

**Estudi dels nitrats a l'aigua de les fonts
d'Osona.
Un repte per l'agricultura i per l'educació**

Tesi doctoral

Fortià Prat Bofill

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

Departament de Biociències. Facultat de Ciència i Tecnologia

Fortià Prat Bofill

**Estudi dels nitrats a l'aigua de les fonts
d'Osona.
Un repte per l'agricultura i per l'educació.**

Tesi doctoral

Dirigida per:

Drs. Àngels Leiva Presa i Arnau Amat Vinyoles

Departament de Biociències. Facultat de Ciències i Tecnologia.
UVic-UCC.

Departament de les Arts i les Ciències. Facultat d'Educació, Traducció
i Ciències Humanes. UVic-UCC.

UVIC

**UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA**

Vic 2021



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

FAIG CONSTAR que aquest treball, titulat “Estudi dels nitrats a l’aigua de les fonts d’Osona. Un repte per l’agricultura i per l’educació”, que presenta en Fortià Prat Bofill per a l’obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota la meva direcció al Departament de Biociències. Facultat de Ciències i Tecnologia i al Departament de les Arts i les Ciències. Facultat d’Educació, Traducció i Ciències Humanes d’aquesta universitat.

HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado “Estudio de los nitrats en el agua de las fuentes de Osona. Un reto para la agricultura y para la educación”, que presenta Fortià Prat Bofill para la obtención del título de Doctor, ha sido realizado bajo mi dirección en el Departamento de Biociencias. Facultad de Ciencia y Tecnologia y en el Departamento de las Artes y las Ciencias. Facultad de Educación, Traducción y Ciencias Humanas de esta universidad.

I STATE that the present study, entitled “Study of nitrates in the water of the Osona springs. A challenge for agriculture and education”, presented by Fortià Prat Bofill for the award of the degree of Doctor, has been carried out under my supervision at the Department of Biosciences. Faculty of Science and Technology and in the Department of Arts and Sciences. Faculty of Education, Translation and Human Sciences Department of this university.

Vic, 25 de novembre, 2021.

El/s director/s de la tesi doctoral

El/los director/es de la tesis doctoral

Doctoral Thesis Supervisor/s

Nom cognoms, Àngels Leiva Presa i Arnau Amat Vinyoles.

Agraïments

A l'esforç i dedicació que han tingut els meus directors de tesi, Àngels Leiva i Arnau Amat. Als membres del Grup de Defensa del Ter, que han recollit les mostres d'aigua de les fonts que han estat analitzades i que s'exposen a la Tesi. Situar i localitzar la font, accedir-hi, moltes d'elles s'hi arriba després d'una bona caminada. Recollir la mostra d'aigua i portar-la al laboratori requereix de molt temps i això, fer-ho més o menys tres mil vegades, crec que mereix un reconeixement. A tots els que al llarg de més de trenta anys m'han ensenyat i assessorat en tot el que fa referència a la contaminació i qualitat de l'aigua. Són molts anys i em sabria greu descuidar-me d'algú, per això prefereixo fer-ho extensiu a professors i universitats on he estudiat, grups de recerca i grups de treball que he format part i participat, que m'han aconsellat i orientat en tot el que fa al·lusió a la qualitat de l'aigua de les fonts i m'han animat a seguir. A en Guillermo, per la part tècnica i maquetat. A la farmàcia i al laboratori per totes les hores que he dedicat en aquest treball. A tota la família que ho han vist com un compromís cap a la millora de la qualitat de l'aigua i de la pròpia feina fer-ne un passatemps.

Dedicatòria:

A tots els qui han fet, fan i poden fer possible la millora de la qualitat de les aigües subterrànies contaminades per nitrats, que vetllin per reduir i controlar les activitats antròpiques que ho han provocat.

Als projectes defontenfont, “Aigües fonts d’Osona” i a tots els projectes educatius que fomentin la millora de la qualitat i protecció de les aigües subterrànies.

“Con el agua no solo bebemos vida, si no también historia de la vida. No hay mejor causa que defender lo que causa la vida”.

(Joaquín Araujo Ponciano, *Agua*. Editorial Gadir. Madrid 2012)

***Purins als camps
aigües contaminades
buidor a les fonts***

**Els haikus de l'àvia
Maria Bofill Lluís, 2015**

Estudi dels nitrats a l'aigua de les fonts d'Osona. Un repte per l'agricultura i per l'educació

Per

Fortià Prat Bofill

Departament de Biocències. Facultat de Ciències i Tecnologia

Universitat de Vic. Universitat Central de Catalunya

Vic 2021

Resum

En aquest treball de tesi la investigació s'ha centrat en l'estudi de la contaminació per nitrats de l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona. Aquest fet, causat per l'ús excessiu de fertilitzants als conreus, genera un greu problema social, ambiental, econòmic i de salut pública. Les fonts naturals, a part del seu valor patrimonial, són punts de mostreig que proporcionen aigua de forma espontània i fàcil de recollir, ofereixen una forma d'avaluar la qualitat de l'aigua subterrània i el seu monitoratge permet detectar possibles alteracions en la seva composició natural deguda a l'entrada de contaminants, com els nitrats. Se'n fa un seguiment i control, en un interval regular anual, de cada un dels municipis de la comarca i dels darrers 18 anys. En aquest període de temps es vol conèixer com evoluciona el nombre de fonts en diferents intervals de concentració de nitrats, quins municipis, valorats en el conjunt de les seves fonts, tendeixen a disminuir o a augmentar el seus valors de nitrats i en quins no queda afectada la seva qualitat de l'aigua, per aquest contaminant. També es comprova com afecta la concentració de nitrats dels municipis, amb els usos del sòl, la pluviometria i la seva situació geogràfica. Es considera si la particular recàrrega d'aqüífers de la comarca i els diferents règims pluviomètrics, poden ajudar a disminuir el contingut de nitrats de les aigües subterrànies. S'investiga, també, com queda afectada la mineralització global de l'aigua, mesurada en forma de conductivitat i considerada, junt als nitrats, indicador essencial per al control del bon estat químic de les aigües subterrànies. Al ser les fonts els punt de mostreig d'aquest estudi, es fa una anàlisi puntual dels indicadors microbiològics de contaminació fecal, Coliformes totals, *Escherichia coli* i Enterococs fecals, paràmetres fonamentals per qualificar la seva aigua i distingir-ho dels valors de nitrats trobats. La metodologia utilitzada per a l'anàlisi dels diferents paràmetres ha seguit protocols estandarditzats, i per assegurar la qualitat dels resultats s'han complert els requisits de normes ISO i s'ha participat en exercicis d'intercomparació de resultats entre laboratoris, obtenint, en tots els casos, un criteri d'acceptació satisfactori.

De tot aquest estudi es conclou, entre altres resultats, que el contingut en nitrats de les aigües de les fonts no ha variat significativament en els darrers 18 anys, i es manté més o menys en 70 mg/L de mitjana, molt

per sobre dels 50 mg/L, valor paramètric per nitrat, segons RD 140/2003, tot i que el percentatge de fonts amb valors de nitrats superior a 50 mg/L ha disminuït lleugerament del 50% al 47%. Les fonts més afectades són les més mineralitzades i que pertanyen als municipis del centre de la comarca, la Plana de Vic, i part del Lluçanès, on els seus usos del sòl són, majoritàriament, de conreus agrícoles. La pluviometria és un factor coadjuvant de la contaminació, però la particular geografia de la comarca i el diferent règim pluviomètric, favorable i més abundant a les àrees sense contaminació per nitrats, suggereix que la recuperació de l'aigua de les fonts podria ser fàcil si la gestió dels residus ramaders i la fertilització dels conreus fos correcta. Per tant, doncs, un repte per l'agricultura.

Els resultats trobats en aquesta tesi i els darrers informes de l'Agència Catalana de l'Aigua, confirmen que calen noves mesures i més control per millorar la qualitat de l'aigua amb relació a la contaminació per nitrats d'origen agrari. Entre totes les solucions possibles, diferents autors i organitzacions, també contemplen mesures educatives per resoldre aquest greu problema. Per això, a la segona part de la tesi es fa un estudi sobre el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental a cinc escoles d'educació primària de la comarca, repartides geogràficament, per determinar la comprensió que l'alumnat participant té sobre les fonts del poble, sobre l'aigua que consumeixen habitualment, sobre el cicle de l'aigua, sobre els possibles contaminants de l'aigua de les fonts i quines solucions aportarien per tal de resoldre el problema. De les respostes dels alumnes se'n extreu que la majoria de nens i nenes participants no comprenen a fons les causes de la contaminació, encara que visquin a municipis amb fonts contaminades. A més a més, es veu com que encara que les nenes i els nens tinguin una bona representació del cicle de l'aigua, tampoc fa que compreguin les causes de l'entrada de nitrats a les aigües subterrànies. D'aquesta manera, es dedueix que per comprendre la contaminació de l'aigua per nitrats, i proposar accions coherents per prevenir-ho, calen projectes que se centrin explícitament en les causes d'aquesta problemàtica ambiental, com el projecte defontenfont, desenvolupat a dues de les escoles participants. Ara bé, si que sembla que hi ha una certa relació entre la percepció del consum d'aigua de l'aixeta de la xarxa pública amb els llocs on hi ha més fonts i les seves aigües estan menys contaminades, ja que en aquest cas els alumnes en consumirien més, gairebé el 90%, en canvi, la resta d'escoles, ubicades geogràficament en municipis amb fonts contaminades, no arriben al 50% els alumnes que en beurien. Aquests resultats mostren com la contaminació per nitrats és també un repte en el camp de l'educació.

Paraules clau: nitrats, aigua, fonts, educació ambiental .

Abstract

In this thesis work, the research has focused on the study of nitrate contamination of water sources in the Osona region. This fact, caused by the excess of fertilisers in the water sources, generates a great social, environmental, economic and public health problem. Natural springs, as part of their heritage value, are sampling points that provide water spontaneously and are easy to collect. They offer a way of assessing the quality of groundwater and their monitoring makes it possible to detect possible alterations in its natural composition due to the entry of pollutants, such as nitrates. Monitoring and control is carried out at a regular annual interval for each of the municipalities in the region and for 18 years. During this period of time, the aim is to find out how the number of sources evolves in different nitrate concentration intervals, in which the municipalities, evaluated as a whole of their sources, tend to reduce or increase their nitrate values and in which their water quality is not affected by this pollutant. It is also checked how the concentration of

nitrate content in the municipalities is affected by land use, rainfall and geographical location. It is considered whether the particular collection of aquifers in the region and the different rainfall regimes can help to reduce the quota of nitrates in the groundwater. It is also investigated how the overall mineralisation of the water is affected, measured in the form of conductivity and considered, together with nitrates, to be an essential indicator for controlling the good chemical status of groundwater. As the sources are the focus of this study, a specific analysis is made of the microbiological indicators of faecal contamination, total coliforms, *Escherichia coli* and faecal Enterococci, functional parameters to qualify the water and distinguish it from the values of nitrates found. The methodology used for the analysis of the different parameters has followed standardized protocols, and to ensure the quality of the results the requirements of ISO standards have been met and it has participated in exercises of intercomparison of results between laboratories, obtaining, in all cases, a satisfactory acceptance criterion.

The results of this study show, among other things, that the nitrate content of spring water has not varied significantly over the last 18 years, and has remained more or less at 70 mg/L, well above the 50 mg/L, the parametric value for nitrate, according to RD 140/2003, until the percentage of springs with nitrate values above 50 mg/L has fallen from 50% to 47%. The most affected sources are the most mineralised and belong to the municipalities in the centre of the county, Plana de Vic, and part of Lluçanès, where the land is mainly used for agricultural purposes. Rainfall is a contributory factor in pollution, but the particular geography of the county and the different rainfall regime, favourable and more abundant in areas without nitrate pollution, suggest that the recovery of water from the sources could be easy if the management of the waste from the farms and the fertilisation of the crops were correct. Therefore, a report for agriculture.

The results found in this thesis and the latest reports from the Catalan Water Agency confirm that new measures and more control are needed to improve water quality in relation to agricultural nitrate pollution. Among all the possible solutions, different authors and organisations also consider educational measures to solve this serious problem. Therefore, in the second part of the thesis, a study is carried out on the knowledge of water sources and their environmental problems in five primary schools in the region, distributed geographically, to determine the pupils' understanding of the town's springs, the water they usually consume, the water cycle, the possible pollutants in the water from the springs and what solutions they would provide to solve the problem. From the students' answers, it is clear that most of the participating children do not really understand the causes of pollution, even if they live in municipalities with polluted springs. Furthermore, it is clear that although the children have a good representation of the water cycle, they do not understand the causes of nitrates entering groundwater. Thus, it follows that in order to understand water pollution by nitrates and propose coherent actions to prevent it, there is a need for projects that focus explicitly on the causes of this environmental problem, such as the defontfont project, developed in two of the participating schools. However, it does seem that there is a certain relationship between the perception of water consumption from the public water supply network and the places where there are more sources and their water is less polluted, In this case, almost 90% of pupils would drink more, while in the other schools, geographically located in municipalities with polluted water sources, less than 50% of pupils would drink water. These results show that nitrate pollution is also a challenge in the field of education

Keywords: nitrates, water, natural springs, environmental education.

