència de diferents tipus de materials que fan que la mineralització de l'aigua pugui ser més o menys important, però també es veu modificada per l'entrada d'aigües amb concentracions altes de nitrats (Boy, 2010).

En el cas de la CE s'observa que en augmentar els nitrats, augmenta la conductivitat. Això és degut a què la conductivitat mesura la quantitat de substàncies iòniques presents a l'aigua i, entre elles, l'ió nitrat: si aquest augmenta, ha d'augmentar la conductivitat. Per veure-ho gràficament posarem tres exemples de fonts individuals: la Font dels Ocells (Torelló), la Font del Viver (St. Vicenç de Torelló) i la Font de Santa Cecília (Sta. Cecília de Voltregà) entre els anys 1998 i 2011 (figures 11, 12 i 13). Tot i que pot haver-hi casos en què no sigui així, habitualment quan plou més augmenta el cabal de la font i pot baixar la concentració de sals dissoltes a causa de la geologia del sòl, que són constants, però no així el valor de nitrats, que pot ser variable en el sòl. Per això, tot i baixar la conductivitat, pot pujar el valor de nitrats i al revés, per rentat de nitrats.

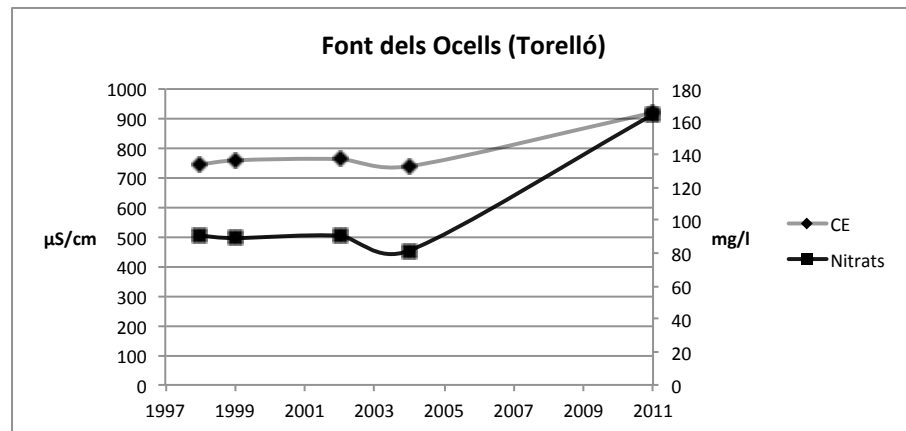


Figura 11: Relació de la conductivitat elèctrica i els nitrats a la Font dels Ocells (Torelló).

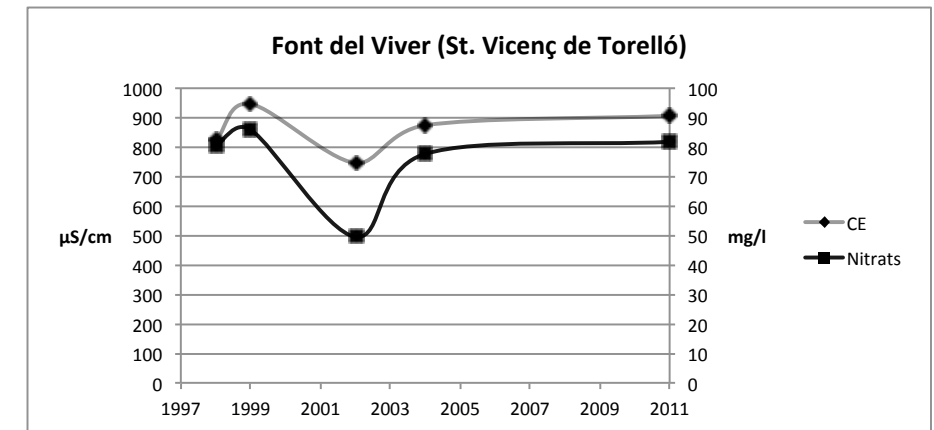


Figura 12: Relació de la conductivitat elèctrica i els nitrats a la Font del Viver (St. Vicenç de Torelló).