Taula de contingut

1	Introducció.....	2
2	Els nitrats a l'aigua de les fonts	6
2.1	Antecedents.....	6
2.1.1	Origen de la contaminació per nitrats a les aigües subterrànies	10
2.1.2	Efectes dels nitrats a la salut humana	16
2.1.3	La problemàtica de la contaminació per nitrats a Osona.....	19
2.1.4	Les fonts naturals com a punts de mostreig.....	29
2.2	Objectius específics	33
2.3	Materials i mètodes.....	35
2.3.1	Àrea d'estudi	35
2.3.2	Mostreig	37
2.3.3	Punts de mostreig.....	38
2.3.4	Determinacions analítiques	45
2.3.5	Altres variables	48
2.3.6	Tractament estadístic de les dades	50
2.4	Resultats i discussió.....	50
2.4.1	Concentració de nitrats per municipi (any 2019).....	53
2.4.2	Concentració de nitrats per municipi, seguiment de 2002 a 2019	55
2.4.3	Relació entre nitrats dels municipis. Usos del sòl, règim pluviomètric i situació geogràfica a la comarca	67
2.4.4	Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb els seus usos del sòl	68
2.4.5	Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb el percentatge de les seves superfícies agràries útils	69
2.4.6	Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb el percentatge de les seves superfícies de conreu	72
2.4.7	Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb la seva pluviometria	76
2.4.8	Particularitats entre la pluviometria, la recàrrega d'aqüífers i la concentració de nitrats....	79
2.4.9	Comparació de la concentració de nitrats del municipi amb la seva altura.....	84

2.4.10	Comparació de la concentració de nitrats amb la conductivitat de l'aigua	89
2.4.11	Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb els seus indicadors microbiològics de contaminació fecal	96
2.5	Conclusions	99
3	L'educació com a eina de sensibilització sobre la contaminació de les fonts	103
3.1	Introducció	103
3.2	Breu recorregut històric per l'educació ambiental per a la sostenibilitat a Catalunya i Espanya .	109
3.3	El cicle de l'aigua com a model educatiu. Dificultats	113
3.4	Projectes d'educació ambiental per a la sostenibilitat relacionats amb la qualitat d'aigua que poden participar les escoles de la comarca d'Osona	115
3.4.1	Projecte Rius	115
3.4.2	El Montseny a l'escola. El Montseny i l'aigua	117
3.4.3	Camí de l'aigua	118
3.4.4	Dia Mundial de Control de la Qualitat de l'Aigua	118
3.4.5	Projecte de fontenfont	120
3.5	Projecte de fontenfont. Pràctica d'aula per l'anàlítica	124
3.5.1	Determinació del pH	124
3.5.2	Determinació de la conductivitat elèctrica	125
3.5.3	Determinació dels nitrats	129
3.5.4	Paràmetres indicadors microbiològics:	131
3.5.5	Qualificació sanitària de l'aigua de la font	133
3.5.6	Consells pràctics per conèixer possibles contaminants de l'aigua de la font	134
3.6	Estudi sobre el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental per a nenes i nens de Cicle Superior de primària	137
3.6.1	Objectius de l'estudi sobre el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental .	137
3.6.2	Metodologia de l'estudi	138
3.6.3	Escoles participants	141
3.6.4	Disseny i objectius del qüestionari	144
3.6.5	Objectius de les preguntes, per avaluar els coneixements dels escolars	150
3.6.6	Limitacions de les preguntes	151
3.6.7	Resultats	153
3.7	Conclusions	173
3.8	Implicacions educatives	175
4	Conclusions finals i reflexions	180
5	Annex	185

5.1	Annex I.....	185
5.2	Annex II.....	203
5.3	Annex III.....	205
5.4	Annex IV.....	207
5.5	Annex V.....	209
5.6	Annex VII. Dibuixos del cicle de l'aigua amb magatzem i component dinàmic aigua subterrània. 218	
5.7	Annex VIII. Dibuixos dels cicle de l'aigua sense magatzem ni component dinàmic aigua subterrània.	220
5.8	Annex IX. Projecte font de font	223
6	Referència.....	241

Índex de figures

Figura 2-1 El cicle del nitrogen. RuralCat. Ubach, N i Teira, M.R (2018).	12
Figura 2-2 Evolució de les zones vulnerables a Catalunya (1998-2009). Font: DAAM Gencat.....	24
Figura 2-3 Darrera actualització de les zones vulnerables a Catalunya (2021). Font: DAAM Gencat.....	24
Figura 2-4 Municipis designats com a zona vulnerable a la comarca d'Osona. Any 2021. Font: DAAM Gencat.	25
Figura 2-5 . Situació de la comarca d'Osona a Catalunya i els seus municipis. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya.....	36
Figura 2-6 Situació de cada una de les fonts, amb el seu número de localització dins del municipi. Font: pròpia.	44
Figura 2-7 Percentatge anual de fonts amb una concentració de nitrats d'entre 0 i 10 mg/L (verd), d'entre 10 i 25 mg/L (groc), d'entre 25 i 50 mg/L (taronja) i superior a 50 mg/L (vermell). Font: pròpia.....	51
Figura 2-8 Percentatge quadriennal de fonts amb una concentració de nitrats d'entre 0 i 10 mg/L (verd), d'entre 10 i 25 mg/L (groc), d'entre 25 i 50 mg/L (taronja) i superior a 50 mg/L (vermell). Font: pròpia.....	52
Figura 2-9 Municipis d'Osona i la seva concentració mitjana de nitrats. Any 2019. Font: pròpia.....	54
Figura 2-10 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és < 10 mg/L. Font: pròpia.	58
Figura 2-11 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és < 25 mg/L. i tendeix a disminuir. Font: pròpia.....	59
Figura 2-12 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 25 mg/L. i tendeix a l'augment. Font:pròpia.	59
Figura 2-13 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 50 mg/L. i augmenta. Font: pròpia.....	60
Figura 2-14 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats, puntualment, ha sobrepasat els 50 mg/L. i augmenta. Font: pròpia.	60
Figura 2-15 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L i tendeix a l'augment. Font: pròpia.	61
Figura 2-16 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L i tendeix a l'augment. Font: pròpia.	62
Figura 2-17 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L, o hi ha estat i tendeix a disminuir. Font: pròpia.....	63
Figura 2-18 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L, o hi ha estat i tendeix a disminuir. Font: pròpia.....	64
Figura 2-19 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és o ha estat > 50 mg/L, i tendeix a disminuir. (St. Martí de Centelles >40 mg/L). Font: pròpia.	65
Figura 2-20 Mapes d'Osona amb els valors de nitrats per municipi, any 2019 (dreta) i localització dels conreus agrícoles, en color groc, amb dades DUN 2018 (esquerra). Font: pròpia.	68
Figura 2-21 Gràfiques de correlació, amb l'equació de la recta i valor R^2 , de la concentració mitjana de nitrats i el percentatge de SAU per municipi de la comarca d'Osona de l'any 2009, coeficient de correlació 0,5178, R^2 0,2681 i $p < 0,0001$. (gràfica de l'esquerra) i de l'any 2015, coeficient de correlació 0,6413, R^2 0,4113 i $p < 0,0001$ (gràfica de la dreta). Font: pròpia.	72

Figura 2-22 Gràfiques de correlació, amb l'equació de la recta i valor R^2 de la mitjana de nitrats i percentatge de superfície de conreu per municipi de la comarca d'Osona de l'any 2011, coeficient de correlació 0,7726, valor R^2 0,5970 i $p < 0,0001$ (gràfica de l'esquerra) i de l'any 2018, coeficient de correlació 0,6762, valor R^2 0,4572 i $p < 0,0001$. (gràfica de la dreta). Font: pròpia.....	75
Figura 2-23 Gràfica lineal de la relació entre les mitjanes anuals de la pluviometria i la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts, dels municipis de la comarca d'Osona. Coeficient de correlació 0,6965, $p < 0,0001$. N= 17 anys. Font: pròpia.	77
Figura 2-24 Gràfiques de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la mitjana de pluviometria anual comarcal i la mitjana anual de nitrats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona, coeficient de correlació 0,6965, valor R^2 0,4852 i $p < 0,0001$ (gràfica de l'esquerra) i mitjana de pluviometria anual comarcal i percentatge anual de fonts amb valor de nitrats > 50 mg/L, coeficient de correlació 0,6484, R^2 0,4205 i $p < 0,0001$. (gràfica de la dreta). N= 17 anys. Font: pròpia.	78
Figura 2-25 Mapa de la pluviometria mitjana per municipi de 2000 a 2019. Les fletxes blaves indiquen l'àrea de recàrrega d'aqüífers i la direcció del flux [25]. Entre parèntesi el nombre de municipis a l'interval pluviomètric. Font: pròpia.	81
Figura 2-26 Mapes de la pluviometria (esquerra), concentració de nitrats (centre) i ortofotomapa d'usos del sòl i àrea de recàrrega d'aqüífers (dreta). Entre parèntesi el nombre de municipis a l'interval pluviomètric i de nitrats. L'observació conjunta dels 3 mapes ens permet veure els municipis on plou més i hi ha menys concentració de nitrats son els situats a l'àrea de recàrrega d'aqüífers de la comarca, on hi ha majoritàriament massa forestal, gairebé sense conreus. Font pròpia.....	82
Figura 2-27 Gràfica de la comparació entre l'altitud dels municipis (m) i la mitjana de la seva concentració de nitrats (mg/l) per els anys 2004 i 2019. Font: pròpia.	86
Figura 2-28 Gràfic de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració de nitrats (mg/L) i l'altitud dels municipis (m). Factor de correlació -0,5842, R^2 0,3390 i $p < 0,0001$ (Any 2004). Font: pròpia. ...	88
Figura 2-29 Gràfic de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració de nitrats (mg/L) i l'altitud dels municipis (m) Factor de correlació -0,5905, R^2 0,3487 i $p < 0,0001$ (Any 2019). Font: pròpia. ...	88
Figura 2-30 Gràfiques de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració nitrats i conductivitat a les fonts d'Osona dels anys 2012 a 2019. Font: pròpia.....	90
Figura 2-31 Mapa de la conductivitat mitjana per municipis de l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona (mapa de l'esquerra) comparat amb el mapa dels municipis d'Osona i la seva concentració mitjana de nitrats (mapa de la dreta) de l'any 2019. Font: pròpia.	92
Figura 2-32 Gràfiques de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració nitrats i conductivitat a les fonts de municipis de la Vall del Ges dels anys 2013 i 2020. Any 2013, factor de correlació 0,8273, R^2 0,6843 i $p < 0,0001$. Any 2020 factor de correlació 0,9320, R^2 0,8692 i $p < 0,0001$. Font: pròpia.	95
Figura 2-33 Mapa de la comarca d'Osona, amb la situació de les fonts, la seva concentració de nitrats i els indicadors microbiològics de contaminació fecal Coliformes totals (CT), <i>Escherichia coli</i> (EC) i Enterococs fecals (EF), trobats a les seves aigües a l'any 2016. Font: pròpia.....	98
Figura 3-1 Tires per determinar el pH amb escala de colors i valors de pH de 1 a 11 amb exemples. Font: pròpia.	125
Figura 3-2. Conductímetre. Font: pròpia.	126
Figura 3-3 Diagrama de l'anàlisi de la conductivitat elèctrica d'una dissolució. Font: pròpia.	127
Figura 3-4 Etiqueta d'aigua mineral. Composició química. Ions majoritaris. Font: pròpia.	128
Figura 3-5 Valors de conductivitat aproximats de diferents aigües. Font: pròpia.	128
Figura 3-6 Anàlisi de nitrats per tira reactiva. Comparativa de colors. Font: pròpia.	129

Figura 3-7 Arribada de nitrats a l'aigua de la font, procedents de la fertilització dels conreus. Font: pròpia.	130
Figura 3-8 Creixement de colònies Coliformes. Mètode filtració per membrana.	132
Figura 3-9 Observació del creixement de microorganismes amb una lupa. Font: pròpia.	133
Figura 3-10 Exemple del resultat de la pràctica a l'aula, dels valors trobats i la qualificació de l'aigua de la font. Font: pròpia.	134
Figura 3-11 Ortofotomapa i mapa topogràfic per observar possibles focus contaminants d'origen agrícola i ramader, de l'aigua d'una font apadrinada (punt groc). En aquest cas, granges i una masia (cercles negres) i conreus (polígon groc). Les fletxes negres indiquen la direcció dels pendents i recàrrega d'aigua. Font: pròpia.	136
Figura 3-12. Tipus de simbologia i envasos que informen del tipus d'aigua en bevible o no. Font: pròpia.	146
Figura 3-13 Escala de colors per determinar el pH de l'aigua de la font. Font: pròpia.	148
Figura 3-14 Escala de colors per determinar la concentració de nitrats de l'aigua. Font: pròpia.	148
Figura 3-15 Referències de valors de conductivitat de diferents tipus d'aigua. Font: pròpia.	148
Figura 3-16 Placa de petri sense bacteris i placa de petri amb bacteris d'origen fecal per veure i comparar si hi ha creixement de bacteris a la placa de petri amb la mostra. Font: pròpia.	149
Figura 3-17 Nombre de fonts naturals i urbanes que anomenen els alumnes. Al menys una i més de cinc. Font: pròpia.	153
Figura 3-18 Activitats que els alumnes realitzen a la font. Font: pròpia.	155
Figura 3-19 Percentatges de consum per escola, d'aigua de beguda: aigua de l'aixeta i aigua embotellada. Font: pròpia.	157
Figura 3-20 Percentatges de consum d'aigua de font amb cartell no potable i amb cartell aigua no tractada. Font: pròpia.	158
Figura 3-21 Magatzems del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. Font: pròpia.	161
Figura 3-22 Components dinàmics del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. Font: pròpia.	161
Figura 3-23 Magatzems i components dinàmics del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats per tots els alumnes. Font: pròpia.	162
Figura 3-24 Percentatge de respostes de cada una de les possibles activitats contaminants de l'aigua de la font. Font: pròpia.	163
Figura 3-25 Percentatge de respostes de quina és l'aigua apta per a la beguda. Font: pròpia.	164
Figura 3-26 Percentatge de respostes de l'ampolla d'aigua bona i el perquè, segons els resultats de la pràctica. Font: pròpia.	165
Figura 3-27 Percentatge de propostes adreçades a l'alcalde, per a la millora de la qualitat de l'aigua de la font. Font: pròpia.	166
Figura 3-28 Percentatges de cada una de les escoles del coneixement de fonts i que hi van a beure aigua. Font: pròpia.	167
Figura 3-29 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que beurien aigua de l'aixeta. Font: pròpia.	168
Figura 3-30 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que beurien aigua embotellada. Font: pròpia.	168
Figura 3-31 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que beurien aigua amb rètol no potable (gràfica de la dreta) i amb rètol no tractada (gràfica de l'esquerra). Font: pròpia.	169

Figura 3-32 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que dibuixen magatzems i components dinàmics del cicle de l'aigua. Font: pròpia.	169
Figura 3-33 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que dibuixen el magatzem aquífer i components dinàmics infiltració i circulació subterrània del cicle de l'aigua. Font: pròpia.	170
Figura 3-34 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que identifiquen els residus plàstics (gràfica de l'esquerra) i els fems i purins (gràfica de la dreta) com a contaminants de l'aigua de la font. Font: pròpia.	171
Figura 3-35 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que proposen mesures de protecció de l'entorn de la font (gràfica de l'esquerra) i mesures de protecció de qualitat de l'aigua (gràfica de la dreta). Font: pròpia.	172
Figura 3-36 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que proposen mesures de protecció agroramaderes per millorar la qualitat de l'aigua de les fonts. Font: pròpia.	172
Figura 5-1 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 1 amb circulació subterrània. Font: pròpia..	218
Figura 5-2 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 2 amb circulació subterrània. Font: pròpia..	219
Figura 5-3 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 3, sense circulació d'aigua subterrània. Font: pròpia.	220
Figura 5-4 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 6, sense circulació d'aigua subterrània. Font: pròpia.	221

Índex de taules

Taula 2-I Classes i superfície del sòl a la comarca d'Osona a l'any 2018. Font: Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT).....	37
Taula 2-II Fonts en estudi. Codi de municipi, coordenades geogràfiques i número de localització. Font: pròpia.	39
Taula 2-III Participació als exercicis d'intercomparació de resultats. Valors de nitrats i conductivitat trobats pel laboratori, valors assignats per l'entitat ENAC i valor Z-score. Font: pròpia.....	47
Taula 2-IV Concentració mitjana de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona des de l'any 2002 al 2019. A la Taula 5-II i Taula 5-III, hi ha la mateixa taula amb les desviacions estàndard. Font: pròpia.....	55
Taula 2-V Superfícies dels municipis de la comarca d'Osona, la seva superfície agrària útil i el percentatge al municipi i els valors de concentració de nitrats dels anys 2009 i 2015. Font: pròpia.....	70
Taula 2-VI Superfície dels municipis de la comarca d'Osona, concentració mitjana de nitrats, superfície de conreu i percentatge de conreu dels municipis de la comarca d'Osona dels anys 2011 i 2018. Font: pròpia.	73
Taula 2-VII Valors de la mitjana comarcal de pluja i nitrats per anys. Font: pròpia.	76
Taula 2-VIII Municipis de la comarca d'Osona amb la seva superfície, altitud, concentració mitjana de nitrats de l'any 2019 i pluviometria mitjana en el període 2000 a 2019. Els valors de pluviometria marcats amb un asterisc, indiquen que els valors corresponen a altres municipis propers al referit. Font: pròpia.....	79
Taula 2-IX Municipis de la comarca d'Osona amb la seva altitud i concentració mitjana de nitrats dels anys 2004 i 2019, ordenats de més a menys altitud i amb intervals de diferents colors per facilitar la lectura de les gràfiques. Municipis situats entre 800 i 1000 m, en color verd, els municipis situats entre 600 i 800 m, en color groc, els municipis situats entre 500 i 600 m, en color taronja i els municipis situats per sota dels 500 m, en color vermell. Font: pròpia.....	84
Taula 2-X Municipis de la comarca d'Osona amb la mitjana de la concentració de nitrats i la mitjana de la conductivitat de l'aigua de les fonts de l'any 2019. Font: pròpia.	93
Taula 2-XI Fonts dels municipis de la Vall del Ges amb la seva concentració de nitrats i conductivitat de l'aigua dels anys 2013 i 2020. Font: pròpia.	95
Taula 3-I Extret de: Educació per als Objectius de Desenvolupament Sostenible. Objectius d'aprenentatge. Centre UNESCO de Catalunya, 2017.....	106
Taula 3-II. Resultats dels colors obtinguts amb les tires reactives de pH i nitrats, valors de conductivitat trobats i creixement o no, de colònies a les plaques de petri, de cada una de les mostres d'aigua. Font: pròpia.	149
Taula 3-III Percentatge d'alumnes que recorden els projectes i activitats fets a l'escola relacionats amb l'aigua. Si no hi ha valor cap alumne ho recorda. Font: pròpia.	155
Taula 3-IV Magatzems del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. (n= nombre d'alumnes que han participat). Font: pròpia.	160
Taula 3-V Components dinàmics del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. (n= nombre d'alumnes que han participat). Font: pròpia.....	160
Taula 5-I Taula de la concentració de nitrats anual de l'aigua de les fonts dels municipis d'Osona. Font: pròpia.	185

Taula 5-II Taula de la mitjana anual de la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona de l'any 2002 a 2011. Font: pròpia.....	203
Taula 5-III Taula de la mitjana anual de la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona de l'any 2012 a 2019. Font: pròpia.....	205
Taula 5-IV Taula de la pluviometria anual (mm) dels municipis de la comarca d'Osona de l'any 2001 a l'any 2019. Meteosona.	207
Taula 5-V Taula anual de conductivitat a 20º C de l'aigua de les fonts dels municipis d'Osona. Font: pròpia.	209

Abreviatures

Abreviatura	Terme
mg/L	mil·ligrams per litre
$\mu\text{S/cm}$	microsiemens per centímetre
mL	mil·lilitres
mm	mil·límetres
l/m^2	litres per metre quadrat
M	metres
$^{\circ}\text{C}$	graus centígrads
Ha	hectàrees
Nm	nanòmetre
Ufc	Unitat formadora de colònia
UV	Ultraviolat
N_2	nitrogen elemental
N_2O	òxid nítrós
NH_3	amoníac
NH_4^+	amoni
NO_2^-	nitrit
NO_3^-	nitrat
ADN	àcid desoxiribonucleic
ARN	àcid ribonucleic
ACA	Agència Catalana de l'Aigua
ADECAGUA	Associació per la Defensa de la Qualitat de l'Aigua
ADET	Associació d'Estudis Torellonencs
BioSciCat	Societat Catalana de Ciències per a la Conservació de la Biodiversitat
CEE	Comunitat Econòmica Europea
CIDOB	Centre d'Informació i Documentació Internacionals a Barcelona
CODI	Grup de Recerca Coneixement i Didàctica de la UVic-UCC
COFB	Col·legi Oficial de Farmacèutics de la província de Barcelona
DAAM	Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Acció Rural
DGEA	Direcció General de Promoció i Educació Ambiental
DMA	Directiva Marc de l'Aigua
DMCCA	Dia Mundial de Control de Qualitat de l'Aigua
DUN	Declaració agrària anual
ECEA	Estratègia Catalana d'Educació Ambiental
ENAC	Entitat Nacional d'Acreditació
EPTI	Esquema provisional de temes importants
EsenRED	Xarxa Espanyola d'Escoles cap a la Sostenibilitat
ETAP	Estació de tractament d'aigües potables
FAO-OMS	Food and Agriculture Organization – Organització Mundial de la Salut
GDT	Grup de Defensa del Ter
GOV	Acord de Govern
IDA	Ingesta diària admesa
IDESCAT	Institut d'Estadística de Catalunya
IEC	Institut d'Estudis Catalans
LNH	limfoma no hodgkinià
ODS	Objectius de Desenvolupament Sostenible
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFAG	Office fédéral de l'agriculture

Abreviatura	Terme
OMS	Organització Mundial de la Salut
PAR	Pla d'acció regional nitrats a França
PEIN	Pla d'espais d'interès natural de Catalunya
RD	Reial Decret
SART	Servei d'assaig i recerca tecnològica. Universitat de Vic.
SAUR	Societat d'abastaments urbans i rurals
SCEA	Societat Catalana d'Educació Ambiental
SDIM	Consulta de dades i resultats analítics històrics del Programa de seguiment i control de l'Agència Catalana de l'Aigua
SICEF	Simposi Ibèric Conservació Ecosistemes Fontinals
TSH	tirotropina
UAB	Universitat Autònoma de Barcelona
UB	Universitat de Barcelona
UdG	Universitat de Girona
UE	Unió Europea
UNESCO	Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura
UVic-UCC	Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya
WHO	World Health Organization
XESC	Xarxa d'Escoles per a la sostenibilitat de Catalunya
ZVN	Zones vulnerables a la contaminació per nitrats

1 Introducció.

L'any 1988 es va dur a terme un estudi per determinar la composició mineral de l'aigua de les fonts de la zona nord d'Osona, concretament la Vall del Ges, per veure les diferències de concentració de cada un dels components, en funció de l'altura de la font, ja que a la part alta del municipi de Vidrà les fonts estan situades a una altitud de 1000 m i al municipi de Torelló, a 500 m. Després de determinar els minerals majoritaris, es va observar, curiosament, que la concentració de nitrats augmentava a mesura que disminuïa l'altura de la font. Així, totes les fonts de la part més alta i situades en zones de bosc i pastures, tenien el valor de nitrats inferior a 10 mg/L. En canvi, les fonts properes als municipis de la part baixa de la Vall del Ges, en concret de Sant Pere i Sant Vicenç de Torelló i Torelló, i menys altura, la mineralització augmentava i el valor de nitrats, en molts casos, ja superava els 50 mg/L, límit màxim permès per la legislació vigent. De llavors ençà, s'han realitzat tot un seguit d'anàlisi a l'aigua de les fonts de tota la comarca, per investigar quines poden ser les causes d'aquestes variacions de les concentracions de nitrats i fer-ne el seguiment, en l'espai i en el temps. Han estat força anys de seguiment, molts punts de mostreig i el màxim nombre de dades geogràfiques, geològiques, climàtiques, econòmiques i analítiques, fàcils d'interpretar i de relacionar amb la concentració de nitrats i que pretenen divulgar, també amb objectius pedagògics, prenent com a exemple la problemàtica detectada al 1988, a la

comarca d'Osona. Una feina fonamentada en analitzar les aigües de les fonts, que al capdavant vénen a ser estacions de mostreig espontànies [1]¹.

Una font és una eixida natural i localitzada d'aigua que brolla de la terra [2] i l'estudi de la seva composició química suposa una font d'informació indirecta de les característiques geològiques del terreny, així com dels processos hidrogeològics que s'hi produeixen [3]. La seva anàlisi periòdica permet conèixer els canvis en el seu contingut mineral, l'evolució de la qualitat de l'aigua en els aqüífers que les alimenten i la possible entrada de contaminants d'origen antròpic [4].

La importància de les fonts en el conjunt de l'ecosistema, es va fer evident i manifest l'any 2019 al 1r Simposi Ibèric de Conservació d'Ecosistemes Fontinals (SICEF), organitzat per la Societat Catalana de Ciències per a la Conservació de la Biodiversitat (BioSciCat), en el seu programa "Fonts Naturals". Així ho demostren els diversos treballs presentats, que s'han centrat en estudiar el valor biològic i ecològic de les fonts naturals, i han observat que centenars d'espècies viuen en qualsevol reducte fontinal de pocs metres quadrats. D'altres, s'han centrat en estudiar el seu valor patrimonial i cultural, no sols des del punt de vista arquitectònic i etnològic, sinó referit a tot el que està relacionat amb les fonts, la seva història i les seves tradicions [5].

Resulta evident, segons els estudis presentats en aquest simposi, que són un hàbitat extraordinàriament fràgil i vulnerable: la continuïtat de les surgències hidrològiques que fan possible i impulsen biològica i ecològicament les fonts naturals, podria estar seriosament amenaçada per efecte del canvi climàtic, i d'altres pressions, com són la sobreexplotació i la contaminació de les aigües subterrànies de les quals depenen les fonts.

¹ En el que segueix, les cites bibliogràfiques s'han basat en el format IEEE, que es veurà un número dintre de claus []. S'ha fet així per a que no s'incrementi text (les cites) que puguin desviar l'atenció del lector. Al final del document estan totes les cites.

La veritat és que cada vegada és més gran el nombre de casos coneguts de desaparició de fonts naturals i, fins i tot, d'ecosistemes fontinals sencers. A part de la pèrdua del valor patrimonial i cultural, també comporta unes conseqüències socials, ambientals i econòmiques i fins i tot sanitàries si es consumeixen les aigües que puguin estar contaminades per nitrats [2], [6].

Resulta evident, doncs, que la seva protecció, control i conservació ha d'esdevenir un repte de primer ordre i de la màxima urgència.

L'educació, en tota la comunitat educativa, pot ser un instrument per socialitzar el coneixement de la qualitat de l'aigua i sensibilitzar i conscienciar que cal protegir les aigües subterrànies de la contaminació en general i sobretot dels nitrats procedents dels fertilitzants agrícoles utilitzats en l'adobat dels conreus. Per això, a l'any 2006, del seminari del Pla de Formació Permanent de Zona en el que hi participen representants de centres educatius de la Vall del Ges, Oris i el Bisaura, sorgeix el "Projecte defontenfont", proposta d'educació ambiental centrada exclusivament en les fonts, el seu entorn i la qualitat de la seva aigua. Entre altres objectius hi ha el de reconèixer i aprendre les característiques físicoquímiques i biològiques de l'aigua de la font, per tenir coneixement de si són o no aptes per al consum humà i veure quins són els principals perills d'entrada de contaminants en aquestes aigües i quines activitats antròpiques s'han de vetllar per mantenir una bona qualitat de l'aigua de la font. L'autor de la tesi va participar i participa en la redacció de la part analítica de l'aigua i en la pràctica a l'aula per determinar-ne la qualitat.