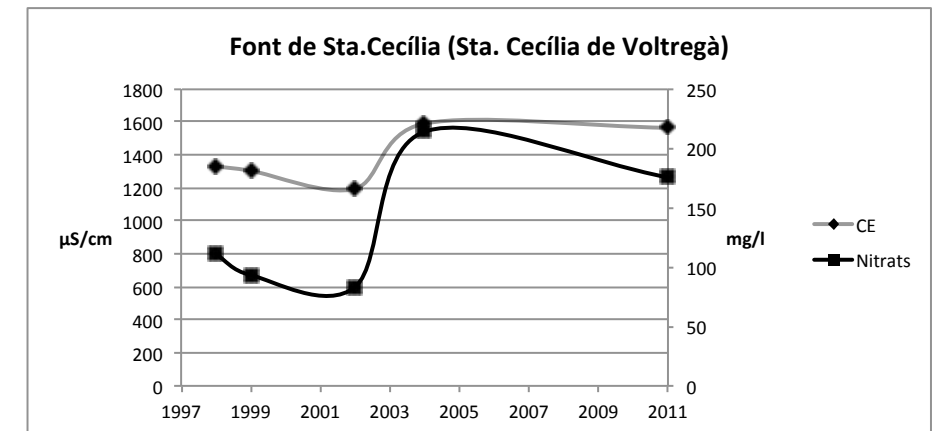


Figura 13: Relació de la conductivitat elèctrica i els nitrats a la Font de Sta. Cecília (Sta. Cecília de Voltregà).

#### 5.4. Pluviometria

Pel que fa a la pluviometria, depèn de la zona i per això es tractarà segons les dades de la pluja caiguda i mesurada en l/m<sup>2</sup> obtingudes en les sis zones en estudi, per a cada un dels 24 municipis, tal i com es mostra a la taula 8 de resultats. A la figura 14 s'observa l'evolució de cada zona des de l'any 2000 fins al 2010 per comprendre la relació entre els nitrats i la pluviometria.

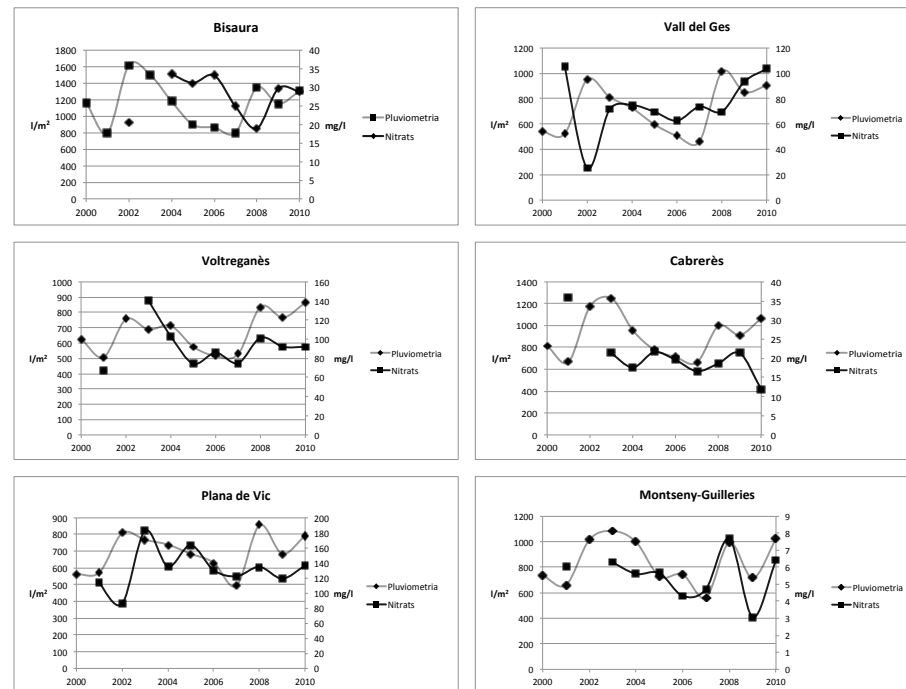


Figura 14: Evolució dels nitrats i la pluviometria.

Els gràfics de la figura 14 indiquen com ha evolucionat la relació de nitrats a les fonts estudiades en relació amb la pluviometria. La pluviometria es correspon a cada any (2000-2010) però els nitrats estan desplaçats un any enrere perquè l'anàlisi es fa entre el gener i febrer, i no tindria sentit comptabilitzar la pluviometria de tot l'any, amb aquests nitrats analitzats a principis d'any; per exemple la pluviometria de l'any 2005 es relaciona amb els nitrats del 2006.

En general, de la figura 14 es pot dir que l'any en què les precipitacions han augmentat, després també ho han fet els nitrats; i, al contrari, l'any que disminueixen les precipitacions, també ho fan els nitrats; i quan aquestes són moderades el valor de nitrats es manté més o menys constant. De totes maneres això no sempre es compleix, com és el cas del Bisaura: quan les precipitacions han augmentat, els nitrats han disminuït, i quan les precipitacions han disminuït, els nitrats han augmentat. Probablement això és degut a l'estructura geològica del sòl i a la baixa concentració de nitrats, que no queden afectats i es mantenen estables.

#### 6. Conclusions

Després de fer aquest recull de dades i una discussió sobre elles, es pot concloure que a la comarca d'Osona i en concret en els municipis seleccionats i agrupats per zones hi ha, segons les dades del 2011, un 44% de fonts amb aigües aptes per al consum humà pel que fa al paràmetre de nitrats i per tant amb un valor de nitrats <50 mg/l, i un 41% de fonts amb aigües no aptes per al consum humà, segons la concentració de nitrats; un 6% de les fonts no ragen i d'un 9% no n'hi ha dades. D'aquestes, en les de la zona del Bisaura (zona I), el Cabrerès (zona IV) i del Montseny-Guilleries (zona VI) la concentració de nitrats és inferior a 50 mg/l. I a les zones del Voltreganès (zona III), la vall del Ges (zona II) i la plana de Vic (zona V) la concentració de nitrats és superior a 50 mg/l. Cal recordar que no totes les fonts de zones amb elevades concentracions de nitrats tenen concentracions superiors a 50 mg/l, ni totes les fonts de zones amb baixes concentracions de nitrats, les tenen tan baixes, ja que algunes poden arribar a superar el límit.

El destí de les aigües de les fonts la majoria de vegades ha estat per a ús humà, sempre i quan aquesta aigua hagi complert unes garanties sanitàries, establertes el RD 140/2003, on s'indica que la concentració de nitrats no pot superar els 50 mg/l. Per tant, totes les fonts que superin aquest valor són no aptes per al consum humà. Aquestes aigües amb elevades concentracions de nitrats no s'utilitzen habitualment per a res, ja que en no poder-se utilitzar per a ús de boca, no es fan servir; però es pot trobar un ús diferent del de boca a aquesta aigua contaminada per nitrats, per exemple, al poble o a la ciutat pot ser utilitzada per regar els jardins o bé per a l'aigua dels llacs artificials, també per als camps de golf...; i l'altra opció podria ser canalitzar l'aigua contaminada per nitrats a una zona industrial per a ús de la indústria en diferents processos industrials compatibles amb aigua de qualitat, per exemple, per a neteges.

La conductivitat elèctrica (CE) mesura les substàncies iòniques presents a l'aigua i els nitrats són una substància iònica. Per tant, si augmenten els nitrats, ha d'augmentar la CE. Això s'ha vist amb exemples individuals (taula 7; figures 10, 11 i 12), tot i que en casos esporàdics i de pluviometria intensa, pot no ser així a causa de l'elevada dilució de la mostra.