El principal objectiu d'aquesta tesi és, doncs, l'estudi de la contaminació per nitrats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona, amb un seguiment i control anual, municipal i dels darrers 18 anys, per observar, en aquest període de temps, com evoluciona la concentració de nitrats, quins municipis en són els més afectats i quina relació hi ha amb els usos del sòl, la pluviometria i la seva situació geogràfica a la comarca. En una segona part s'estudia si els programes

d'educació ambiental a les escoles, relacionats amb la qualitat de l'aigua, poden ser un bon instrument per conscienciar a tota la comunitat educativa d'aquest greu problema que afecta a bona part de les aigües subterrànies de la comarca.

2 Els nitrats a l'aigua de les fonts

2.1 Antecedents

La contaminació difusa de les aigües subterrànies per nitrats, derivada de l'aportació de fertilitzants químics i orgànics als conreus, és un dels problemes mediambientals i de salut pública que més afecten els aqüífers [7], [8], [9].

A la Unió Europea, la Directiva 91/676/CEE [7], és l'instrument que permet la detecció d'aigua contaminada per nitrats i la seva correcta implementació és essencial pel control d'aquest problema. Per a la protecció de les aigües enfront a les pressions agrícoles, aquesta Directiva adopta la designació d'àrees vulnerables a la contaminació per nitrats (ZVN), l'establiment del codi de bones pràctiques agràries i altres mesures per prevenir i reduir la contaminació per nitrats i el seguiment de masses d'aigua pel que fa a les concentracions de nitrats.

A Europa, en el període 2012-2015, el 13,2% dels punts de mostreig d'aigua subterrània superava una concentració de nitrats de 50 mg/L, essent Irlanda, Finlàndia i Suècia els països amb gairebé cap punt que l'excedeixi, i Malta, Alemanya i Espanya, amb un 71%, 28% i 21,5% dels punts, respectivament, els països on hi havia més estacions d'aigües subterrànies que el superaven [10].

A Catalunya, un informe de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) de l'any 2016 [11] alertava que al 2015 el 41% de les masses d'aigua subterrània presentaven contaminació per nitrats i, per tant, es consideraven en mal estat. L'informe més recent de la mateixa Agència [12], indica que actualment els aqüífers que presenten una situació més preocupant són els del Segrià, l'Urgell, la Segarra, els del Camp de Tarragona, l'Anoia, el Penedès, el delta del

Llobregat, el Maresme, el Vallès, l'Empordà, el Pla de l'Estany, el Gironès, la Selva, Osona i la Garrotxa. Aquests aquífers corresponen als que es troben en les àrees més actives de Catalunya des del punt de vista agropecuari, i per tant, on els adobs i els productes ramaders residuals, bàsicament purins, són aplicats més extensament.

Tot i que el problema de la contaminació per nitrats té una multiplicitat d'aspectes en la dimensió espacial i temporal, on resulta més complexa la seva resolució és en l'àmbit agrari a causa de la seva interrelació tant amb factors naturals i ecològics com també socials i econòmics [13]. Per tal de reconduir la situació de contaminació actual i recuperar la qualitat de l'aigua afectada per nitrats és necessari, en primer lloc, reduir els focus de contaminació amb una reducció de l'entrada de compostos nitrogenats a les aigües subterrànies. Aquesta reducció es podria aconseguir aplicant mesures preventives, com l'aplicació estricta del codi de bones pràctiques agràries i la retirada dels excedents de purins dels municipis excedentaris cap a municipis deficitaris o cap a plantes de tractament de residus ramaders, individuals o col·lectives [13]. Altres mesures, considerades al Document EPTI 2019 [12] de l'ACA són: reduir o limitar l'activitat agrària en zones de forta pressió i mal estat del medi, potenciar l'ús i l'aplicació eficient de fertilitzants a través de programes de seguiment local i mesures agrícoles addicionals per a la protecció de les captacions d'aigua per a consum humà.

En segon lloc, cal disposar d'informació, en l'espai i en el temps, per tal d'establir el mapa precís de la contaminació de les aigües subterrànies en períodes de temps dilatats que permeti avaluar la variació de les concentracions i, per tant, l'efecte de les mesures preventives o de recuperació aplicades [7], [14]. L'estudi i la comprensió del clima, l'abundància d'estacions de mesura i

la presa regular de mostres es varen destacar com a paràmetres fonamentals per al monitoratge [1].

Per trobar l'equilibri i per conciliar el rendiment econòmic de les activitats agrícoles i el respecte als requisits ambientals, a la pròpia comarca, hi ha la “Taula per la gestió sostenible de Ramaderia a Osona” o “Taula de purins”, creada amb la voluntat de fer compatible un sector ramader modern amb la gestió sostenible del territori des del Consell Comarcal d'Osona, Creació i la Universitat de Vic [15]. Aquesta taula està integrada per membres del sector ramader, de l'administració catalana, de recerca i coneixement i agents socials. És un espai de diàleg i concertació per trobar solucions eficients i eficaces per la correcta gestió de les dejeccions ramaderes a la comarca d'Osona. Els seus objectius i accions específiques van encaminades majoritàriament a impulsar sistemes de tractament a la pròpia explotació per reduir l'impacte dels purins a la comarca. A la Comunitat de Navarra, s'està duent a terme el projecte europeu “Life-nitratos” [16] que pretén comprendre millor l'impacte de l'activitat agrícola i ramadera en la qualitat de l'aigua, amb l'objectiu de definir i promoure les millors pràctiques i eines agrícoles en la gestió de fertilitzants minerals i orgànics i contribuir així a millorar la rendibilitat de l'activitat agrícola i reduir la contaminació per nitrats de l'aigua de drenatge. Es tracta de transformar els problemes relacionats amb el nitrogen, amb solucions, compatibles amb les activitats agràries i ramaderes, implicant en això a tots els sectors productius. Les accions que realitzen són investigacions de les pràctiques agrícoles en moltes àrees pilot i de conques concretes, amb gestió ramadera intensiva, i de manera que sigui fàcil controlar les entrades i sortides d'aigua, de manera que estigui controlada la superfície agrària, el cens ramader, les explotacions, els conreus i el sòl. S'estudia el balanç global de nitrogen per trobar les relacions entre les pràctiques agrícoles a la conca i la qualitat de les aigües que surten d'ella (mesurades en concentració de nitrats) i l'estimació de l'equilibri de

nitrogen de la conca. Amb aquestes dades es crea un programa informàtic per a la modelització de pràctiques ramaderes i resultats ambientals on s'establiran correlacions entre les pràctiques agrícoles i el nitrogen lixiviat per recomanar pràctiques agrícoles que ajudin a mantenir la qualitat de l'aigua del sistema i maximitzar la producció de farratge. A França, el principal instrument regulador per combatre la contaminació agrícola relacionada amb el nitrogen es el programa "Acció nitrats" [17]. A les diferents regions franceses, per combatre aquesta contaminació, apliquen un Programa específic d'Acció Regional (PAR) "Nitrats". A la Normandia, per exemple, aquest programa és el resultat d'una consulta pública amb els principals actors regionals i que reuneixen els serveis estatals, les cambres d'agricultura, les organitzacions agràries professionals, les agències d'aigua, les associacions mediambientals i de protecció i al consumidor. L'objectiu és limitar la fuita de nitrats cap a les aigües subterrànies i superficials. En el programa s'assessora i controla als agricultors cap a les pràctiques agrícoles sostenibles i que no contaminin les aigües. A França, doncs, es considera que la qüestió de la contaminació difusa per nitrats agrícoles és una qüestió social, complexa, multitècnica i multidisciplinària, i en alguns territoris de la regió s'està debatent fortament aquest tema a causa de la degradació de la qualitat dels recursos hídrics (aigua potable, rierols, aigua de fonts i aigua costanera). En aquest debat hi contribueixen, agricultors, ramaders, associacions mediambientals, experts i instituts de recerca, consumidors, per buscar un consens per solucionar el problema dels nitrats. [18]. A Suïssa, els "Projectes o estratègia nitrat", en curs a diversos cantons, es fonamenten en l'adaptació dirigida de la granja i en la substitució de conreus intensius per prats permanents i permet reduir els nivells de nitrats en zones sensibles en la mesura requerida i amb l'objectiu de reduir la concentració de nitrats per sota de 25 mg/L a totes les conques de les captacions de les aigües subterrànies que subministren la xarxa d'aigua potable.

La Confederació i altres institucions cobreixen els costos que suposen per als agricultors aquestes mesures especials i pactades per contracte, de manera que la protecció de la contaminació de l'aigua de pous de captació, amb compensacions econòmiques per als agricultors, els pot suposar menys cost, que no pas captar aigües superficials o subterrànies contaminades i tots els tractaments que calen per a la seva potabilització [19], [20]. Els requisits del contingut de nitrats a les aigües subterrànies destinades a ser tractades per al consum humà, és de 25 mg/L, tot i que el valor màxim permès a distribució és de 40 mg/L, d'aquesta manera, les mesures de protecció poden ser més eficients [21]. Consideren que és essencial fer un seguiment o monitorització acurada que permeti observar els efectes de l'agricultura sobre el medi ambient. Per això hi ha uns indicadors agro-ambientals, entre d'altres, els nitrats a les aigües subterrànies, que els propis pagesos, es cuiden de determinar, controlar i enviar als sindicats agrícoles que treballen estretament amb l'Oficina federal per l'agricultura (OFAG) que realitza un seguiment agro-ambiental basat en indicadors calculats a nivell nacional, regional i agrícola de les dades recollides que procedeixen de les pròpies operacions dels agricultors. Gràcies a aquest compromís de tots els actors implicats, Suïssa té un base d'informació única per al desenvolupament futur de la seva política agrícola [21], [22].

2.1.1 Origen de la contaminació per nitrats a les aigües subterrànies

El nitrat té el seu origen en el nitrogen que hi ha en les diferents matrius ambientals. El nitrogen a l'atmosfera està en forma de gas inert, així que no pot ser utilitzat per les plantes superiors ni pels animals fins que no és fixat, bé per descàrrega elèctrica, per l'acció bacteriana o per fixació química. Al sòl el nitrogen pot provenir de la fixació molecular del nitrogen atmosfèric, de les aportacions de nitrogen per la pluja, de la incorporació de fertilitzants orgànics

o químics utilitzats per adobar conreus, del reg amb aigua que contingui compostos nitrogenats i dels residus orgànics d'origen domèstic, agrícola o ramader i de les formes orgàniques del nitrogen del sòl que provenen de la descomposició de les restes i residus de plantes i arbres. El nitrogen és un nutrient fonamental per a plantes i animals, de manera que un subministrament adequat de nitrogen als cultius és bàsic per a la sostenibilitat dels sistemes agrícoles. En el sòl, els diversos compostos de nitrogen es descomponen per acció dels microorganismes i es converteixen en gran part en nitrats, depenent de la temperatura, la humitat i l'aeració. Els nitrats són altament solubles, no s'uneixen a les partícules del sòl i, per tant, són particularment mòbils. La pluviometria és un factor coadjuvant de la contaminació que incideix directament en la concentració de nitrats a les aigües subterrànies, ja sigui per rentats excessius que augmenten la lixiviació dels nutrients de les plantes més enllà de la zona d'arrels, o quan la concentració de fertilitzant en el cultiu és superior al que la planta necessita i en successius episodis pluviomètrics, també lixivien cap a les aigües subterrànies. Es poden produir quatre escenaris [23]: que hi hagi mobilització de les concentracions de nitrats, dilució de les concentracions de nitrats, combinació de mobilització i dilució en un episodi pluviomètric concret i, finalment, combinació de mobilització i dilució en molts episodis pluviomètrics en un temps concret. El contingut de nitrats de l'aigua també depèn del temps de residència, és a dir, del temps que tarda l'aigua des de que s'infiltra al sòl fins que surt per la font, la velocitat pot ser de centímetres a metres per dia, així que pot ser de dies fins a cents d'anys [24]. Si la bona gestió dels residus ramaders fos eficaç i la fertilització dels cultius fos correcta, el contingut de nitrats a terra hauria de disminuir, i per efecte de rentat de la pluja, la lixiviació cap als aqüífers hauria de ser cada vegada menor i poder recuperar novament aquestes aigües, procedents de les fonts naturals, per al consum humà. La concentració de nitrats en aigües subterrànies disminueix

només en condicions anòxiques que promouen la reducció de nitrats en nitrats o nitrogen elemental [25]. Mitjançant l'ex filtració d'aigües subterrànies, compostos de nitrogen, incloent nitrats, poden arribar a l'aigua superficial i contribuir a la seva eutrofització [13].

Així doncs, el contingut de nitrats d'origen natural en les aigües subterrànies rarament excedeix de 10 mg/L, valors superiors, en molts casos són indicadors de contaminació [4], [26]. D'aquesta manera, l'entrada de nitrats a les aigües pot atribuir-se a fonts tant puntuals com difuses i les principals recauen en l'aplicació als conreus de fertilitzants orgànics, procedents de dejeccions ramaderes, i sintètics, i en menor grau, en els abocaments d'efluents d'aigües residuals i lixiviats [13].

A la Figura 2-1 es mostra el cicle del nitrogen i els seus diferents processos de transformació al sòl: la mineralització, la nitrificació i la desnitrificació [27].

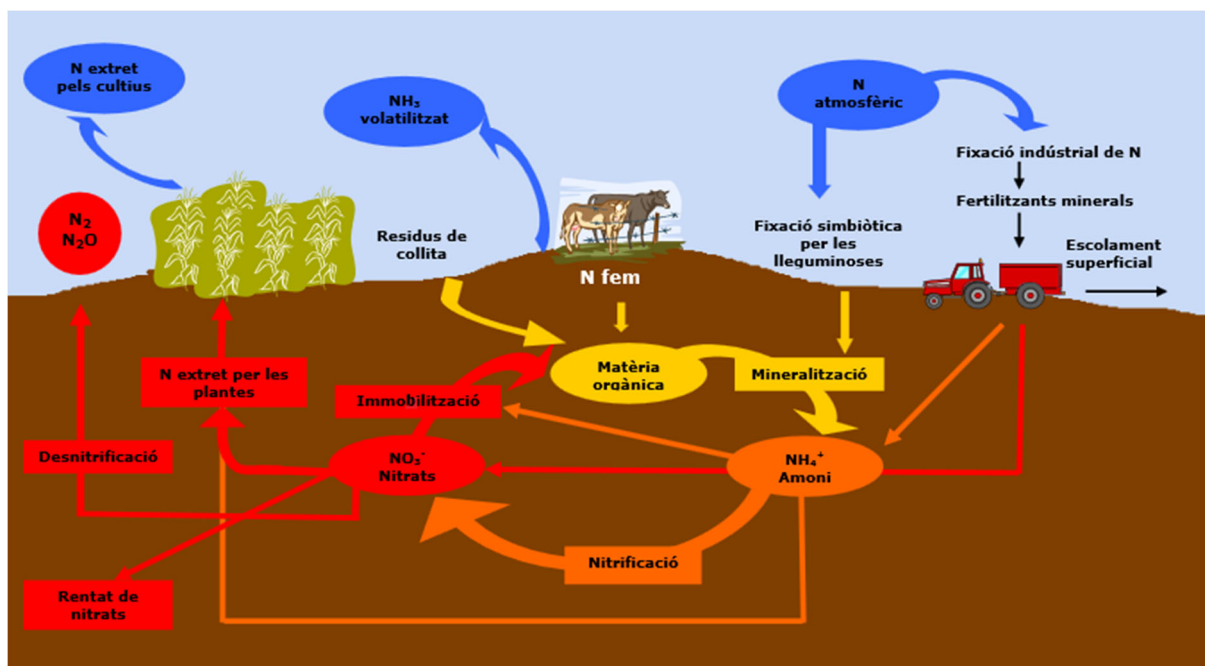


Figura 2-1 El cicle del nitrogen. RuralCat. Ubach, N i Teira, M.R (2018).

La mineralització o amonificació és el procés pel qual els microorganismes alliberen l'amoníac dels compostos orgànics proteics. Una vegada format pot seguir les següents vies: volatilització cap a l'atmosfera, ésser absorbit i assimilat per la planta, ésser absorbit i assimilat per la biomassa bacteriana, i/o ésser oxidat a nitrat per altres microorganismes del sòl.

La immobilització és el procés contrari a la mineralització pel qual el nitrogen inorgànic entra a formar part d'estructures orgàniques [13].

La nitrificació és l'oxidació de l'amoníac a nitrat. Al sòl, aquest és un procés biològic que consta de dues etapes, cada una de les quals està associada a uns microorganismes específics:

1^a etapa: bacteris del gènere Nitrosomonas, afegixen electrons al nitrogen i el passen d'amoníac a nitrits.

2^a etapa: bacteris del gènere Nitrobacter, oxiden el nitrit a nitrat.

Els bacteris que participen en la nitrificació són quimioautotròfics, aerobis, que necessiten anhídrid carbònic com a font de carbó per a la síntesi de material cel·lular i oxigen com a acceptor d'electrons [13]

La nitrificació, també està condicionada per una sèrie de factors com són la concentració d'oxigen, el pH, la temperatura, la humitat i les concentracions altes d'amoníac i nitrits:

- a) La concentració d'oxigen prové de l'intercanvi gasós entre el sòl i l'atmosfera i afavoreix la nitrificació.
- b) El pH òptim per a la nitrificació és 7 – 8.
- c) La temperatura òptima és de 28 – 32° C.
- d) La humitat és factor limitant: sòls àrids o molta humitat disminueixen el procés.
- e) Concentracions altes d'amoníac inhibeixen el creixement dels bacteris nitrificants.

- f) Concentracions altes de nitrats a pH baix, produeixen àcid nítric, tòxic pels bacteris.

Els inhibidors de la nitrificació poden ésser: metalls pesats, alguns compostos sulfurats, alguns compostos clorats i compostos orgànics inhibidors dels bacteris.

La nitrificació és necessària per a la nutrició de les plantes, però comporta riscos de contaminació ambiental, ja que influeix directament sobre les pèrdues de nitrogen per lixiviació i desnitrificació [13].

El nitrat format pot ésser utilitzat per les plantes, perdre's per lixiviació si no s'ha aprofitat o convertir-se en nitrogen gas.

A l'arrel dels vegetals s'absorbeix el nitrat i a partir d'aquí és reduït a amoníac per formar llavors els compostos orgànics necessaris per a les plantes (proteïnes, aminoàcids, àcids nucleics), a través de les funcions de respiració i fotosíntesi.

La lixiviació del nitrogen té lloc quan aquest element és arrossegat per l'aigua que s'infiltra al terreny fins a quedar a una profunditat, de manera que pugui ésser útil per al conreu següent o ésser lixiviat fins a arribar a les aigües subterrànies.

El nitrogen orgànic és la forma més abundant al sòl (90% del nitrogen total), però té una mobilitat molt baixa.

El nitrogen amoniacal també té poca lixiviació, i això és degut a que:

- a) Queda fixat en el terreny per processos de bescanvi iònic, fixació al sòl o immobilització microbiana.
- b) És fàcilment nitrificat.
- c) Pot ésser absorbit per les arrels de les plantes.
- d) Pot ésser alliberat a l'atmosfera en forma d'amoníac gas.

El nitrat format per la nitrificació, és la forma en que normalment lixivia el nitrogen al sòl, ja que és molt estable i té una gran mobilitat i només pot ésser absorbit per les arrels de les plantes o desnitrificat. La lixiviació del nitrat depèn principalment de:

- a) La concentració de nitrogen al sòl.
- b) La quantitat d'aigua en el terreny.
- c) El tipus de sòl.
- d) L'estructura geològica.
- e) La vegetació de la superfície.
- f) L'addició de fertilitzants nitrogenats en sòls conreats.

Això implica un comportament estacional al llarg de l'any: d'abril a setembre, en ésser un període de creixement de les plantes, el nitrogen mineralitzat disminueix al sòl degut al fet que és absorbit pels vegetals i reutilitzat pels microorganismes, per tant no hi haurà lixiviació. De setembre a març: a la tardor, si hi ha aigua en excés, el nitrogen mineralitzat després de la collita pot ser rentat més enllà de la zona d'arrels de manera que els conreus d'hivern no puguin utilitzar-lo.

La desnitrificació és la reducció biològica de nitrats i nitrits a formes gasoses, principalment òxid nítrós (N_2O) i nitrogen elemental (N_2), que tornen a l'atmosfera tot tancant així el cicle del nitrogen. Aquest procés el fan els bacteris desnitrificants. Aquests bacteris poden ésser autotròfics com el *Micrococcus desnitrificans* i el *Thiobacillus desnitrificans*, i heterotròfics com els microorganismes del gènere *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Achromobacter* i *Bacillus*.

Els factors que influeixen en la desnitrificació són:

- a) La humitat, ja que dificulta l'entrada d'oxigen i provoca situacions d'anaerobiosi que faciliten el creixement dels bacteris desnitrificants.
- b) La temperatura: En augmentar la temperatura augmenta la desnitrificació.
- c) pH: El pH òptim per a la desnitrificació és un pH neutre o lleugerament alcalí.
- d) Matèria orgànica: Els microorganismes fan servir la matèria orgànica del sòl com a substrat energètic. Així en augmentar el contingut orgànic afavoreix el desenvolupament dels bacteris desnitrificants.
- e) La concentració de nitrat: Les altes concentracions de nitrat afavoreixen la desnitrificació, que serà més útil quan tingui lloc per sota la zona d'arrels, ja que disminuirà el contingut de nitrats de les aigües subterrànies [13], [27].

2.1.2 Efectes dels nitrats a la salut humana

La metahemoglobinèmia, o “mal blau”, és considerat l'efecte més preocupant del consum d'aigües contaminades amb nitrats. Els nadons alimentats amb biberó en són la població més vulnerable [28], [29], [30], [31], [32], [33]. Aquesta malaltia és una alteració en que la flora digestiva dels nens petits és capaç de reduir els nitrats a nitrits; aquests afavoreixen la formació de metahemoglobina, amb el consegüent dèficit d'oxigenació de la sang del lactant i l'aparició de la típica cianosi. Hi ha altres factors predisposants com la quantitat de líquid absorbit per unitat de pes, la presència de contaminació bacteriològica i nitrits i tenir hemoglobina fetal que dona més fàcilment metahemoglobina que hemoglobina A [34], [35].

Altres estudis epidemiològics apunten l'existència d'una relació entre el càncer i el consum d'aigua amb nitrats [36], [37], [38], [39]. S'argumenta que es pot desenvolupar càncer quan l'estómac és capaç de reduir els nitrats a nitrits, els quals junt a les amines procedents dels aliments, poden formar les nitrosamines, que són compostos potencialment cancerígens. En general, per tal que els nitrats contribueixin al desenvolupament de càncer, calen quatre esdeveniments:

1. Reducció de nitrat a nitrit.
2. Nitrosació endògena via aliments o tabac i formació de nitrosamines i nitrosamides.
3. Conversió d'aquests compostos en espècies molt reactives (que formin radicals alquil).
4. Alquilació de macromolècules intracel·lulars (ADN, ARN i proteïnes), responsables de la formació subseqüent de tumors [39].

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 atròfica" [40]. En aquesta situació, el pH gàstric augmenta i hi ha proliferació de bacteris, especialment de l'*Helicobacter*, que fa que l'estómac sigui capaç de reduir els nitrats a nitrits. Hi ha uns factors predisposants i uns factors protectors com dietes riques en antioxidants, sobretot vitamina C [36], [41]. Així que no està clara l'evidència d'associar càncer gàstric amb nitrats de l'aigua amb valors per sota el seu valor paramètric. S'han fet molts estudis per relacionar alguns tipus de tumors amb el consum d'aigua amb nitrats, per la formació de nitrosamines endògenes. S'han buscat per al limfoma no hodgkinià (LNH), el càncer de bufeta urinària, o la toxicitat per a la reproducció i l'embaràs, però han donat resultats molt variables que no han portat a conclusions vàlides, per les limitacions de molts d'aquests estudis,

per la dificultat de trobar l'exposició individual als inhibidors i precursors de la nitrosació, que dificulta treure conclusions en quant al risc de càncer [32], [33]. L'evidència més forta s'ha trobat per al càncer colorectal, principalment quan hi ha altres factors de risc [37], tot i que els efectes heterogenis dels nitrats de diferents fonts (aigua, animal, vegetal), justifiquen una major investigació. Les dades de Fan (2011) [41] suggereixen una associació de nitrats i nitrits ingerits amb un major risc cancerigen quan es considera la nitrosació endògena. D'altres estudis que han mostrat una evidència, també sòlida, són per la malaltia de la tiroide i els defectes del tub neural. [33], [37].

Els efectes sobre la glàndula tiroides estudiats en persones i animals són deguts a que el nitrat en aigua de beguda pot actuar inhibint de forma competitiva l'absorció de iodur per la tiroides, fet que condueix a alteracions de les concentracions i funcions de l'hormona tiroides. L'augment de la hormona estimulant del tiroides, tirotropina o TSH, pot portar a una hipertròfia de la glàndula. Tot i això, els estudis sobre aquesta qüestió reconeixen limitacions metodològiques importants i evidencien que hi ha molts altres factors que poden confondre les hormones tiroïdals [8], [42], [43].

La ingestió de nitrats també pot provenir del consum d'alguns aliments com les verdures i algunes hortalisses com els espinacs, les pastanagues, l'api i l'enciam. Aquestes però, resulten beneficioses, degut al contingut de substàncies antioxidants com la vitamina C i els carotens que actuen com a protectors de la mucosa gàstrica [41]. 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 atròfica i es consumeixen aigües amb continguts elevats de nitrat [37], [40].

No sembla clar l'efecte nociu 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 d'ió nitrat/kg de pes corporal. Aquesta IDA la confirmà la FAO-OMS l'any 2003 i l'European Food Safety Authority (EFSA), el juny de 2017. Per tant, una persona de 70 kg podria consumir diàriament i en el cas més desfavorable, fins 252 mg de nitrat, sense que l'hi puguin produir efectes crònics. Això no s'ha d'aplicar als infants menors de sis mesos ni a les persones amb factors de risc.

L'Organització Mundial de Salut [43] va determinar deixar el valor de 50 mg/L, com a concentració màxima de nitrats permesa en aigua de beguda, amb l'objectiu de protegir la salut de la població més sensible i dels nadons alimentats amb biberó. Els estudis epidemiològics publicats fins el moment demostraven l'absència d'efectes sobre la salut per sota d'aquesta concentració. Cal tenir en compte, però, que tot i complir amb aquesta limitació també és necessari controlar la contaminació microbiològica associada a l'aigua amb nitrats ja que aquesta pot incrementar el risc de metahemoglobinèmia [43], [39]. El risc de càncer per formació de nitrosamines per consum d'aigua amb nitrats és molt baix quan es consumeixen aigües amb valors de nitrats per sota del valor paramètric [43].

2.1.3 La problemàtica de la contaminació per nitrats a Osona

Osona és una de les comarques catalanes on hi ha una de les cabanes porcines més importants de l'Estat espanyol [44], [45]. Durant les últimes dècades aquest fet ha generat una gran quantitat de purins, que aplicats en excés als conreus, han provocat la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies [7]. En l'agricultura i ramaderia tradicional, on cada pagès tenia poc nombre de caps de bestiar i una superfície adequada de camps de conreu per utilitzar les

dejeccions ramaderes com a fertilitzant, normalment en forma de fems (palla més dejecció, així augmenta el volum, estructura millor el sòl i la infiltració és més lenta), no hi havia excedents [13]. Les principals repercussions d'aquesta contaminació s'han produït en l'àmbit de l'aigua destinada a l'abastament públic i en les fonts naturals [2], [46], [47]. Degut a que el consum domèstic continuat d'aquestes aigües comporta un risc greu per a la salut de les persones i els animals, en molts casos s'ha considerat l'aigua com a no potable i s'han inutilitzat els pous de captació per a la distribució d'aigües en moltes poblacions de la comarca. Aquest fet ha forçat a molts ajuntaments a captar aigües superficials, i a construir noves plantes potabilitzadores, amb el consegüent augment del cost econòmic per a la població i pèrdua de la qualitat d'aigua en origen [11]. Com ja s'ha esmentat, per recuperar la qualitat de l'aigua afectada per nitrats és necessari reduir els focus de contaminació amb una reducció de l'entrada de compostos nitrogenats a les aigües subterrànies aplicant mesures preventives i/o correctores que han iniciat un debat públic i administratiu que continua obert a la recerca de noves solucions.