En el cas de la pluviometria, sembla que a majors precipitacions, més quantitat de nitrats; i a menys precipitacions, els nitrats disminueixen (figura 14). De totes maneres, en algun cas això no es compleix per l'estructura i la composició geològica del sòl i pel possible efecte diluent de pluges continuades.

S'ha de tenir en compte que l'ús d'aigües amb elevats valors de nitrats pot comportar problemes a nivell de salut, en el cas dels adults relacionats amb el càncer, tot i que de moment no està demostrat; i en el cas dels nadons pot provocar metahemoglobinèmia. En aquest últim cas, són les dones que alleten i en especial les que alleten els fills amb llet artificial un dels sectors de la població que ha de conèixer la qualitat de l'aigua que utilitza, sobretot en el cas que sigui de fonts i pous; aquestes mares s'han d'assegurar que l'aigua que utilitzen per a la preparació de biberons és baixa en nitrats (nivells <25 mg/l). Això ens indica que cal informar les dones sobre aquesta problemàtica i, alhora, que cal fomentar l'alletament matern.

Cal recordar que les fonts formen part del nostre patrimoni natural, social i cultural i s'han de conservar, mantenir i, sobretot, controlar la qualitat de les seves aigües, per gaudir del paisatge propi i particular que ofereix cadascuna de les fonts estudiades. L'estudi de l'aigua de les fonts i el seu entorn, juntament amb la seva història i tradicions, és una manera de prendre consciència de la seva degradació i d'aportar aquests coneixements a tota la població, per assabentar-nos de quins són els costos socials i econòmics de la recuperació, amb la finalitat d'afavorir i impulsar la conservació de les fonts.

## 7. Bibliografia

- BOY, Mercè. «Causes hidrogeològiques i antròpiques de la concentració de nitrat a les aigües de les fonts naturals de la comarca d'Osona». Treball de recerca, Màster en Ciència i Tecnologia de l'Aigua. Universitat de Girona, 2010.
- DE MIGUEL-FERNÁNDEZ, Constantino; VÁZQUEZ-TASET, Yaniel Misael. «Origen de los nitratos (NO<sub>3</sub>) y nitritos (NO<sub>2</sub>) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas». *Minería y Geología*, núm. 3 (2006), p. 1-9.
- ESCUADERO, Joan; CARDONA, Eva; MIEHÉ, Aude. *Bones pràctiques agràries per a la prevenció del risc de nitrats*. Departament d'Economia i Medi Ambient, Consell Insular de Menorca, 2009.
- GENCAT. Departament de Salut. *Els nitrats a l'aigua de consum* [En línia]. Catalunya: Generalitat de Catalunya, 2005. <<http://www.gencat.cat/salut/depsalut/html/ca/dir2118/doc9150.html#Bloc5>> [Consulta: 14 Novembre 2011]
- GOOGLE. *Google earth* [En línia]. < <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>> [Consulta: 3 Març 2011]
- GRUP DE DEFENSA DEL TER. *Les fonts que tenim. Osona i el Lluçanès*. Vic: GDT / Eumo Editorial, 2005.
- LARIOS, Luis. «Metahemoglobinemia en lactantes por ingestión de agua subterránea». *Artículos Originales* (2008), p. 1-7.
- MATEOS, Rosa María; GONZALÉZ, Concepción. *Els camins de l'aigua de les Illes Balears. Aqüífers i fonts*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España i Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, 2009.
- MIÑANA, Vitoria. «Agua de bebida en la infancia». *XVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria*, 2002, p. 61-68.
- «Agua de bebida en el niño. Recomendaciones prácticas». *Acta Pediátrica*, núm. 67(6) (2009), p. 255-266.
- OMS. «Nitrate and nitrite in drinking-water». *Guías de Calidad del agua potable*. 3a edición, volumen 1. Recomendaciones. Organización Mundial de la Salud, 2003.
- OLIVERAS, Julita; PRAT, Fortià; TORRESCASANA, Eva. *Evolució dels nitrats analitzats a l'aigua de 30 fonts situades a tres àrees geogràfiques de la comarca d'Osona*, 2010. <<http://k.udg.edu/VCHA/wp-content/uploads/2009/07/Julita-Oliveras.pdf>>

ORDEIG RIGO, Marc. *Aigües de Vic. Una visió aquàtica d'Osona*. Vic: Lunweg Editores, 2000.