A Osona, la problemàtica es va detectar a finals de la dècada dels 80 en anàlisis químiques de nitrats de l'aigua de fonts i pous de la comarca [48]. En llocs propers a camps de conreu i explotacions ramaderes i sobretot en els municipis del centre de la comarca es van observar concentracions de nitrats superiors als 10 mg/L, considerats d'origen natural [46] i en molts casos superiors als 50 mg/L, establerts en la normativa vigent. Així, a l'àrea del nord d'Osona, on hi ha el Pla d'Espai d'Interès Natural (PEIN) Bellmunt Puigsacalm, a l'est el Collsacabra i al sud est, part de les Guilleries i el Montseny, els valors de nitrats de les fonts naturals i els pous de captació dels municipis, no superaven en cap cas els 5-10 mg/L, considerats d'origen natural, però a mida que es baixava d'altura, cap el centre de la comarca, i als municipis de Torelló, Manlleu, Masies de Roda, Gurb, Masies de Voltregà, gairebé la totalitat de les fonts i la

majoria dels pous de captació per a l'abastament públic superaven els 50 mg/L, i en molts casos fins i tot es superaven valors de 100 i 150 mg/L. A finals del 1989 molts ajuntaments es van veure obligats a clausurar fonts i es van queixar de la inexistència d'un programa d'actuació per al tractament dels residus agrícoles, que en el cas de la comarca eren tan o més importants que els residus industrials i urbans [2]. Els primers dos anys de la dècada de 1990 es van realitzar noves analítiques puntuals a diverses fonts de municipis de la Plana de Vic i els resultats trobats confirmaven que quan més quantitat de sòl agrícola al municipi més concentració de nitrats hi havia a l'aigua de les seves fonts. Amb aquestes anàlisis químiques (o amb aquest estudi) es va iniciar el treball que es presenta en aquesta tesi.

El fet de trobar valors de nitrats superiors a 50 mg/L en pous de captació, d'algunes poblacions de la comarca, posava en perill la salut de la població que consumia aquestes aigües, fet que va obligar a desenvolupar nous sistemes d'abastament [49]. Així, al 1992, municipis com Torelló, Manlleu, Masies de Roda, Roda de Ter i Sant Hipòlit de Voltregà, van buscar noves captacions en pous al costat del riu Ter o van connectar-se a l'Estació de Tractament d'aigües Potables (ETAP) de Manlleu.

Aquest mateix any el Grup de Defensa del Ter (GDT), va començar a alertar de l'excés de caps de bestiar i del perill d'abocaments incontrolats de purins a la comarca, i va organitzar una xerrada, conjuntament amb SAUR (Empresa d'Abastament d'Aigua), Salut Pública de la Generalitat de Catalunya i Aigües de Barcelona, per informar a la població de la problemàtica de la contaminació per nitrats de l'aigua de beguda.

L'any 1991, quan es va considerar que el contingut de nitrats de les aigües subterrànies d'algunes regions dels estats membre europeus augmentava i era més elevat en comparació amb els nivells establerts a la Directiva del consell de l'any 1975 (75/440/CEE) [50], el Parlament Europeu va aprovar la Directiva

91/676/CEE del Consell del 12 de desembre relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats utilitzats en l'agricultura [7]. En aquesta directiva es considerava que era necessari reduir la contaminació de les aigües provocada o induïda pels nitrats procedents de fonts agràries, així com prevenir en gran mesura aquesta contaminació per protegir la salut humana, els recursos vius i els ecosistemes aquàtics, així com salvaguardar altres usos legítims de les aigües. En ella s'instava a tots els països de la Unió Europea que, mitjançant Decrets, l'incorporessin a la seva legislació. Més endavant, s'aprova la Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu [51] i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, que té com a objectiu establir un marc per a la protecció de les aigües superficials continentals, les aigües de transició, les aigües costaneres i les aigües subterrànies, garantint la reducció progressiva de la contaminació de l'aigua subterrània i evitar noves contaminacions i la Directiva 2006/118/CE del Parlament Europeu [14] i del Consell de 12 de desembre de 2006, relativa a la protecció de les aigües subterrànies contra la contaminació i el seu deteriorament i on s'estableixen les mesures específiques per prevenir i controlar la contaminació de les aigües subterrànies, amb criteris per avaluar el seu estat químic i per determinar les tendències significatives i sostingudes al augment de la concentració de contaminants, grups de contaminants o indicadors de la contaminació. A nivell espanyol, la Directiva 91/676/CEE [7] aprovada pel Parlament Europeu, es va transposar amb el Reial Decret 261/96 de 16 de febrer [52]. A l'article 5 d'aquest Reial Decret, s'establia que les comunitats autònomes havien d'elaborar un Codi de bones pràctiques agràries que els agricultors podien posar en pràctica de forma voluntària amb la finalitat de reduir la contaminació produïda per nitrats d'origen agrari. Aquest Codi, publicat per el Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, a l'annex de l'Ordre de 22 d'octubre de 1998 del Codi de Bones Pràctiques Agràries en relació amb el nitrogen [53], era d'obligat

compliment en aquelles superfícies territorials que havien estat designades com a zones vulnerables d'acord amb el que establia el Reial Decret 261/1996 [7]. La Generalitat de Catalunya el va transposar amb el Decret 283/1998, de 21 d'octubre [54], amb el Decret 476/2004, de 28 de desembre [55] i l'Acord de Govern GOV/128/2009 de 28 de juliol [56], tots ells de designació de noves zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries i finalment, es va ampliar a l'Acord GOV/13/2015 de 3 de febrer [57] i recentment a l'Ordre TES/80/2021, de 9 d'abril, es tornen a revisar les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries i s'apliquen les mesures del programa d'actuació a les zones vulnerables [58]. En el cas d'Osona, s'hi afegeixen els municipi de Centelles i Vilanova de Sau. D'altra banda, es va establir l'obligatorietat de determinats preceptes relatius a les dejeccions ramaderes també a les zones no designades com a vulnerables, per bé que en aquestes la regulació es limitava a menys aspectes, tots ells bàsics però suficients per assegurar-ne una correcta gestió. La darrera actualització al Decret 153/2019, de 3 de juliol, de gestió de la fertilització del sòl i de les dejeccions ramaderes i d'aprovació del programa d'actuació a les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats que procedeixen de fonts agràries [59].

Les zones vulnerables són àrees susceptibles de patir contaminació de les aigües continentals i litorals per nitrats provinents de fonts d'origen agro-ramader. Un municipi pot ser designat zona vulnerable en la seva totalitat o només en una part. Tot i aquests decrets, el Grup de Defensa del Ter ha declarat en diverses ocasions que s'assignen zones vulnerables quan les àrees ja estan vulnerades. A més a més, en diversos comunicats ha denunciat el creixement desorbitat de purins i ha exigint que no es posin més granges de porcs a Osona i afirmant que més del 80% de porcs pertanyen a uns pocs industrials i pinsaires [2].

A la Figura 2-2 es mostren les zones vulnerables designades per la Generalitat de Catalunya des de l'any 1998 a 2009 [56]. A la Figura 2-3 es mostra la darrera actualització que es va fer a l'Ordre TES/80/2021, de 9 d'abril.

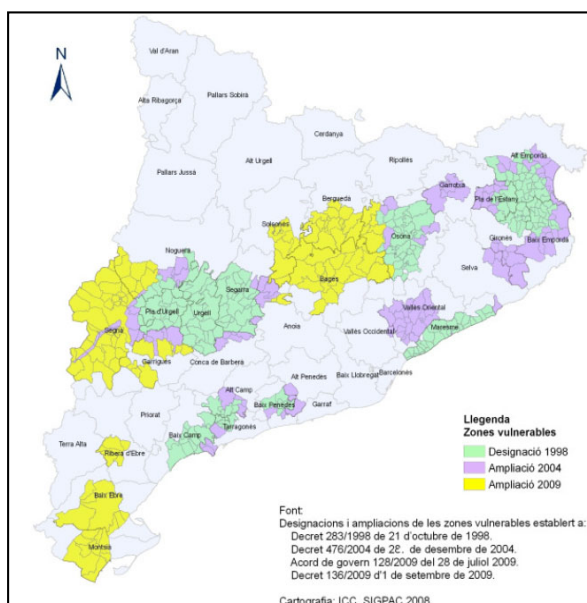


Figura 2-2 Evolució de les zones vulnerables a Catalunya (1998-2009). Font: DAAM Gencat.

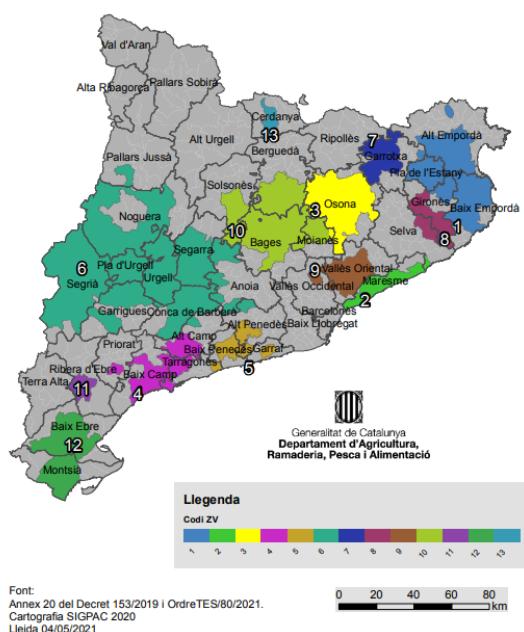


Figura 2-3 Darrera actualització de les zones vulnerables a Catalunya (2021). Font: DAAM Gencat.

Pel que fa a Osona, i com es pot veure a la Figura 2-4, dels 50 municipis que la formen (més Collsuspina, adscrit a Osona fins 2015), 40 estan designats com a zona vulnerable, els quals són: Calldetenes, Centelles, Folgueroles, Gurb, Balenyà, Malla, Manlleu, les Masies de Roda, les Masies de Voltregà, Lluçà, Muntanyola, Olost, Oris, 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 Martí de Centelles, 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, Vic i Vilanova de Sau.

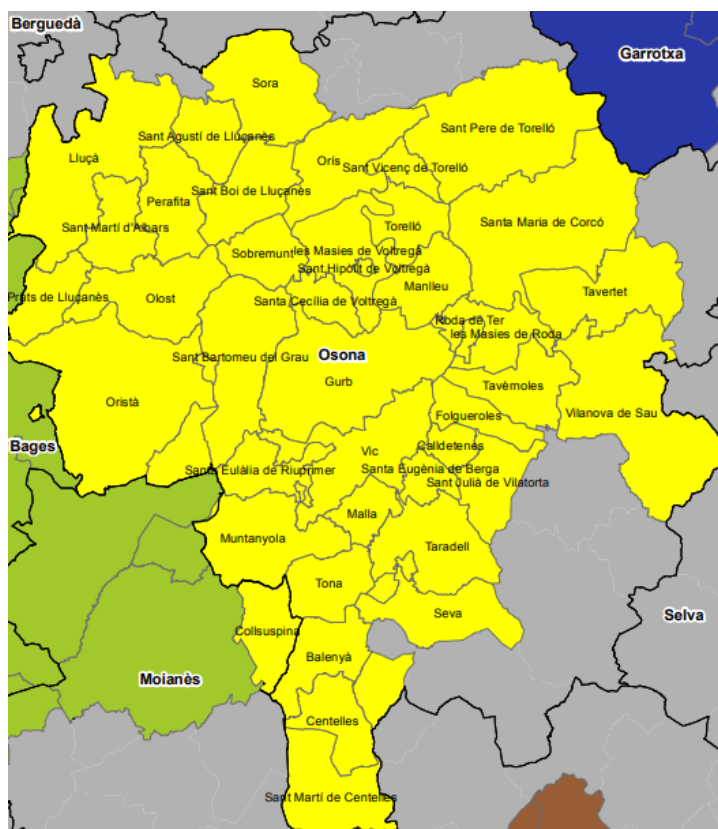


Figura 2-4 Municipis designats com a zona vulnerable a la comarca d'Osona. Any 2021.
Font: DAAM Gencat.

Davant la creixent preocupació per a la salut causada per la problemàtica dels nitrats, al 1997, l'Hospital de Vic, el Servei d'assessorament, recerca aplicada i tecnològica (SART) de la Universitat de Vic, el Grup de Defensa del Ter i un laboratori privat d'anàlisi d'aigües, va dur a terme un estudi per alertar de la possible relació, des del punt de vista teòric, de la contaminació per nitrats a les aigües de consum amb el càncer d'estómac [60, 2].

A finals dels 90 es construeix la planta de potabilització d'aigua Osona Sud, per abastir d'aigua del riu Ter a les poblacions del sud de la comarca, per solucionar el problema de contaminació per nitrats dels seus pous de captació i per la manca d'aigua que pateixen als estius amb poca pluja.