PALLISÉ CLOFENT, Joan. *Els camins de l'aigua. Fonts naturals i aigües al terme de Montblanc*. Valls: Cossetània Edicions, 2006.

PRAT, Fortià. *Qualitat de les aigües subterrànies de la comarca d'Osona*. Beca col·legial 98-99, 1999.

«Reial Decret 140/2003, de 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà». *BOE*, 21 de Febrer de 2003, núm. 45, p. 7228-7245.

Xarxa Meteorològica d'Osona, 2011 (XMO) dades entregades per Manel Dot, president de l'ACOM [www.acom.cat](http://www.acom.cat) (Associació Catalana d'Observadors Meteorològics) i de la qual forma part la XMO.

## Agraïments

El present estudi s'ha pogut redactar gràcies a la col·laboració directa de diferents organitzacions que treballen i vetllen pels aspectes relacionats amb la qualitat de l'aigua de les fonts i dels pous a la comarca d'Osona, entre les quals destaquen:

El Grup de Defensa del Ter (GDT), que disposa de diferents persones que s'ocupen de prendre mostres d'aigua de 120-150 fonts entre els mesos de gener i març de cada any, i en particular els membres del GDT que coordinen la recollida i fan un seguiment de la concentració de nitrats de tres mostres d'aigua de fonts de cada municipi d'Osona a partir de l'edició del llibre: *Les fonts que tenim*. GDT (2005).

La Beca concedida al Sr. Fortià Prat, 1998, des del Col·legi de Farmacèutics (COFB), per desenvolupar el treball: «Qualitat de les aigües subterrànies de la comarca d'Osona. Estudi actual de la contaminació deguda a l'excés de purins», dirigit per Miquel Salgot, catedràtic de la UB i membre del Grup de Recerca de l'Aigua de la UB, i Rosa Eritja, del COFB.

El Laboratori Clínic Prat (Torelló), autoritzat per la Direcció General de Salut Pública, inscrit i reconegut en el Registre de Laboratoris Agroalimentaris de Catalunya, per tenir un Sistema de Qualitat conforme a la Norma UNE-EN-ISO 9001 i estar inscrit en el programa «Inter 2000» d'autoavaluació de resultats de la Generalitat de Catalunya.

L'EPS (Escola Politècnica Superior) de la UVic, pel suport en les direccions i codireccions dels treballs de recerca i treballs de fi de carrera (TFC) dels estudiants que han tingut l'oportunitat de treballar en aquesta temàtica.

Universitat de Vic (UVic); a l'Escola Politècnica Superior (EPS), pel suport en les direccions i codireccions pels treballs de recerca i treballs de fi de carrera (TFC) dels estudiants que han tingut l'oportunitat de treballar en aquesta temàtica.

A Manel Dot i els seus col·laboradors per haver-nos cedit les dades pluviomètriques. El Sr Manel Dot com a president de l'ACOM [www.acom.cat](http://www.acom.cat) (Associació Catalana d'Observadors Meteorològics) i de la qual forma part la Xarxa Meteorològica d'Osona (XMO).



El Projecte Escoles Verdes, des del «Projecte Rius» i el «Projecte de font en font», explicant i ensenyant als alumnes de primària i secundària (ESO i Batxillerat) a fer una anàlisi de l'aigua i a interpretar els resultats obtinguts, ja que cal fomentar la conscienciació cap a la millora de la qualitat de l'aigua i per això es requereix una bona formació i educació.

La col·laboració en treballs de recerca en diferents centres d'educació secundària.

Albert Llimós (fotògraf).