L'any 2000, en un estudi realitzat per l'autor d'aquesta tesi, gràcies a una beca de Salut Pública concedida pel Col·legi Oficial de Farmacèutics [47], va demostrar l'empitjorament de l'aigua de les fonts d'Osona i en general de les aigües subterrànies. Gairebé el 80% van ser declarades posteriorment com a fonts amb aigües no potables i va quedar demostrada la relació entre la contaminació per nitrats i l'aplicació d'excés de purins als conreus. La Conselleria de Sanitat de la Generalitat va fer una crida a la població perquè s'abstingués de beure aigua de les fonts que no tinguessin rètols informatius sobre l'estat de l'aigua. A partir d'aquest any, el GDT va encarregar una anàlisi química anual de nitrats a les fonts més emblemàtiques de cada un dels municipis d'Osona, per tenir dades pel control i l'avaluació de la variació de la contaminació.

A l'any 2005 el Grup de Defensa del Ter, presenta el llibre "Les fonts que tenim. Osona i el Lluçanès" [2], que ha de servir com a reflexió del tractament que es dona a l'aigua, un bé imprescindible per a la vida i que es contamina d'una manera tan inconscient. Consta de dues parts, una primera de breus articles, que des de diferents àmbits i sensibilitats, parlen de les fonts. I una segona on es detallen unes 160 fonts, les tres més emblemàtiques de cada

municipi, amb fitxes completes de la seva localització, el seu entorn, la seva història i dades sobre la potabilitat.

A principis de l'any 2006, el Consell Comarcal d'Osona va encarregar un estudi a la Universitat de Barcelona (UB) i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) [25], degut a la presència de nitrat a les aigües subterrànies i que la causa principal era la gran cabana porcina existent a la comarca, que generava una gran quantitat de dejeccions ramaderes i la seva aplicació al terreny com a fertilitzant era superior als nivells que el subsòl pot assimilar, donant lloc a elevades concentracions de nitrat en els aqüífers. En aquest estudi també hi va participar la mateixa Generalitat a través de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i estudià el mecanisme de pas dels nitrats des del sòl fins a l'aqüífer per tal d'avaluar les possibilitats d'aplicació de mesures per evitar la contaminació per nitrats. Les competències de l'ACA se centren fonamentalment en la identificació, el control i el seguiment de la contaminació per nitrats, així com en la protecció del domini públic hidràulic contra el seu deteriorament

Aquest mateix any, el Síndic de Greuges (Sr. Rafael Ribó) [61], va obrir una actuació d'ofici sobre l'excés de nitrats present a l'aigua subministrada l'any 2005 per 101 xarxes d'aigua a Catalunya. El resultat provenia d'un informe del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya on es donaven xifres del nombre d'afectats i a partir del qual es demanava una revisió de les mesures adoptades pel restabliment del subministrament d'aigua potable a tots els usuaris de les xarxes afectades.

L'any 2016 es va inaugurar l'ETAP Osona nord amb l'objectiu d'abastir d'aigua del riu Ter les poblacions del nord d'Osona i les del Lluçanès. D'aquesta manera tota la comarca va quedar connectada a ETAP's que capten aigua superficial la qual serveix per diluir les aigües dels pous contaminats amb nitrats i per abastir els municipis en èpoques de manca d'aigua per sequera.

D'altra banda, el 2016, el Departament de Control i Qualitat de l'Aigua de l'Agència Catalana de l'Aigua en l'Informe Tècnic Avaluació de la problemàtica originada per l'excés de nitrats d'origen agrari en les masses d'aigua subterrània a Catalunya [11], va concloure que l'excés de nitrats provocava el mal estat en un 41% de les masses d'aigua subterrànies a Catalunya, que des de l'any 2000 fins a aquell moment, l'administració de l'aigua i els ajuntaments havien estat invertint de l'ordre d'uns 6 M€ anuals en mesures directes pal·liatives o de correcció per l'excés de nitrats al medi i que la situació no mostrava una clara millora quan s'avaluaven els darrers 17 anys. Es va establir que com que les mesures emprades fins al moment no havien tingut l'èxit desitjat, era urgent un canvi en la implantació de mesures, i sobretot en el seu control, que permetés revertir aquesta situació progressivament.

A desembre de 2016, el Síndic de Greuges de Catalunya, [62], va presentar la primera edició de l'Informe sobre la contaminació provocada per purins a Catalunya. En aquest document es conclouïa que era evident que l'excés de purins també havia comportat una degradació del medi ambient pel que fa als aqüífers i les fonts, que estaven contaminades per nitrats, i també de les xarxes d'abastament d'aigua potable, la qual cosa obligava a la clausura de pous, al tractament de les aigües contaminades, etc. En l'informe es recomanava, entre altres coses, que es valorés si era necessari aplicar una moratòria en l'atorgament d'autoritacions per a la instal·lació de noves granges del sector porcí a les comarques saturades per nitrats, que s'elaborés un estudi sobre quina despesa comportava la depuració dels residus provinents de la cabana porcina, que, sobre la base de l'informe tècnic elaborat per l'ACA en data 21 de març de 2016, d'avaluació de la problemàtica originada per l'excés de nitrats d'origen agrari en les masses d'aigua subterrània a Catalunya, es redactés un programa d'actuació en el qual participessin el sector i les administracions afectades amb l'objectiu de recuperar de forma immediata els aqüífers

contaminats, i que l'Administració hi destinés els recursos que fossin necessaris, que s'intensifiquessin els controls per part de l'Administració i que s'actués amb rigor en aquesta matèria.

2.1.4 Les fonts naturals com a punts de mostreig

Les fonts naturals proporcionen aigua de forma espontània i ofereixen una forma d'avaluar la qualitat de l'aigua subterrània, perquè la seva descàrrega integral, tant en l'espai com en el temps, l'aigua de grans parts de l'aquífer. Les fonts representen la transició de les aigües subterrànies cap a les superficials, són un reflex directe de l'estat de l'aigua en els aquífers que les alimenten i el seu monitoratge permet detectar possibles alteracions en la seva composició natural [4].

Hidrològicament, una font és una eixida natural i localitzada d'aigua que brota de la terra [2]. L'aigua de pluja caiguda segueix tres trajectes diferents: l'evaporació, després de superar, en part, tot un conjunt de processos hidrològics, l'escolament superficial i la infiltració al sòl per alimentar els mantells d'aigua subterrània i recarregar els aquífers [63]. Aquest darrer trajecte és la part decisiva per la formació de la font [2]. Els espais que hi ha entre les roques tenen la capacitat d'emmagatzemar i conduir l'aigua, poden tenir una gran varietat de formes i dimensions i les varietats de roques també donaran un gran ventall de porositat i permeabilitat al subsòl. Les fonts són, doncs, el sobreixidor d'aquestes formacions geològiques saturades d'aigua i la seva recàrrega està molt influïda pels condicionaments locals del medi. D'aquesta manera unes poques hectàrees seran suficients per a l'abastament d'una font amb cabals apreciables de litres per minut [2].

L'estudi de les fonts naturals suposa una font d'informació indirecta de les característiques geològiques del terreny, així com dels processos hidrogeològics que s'hi produeixen, a través de la composició hidroquímica de

les seves aigües. En aquest sentit, la qualitat i característiques físic-químiques de l'aigua de les fonts ve determinada per diversos factors. El més important és la litologia de les roques per on circula l'aigua i la seva capacitat per interactuar [3]. També és important el temps de residència hidràulic, la temperatura, i els factors antròpics com la contaminació i el grau de desenvolupament i usos del sòl en la zona de recàrrega i la seva interacció amb la infiltració de l'aigua [64]. Per la seva banda, en el grau de mineralització d'aquestes aigües o concentració total en elements dissolts que presenten, el factor més important és el temps que ha estat en contacte amb una determinada formació geològica o –el que sol ser equivalent– la distància recorreguda des de la zona en què l'aigua s'ha infiltrat en el terreny i la distància recorreguda per l'aigua des de la seva zona d'infiltració i del temps que ha estat interaccionant amb les formacions geològiques que troba al llarg del seu recorregut [3], que pot ser molt variable, des de pocs mesos fins a segles [2]. Aquesta mineralització ve indicada, fonamentalment, per la conductivitat elèctrica [26], [3]. En aquest sentit, aquest paràmetre és un bon indicador de l'estat dels aqüífers, ja que qualsevol variació en la quantitat ens pot indicar alteracions en la seva qualitat hidroquímica i entrada de contaminant [65], [26].

La Societat Catalana de Ciències per a la Conservació de la Biodiversitat (BioSciCat), defineix les fonts naturals com els nostres oasis biològics, ecosistemes rics en vida i un dels hàbitats més desconeguts, escassos, fràgils, desatesos i amenaçats per efecte del canvi climàtic. El seu “Projecte Fonts Naturals” neix de la necessitat urgent d'impulsar el coneixement científic orientat a explorar i comprendre la riquesa que amaguen i les funcions que desenvolupen aquests brolladors de vida, implicar i sensibilitzar a les administracions públiques en la seva conservació i fer descobrir a la societat de la meravella biològica que hi ha als ecosistemes fontinals.

Les fonts s'han manifestat com els punts de biodiversitat de l'ecosistema mediterrani més rics en espècies. Així ho demostren diversos treballs que s'han centrat a estudiar el valor biològic i ecològic de les fonts naturals al Simposi Ibèric sobre Conservació de Ecosistemes Fontinals (SICEF 19) [5] i han observat que centenars d'espècies viuen en qualsevol reducte fontinal de pocs metres quadrats. El naturalista, escriptor i divulgador ambiental Joaquin Araujo, al seu llibre “Agua. Poemas i haikus” fa referència a la importància de l'aigua de la font: “En la fuente nace mucho más que un caudal: nace la posibilidad de que todo nazca” [66]. Per això, les deus, configuren, a més, un espai singular i essencial per a l'home, de tal manera que la nostra relació amb les fonts ha donat lloc a una expressió cultural d'una riquesa excepcional.

Segons els resultats del *1er Simposio Ibérico sobre Conservación de Ecosistemas Fontinales* (SICEF 19) resulta evident que les fonts naturals són un hàbitat extraordinàriament fràgil i vulnerable i que cal protegir. Segons Martin Vide (2019) [67], la continuïtat de les surgències hidrològiques que fan possible i impulsen biològica i ecològicament les fonts naturals podria estar seriosament amenaçada per efecte del canvi climàtic. La recàrrega dels recursos subterranis disminuirà en els propers 80 anys en un 25 % de mitjana com a conseqüència de l'augment de la temperatura i de la variació del règim pluviomètric. Segons els investigadors, Prat, Cambra i Margalef (2019) [68], a les conques altes i mitjanes dels rius, ha augmentat molt la massa forestal, l'augment de la temperatura implica més evapotranspiració. Per això, cal més aigua per a mantenir la producció de biomassa. Aquesta dinàmica biològica comporta una reducció de les reserves d'aigua al sòl i de la recàrrega dels aqüífers. De la mateixa manera, altres pressions, com són la sobreexplotació i la contaminació de les aigües subterrànies de les quals depenen les fonts, exerceixen un efecte concomitant en la degradació i desaparició de l'hàbitat [69].

Segons Farrerons (2019) [70], cada vegada és més gran el nombre de casos coneguts de desaparició de fonts naturals i, fins i tot, d'ecosistemes fontinals sencers. A part de la pèrdua del valor patrimonial i cultural – i potser també arquitectònic i etnològic-, hi ha la pèrdua de tot el que està relacionat amb les fonts, la seva història i les seves tradicions. Per això cal preservar-les i recuperar, posar-les a l'abast de tota la població i socialitzar aquest recurs natural.

Segons Menendez Pidal de Navascués (2019) [71], el patrimoni cultural, com a concepte, ha sofert una forta evolució els darrers anys. En la pròpia Carta de Venècia de la UNESCO de 1964, puntualitza que no només cal protegir els monuments aïllats, també l'ambient paisatgístic de l'entorn i no només les grans obres sinó les més modestes, però que amb els anys hagin adquirit un significat cultural. Aquest és el cas de les fonts naturals.

Així que, l'aigua de les fonts naturals com a punts de mostreig per controlar els valors de nitrats i altres paràmetres físic químics i microbiològics de les aigües subterrànies, és representativa de la qualitat dels aquífers, fàcil de recollir i viable. La seva analítica permet determinar contaminants que han pogut entrar a l'aigua de la font, al llarg de tota l'àrea de recàrrega i detectar d'aquesta manera els possibles focus de contaminació. A part del valor patrimonial, cultural i històric de la font, els ecosistemes fontinals producte de l'aigua que hi brolla, representen una gran reserva biològica i el fet de controlar la qualitat d'aquesta aigua permet conèixer si és o no és apta per al consum i vetllar per la salut de la població.

2.2 Objectius específics

La Directiva de nitrats, considera que la causa principal de la contaminació originada per fonts difuses que afecta a les aigües de la comunitat són els nitrats procedents de fonts agràries. Considera, també, que és necessari, en conseqüència, reduir aquesta contaminació de les aigües, així com prevenir-ho encara més, per protegir la salut humana, els recursos vius i els ecosistemes aquàtics, així com salvaguardar altres usos legítims de l'aigua.

Per tant, segons estableix l'apartat 6 de l'article 5, de la Directiva 91/676/CEE, es controlarà el contingut de nitrats de les aigües subterrànies, en uns punts de mesura seleccionats, en aquest cas les fonts naturals, per establir el grau de contaminació de les aigües provocat per nitrats d'origen agrari.

Aquest seguiment i control, es farà en un interval regular anual, de cada un dels municipis de la comarca i dels darrers 18 anys.

En aquest període de temps, s'observarà com evoluciona el nombre de fonts amb diferents concentracions de nitrats i quins municipis tendeixen, les seves aigües subterrànies, a disminuir o a augmentar els valors de nitrats i en quins no queda afectada la seva qualitat de l'aigua, per aquest contaminant, com estableix la Directiva 2006/118/CE [72].

També es comprovarà com afecta la concentració de nitrats dels municipis, amb els usos del sòl, la pluviometria i la situació geogràfica a la comarca.

En funció de la particular recàrrega d'aqüífers de la comarca i els diferents règims pluviomètrics, depenent de la situació del municipi, s'observarà la seva repercussió en el contingut de nitrats de les aigües subterrànies.

En un altre apartat de la tesi, es pretén veure com queda afectada la mineralització global de l'aigua, mesurada en forma de conductivitat i considerat indicador essencial per al control del bon estat químic de les aigües subterrànies [73].

Un paràmetre fonamental per qualificar l'aigua de les fonts són els indicadors microbiològics de contaminació fecal, Coliformes totals, *Escherichia coli* i Enterococs fecals. La tesi prova de distingir les diferents fonts en funció d'aquests paràmetres microbiològics i els valors de nitrats trobats.

El darrer dels objectius d'aquesta tesi, com es detallarà al capítol 3, és pedagògic, socialitzar coneixement. Si solem dir que la contaminació per nitrats, és de caràcter difús, té sentit que també siguin difuses les actuacions per identificar-la i poder-la combatre [1]. Per això es pretén saber els coneixements que té la comunitat educativa d'aquest fet, a partir d'un qüestionari, un instrument fàcil d'utilitzar en contextos educatius. Les evidències recollides a partir d'aquest qüestionari han de permetre recolzar la necessitat, o no, d'un treball educatiu més intens a la comarca en relació a la qualitat de l'aigua i les fonts per tal de preservar-les com un patrimoni natural.

2.3 Materials i mètodes

2.3.1 Àrea d'estudi

La comarca d'Osona té una extensió de 1.264,5 km² i està situada a l'extrem nord-oriental de la Depressió Central catalana i entre el Prepirineu i la Serralada Pre-litoral. Des del punt de vista geològic, comprèn un sector pla, de la Depressió Central, limitada al nord pel riu Ter i al sud per la capçalera del riu Congost, a llevant pels massissos del Montseny i les Guilleries i pel altiplans del Cabrerès-Collsabra, i a ponent per les plataformes enlairades del Lluçanès. Figura 2-5.

El territori inclòs dins de la comarca comprèn cinc unitats ben diferenciades, la Plana de Vic, les Guilleries, el Collsabra, el Bisaura i el Lluçanès. La Plana de Vic és la part més poblada i constitueix el nucli central de la comarca, amb la ciutat de Vic com a principal centre d'atracció. És un sector ben delimitat geogràficament, al nord per la Vall del Ter i la Serra de Bellmunt i Curull (1.364 m.), a l'oest pel Lluçanès i el massís dels Munts (1.058 m.), al sud-est pel Montseny (1.700 m.) i a l'est per les Guilleries, el Collsabra i el Cabrerès (1.303 m.). Si tenim en compte que el punt més baix està a 400 m. sobre el nivell del mar, ens dóna idea que la comarca és una conca d'erosió, de forma acassolada.

Els rius tenen molta importància en l'estructura de la comarca. El Ter travessa de nord a est i rep les aigües dels rius Ges, el Mèder, el Sorreigs, el Gurri i la riera Major, abans de donar lloc a l'embassament de Sau.

A la comarca d'Osona hi ha 51 municipis, tres d'ells pertanyents a la província de Girona (Espinelves, Vidrà i Viladrau) i els 48 restants a la província de

Barcelona. La seva capital és la ciutat de Vic, situada al centre de la comarca i al centre també de la plana de Vic.

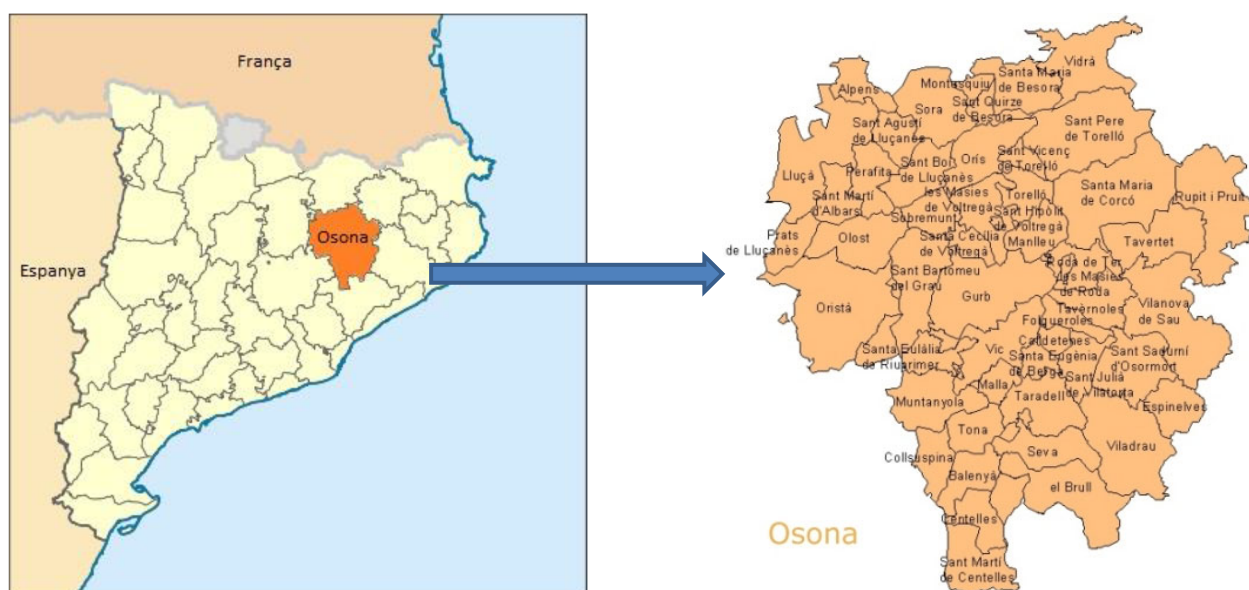


Figura 2-5 . Situació de la comarca d'Osona a Catalunya i els seus municipis. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya.

La comarca d'Osona, per la seva situació i característiques geogràfiques singulars, té un règim pluviomètric molt divers, en funció de la localització del municipi [74]. Els municipis situats al sector nord-oriental i en zones d'altura més elevada (Viladrau, Espinelves i el Brull al Montseny, Vidrà a la zona Bellmunt-Curull i Rupit al Collsacabra) són els que tenen el règim pluviomètric més alt i superen els 1000 mm/any. La resta de municipis, situats al centre de la Plana i els del sector sud i occidental, tenen una pluviometria anual, més baixa, entre els 500 i 700 mm/any.

El tipus de cobertes del sòl de la comarca són, 70,7% de superfície forestal, 20,4% de conreus, 5,3% de sòl urbanitzat i 3,78% sense vegetació, referit a l'any 2018. La superfícies en hectàrees de cada una de les quatre classes establertes i que determinen els usos del sòl es mostren a la Taula 2-I. A efectes de comparació de dades agrícoles s'ha considerat la superfície agrària útil i la superfície de conreu. La superfície agrària útil és la superfície de conreu i les

pastures permanents. La superfície de conreu són les terres que reben assistència cultural a mà o amb maquinària. Així, a la comarca la superfície agrària útil és de 33.222 ha (26,7% del total de la superfície de la comarca) i la superfície de conreu és de 25341 ha (20,4% del total de superfície de la comarca).

Taula 2-I Classes i superfície del sòl a la comarca d'Osona a l'any 2018. Font: Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT).

Classe		Definició	Superfície (ha) Osona (2018)
Superfície forestal	Bosc	Tot terreny poblat per arbres	60.894
	Bosquines	Màquies, garrigues, brolles, landes, arbusts, matolls i situacions de trànsit entre bosc i matollar	19.123
	Altra vegetació	Prats, pastures, herbassars, vegetació de zones humides, erms pasturats	7.881
Àrees sense vegetació		Sòls nus, roquissars, escarpaments, tarteres, xaragalls, sorral i platges, congestes, llacs, embassaments i rius	4.711
Conreus	Secà	Terrenys sembrats, plantacions d'espècies anuals o plurianuals, sempre amb forta intervenció humana (cultius herbacis i llenyosos, de regadiu i de secà, guarets)	24.714
	Regadiu		627
Territori urbanitzat i infraestructures		Nuclis urbans, zones urbanes de baixa densitat, zones industrials i comercials, infraestructura viària	6.569

2.3.2 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 2002, les mostres les recullen membres i col·laboradors del Grup de Defensa del Ter (GDT). Es mostregen amb una periodicitat anual i al mes de gener, unes 140-150 mostres d'aigua i s'intenta que siguin de 3 o 4 fonts de cada municipi, per determinar la concentració de nitrats. Alguna mostra no s'ha pogut recollir tots els anys degut a que la font no ha rajat o s'ha inundat o s'ha tapat. A les mostres recollides des de l'any 2012 al 2019, alguns anys, també se n'ha determinat la conductivitat a

20° C, i a l'any 2017 també es van determinar els indicadors de contaminació fecal (RD 140/2003): Coliformes totals, *Escherichia coli* i Enterococs fecals.

El procediment per a la presa de mostra de les fonts és el següent: la mostra s'agafa amb un envàs de plàstic net de 500 mL el qual primer s'esbandeix amb la mateixa aigua de la font un parell de vegades i després s'omple. Aquestes mostres es conserven a temperatura ambient mentre es porten fins al laboratori. Al laboratori es guarden a la nevera i s'analitzen abans de 24 hores.

2.3.3 Punts de mostreig

Es seleccionen de 3 a 4 fonts d'aigua, les més emblemàtiques de cada un dels municipis de la comarca i escollides per membres del GDT, indicades a l'àrea d'estudi i que són els punts de mostreig. A finals del 2001 i l'any 2002 es van recollir mostres d'aigua en 365 fonts repartides per tots els municipis d'Osona. Per definir la seva situació s'utilitza el codi IDESCAT del municipi, les coordenades UTM X i UTM Y de la font i el número de localització. Veure Taula 2-II i a l'enllaç:

https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1AkMiFOivvIrsCFnu11IZ3TstcY7C1L_d&ll=41.949118510171026%2C2.2399079100000208&z=10

En aquest enllaç es pot clicar sobre cada una de les fonts on s'indica el codi del municipi i el municipi, les coordenades geogràfiques i el seu darrer valor de nitrats trobat. Si s'amplia el mapa es pot veure l'entorn de la font per veure possibles focus contaminants a la seva zona de influència (o recàrrega).

Taula 2-II Fonts en estudi. Codi de municipi, coordenades geogràfiques i número de localització. Font: pròpia.

Codi	UTM X	UTM Y	Municipi	Nº	Font o punt de mostreig
080044	424400	4664993	Alpens	1	Font de la Llena
080044	426751	4663474	Alpens	2	Font del Pí
080044	426316	4663721	Alpens	3	Font de la Pixarella
080174	433421	4631261	Balenyà	4	Font de l'Abeurador
080174	435338	4631061	Balenyà	5	Font de la Tria
080174	435206	4631871	Balenyà	6	Font de la Talaïa
080370	441937	4640762	Calldetenes	7	Font del Figueral
080370	441752	4642184	Calldetenes	8	Font de la Gana
080370	441182	4642003	Calldetenes	9	Font de la Boga
080673	435883	4626264	Centelles	10	Font Grossa.
080673	434339	4627729	Centelles	11	Font Calenta
080673	436445	4626525	Centelles	12	Font del Rosell
080673	432422	4626235	Centelles	13	Font de Sauva negra
080706	432922	4631026	Collsuspina	14	Font de la Pullosa
080706	432173	4632852	Collsuspina	15	Font d'en Regàs
080266	445563	4628778	El Brull	16	Font del Faig
080266	443909	4626636	El Brull	17	Font d'en Bresc
080266	445228	4630080	El Brull	18	Font Pomereta
170638	452582	4634763	Espinelles	19	Font del Tell
170638	450162	4636583	Espinelles	20	Font del Torrent verd
170638	451033	4635557	Espinelles	21	Font Fresca
170638	454408	4635506	Espinelles	22	Font Can Formiga
080832	444098	4643260	Folgueroles	23	Font Trobada
080832	443105	4643558	Folgueroles	24	Font de la Ricardera
080832	443497	4643192	Folgueroles	25	Font del Glaç
080832	443831	4642567	Folgueroles	26	Font de cal Guarda
081000	431498	4644054	Gurb	27	Font Salada
081000	436807	4646762	Gurb	28	Font de les Cases d'avall
081000	433990	4647327	Gurb	29	Font de la Vila
081000	436315	4646777	Gurb	30	Font Cases d'amunt
081000	435276	4645736	Gurb	31	Font Sant Pere
081094	419943	4656370	Lluçà	32	Font dels Bous
081094	423532	4658126	Lluçà	33	Font de les Mosqueres
081094	419772	4652772	Lluçà	34	Font de les Coves
081094	418013	4654011	Lluçà	35	Font can Manyagues
081094	420378	4655886	Lluçà	36	Font del Circuit
081094	420081	4655598	Lluçà	37	Font Casanova
081115	435225	4637649	Malla	38	Font de Malla
081115	435225	4637649	Malla	39	Font de la Roca
081120	440788	4650305	Manlleu	40	Font de la Mare de Déu
081120	440192	4649793	Manlleu	41	Font de la Cadenera

Codi	UTM X	UTM Y	Municipi	Nº	Font o punt de mostreig
081120	439619	4649506	Manlleu	42	Font del Molinot
081120	440521	4649304	Manlleu	43	Font de l'Arç
081120	442000	4651224	Manlleu	44	Font de Tarrés
081120	441503	4649569	Manlleu	45	Font dels Enamorats
081120	440186	4652227	Manlleu	46	Font de la Miranda
081167	442112	4649019	Masies de Roda	47	Font de la Teula.
081167	442952	4647086	Masies de Roda	48	Font de Molins
081167	444348	4648400	Masies de Roda	49	Font Fresca (Còdol)
081167	443164	4646291	Masies de Roda	50	Font de Cametes
081173	437571	4653052	Masies de Voltregà	51	Font del Peretó
081173	435589	4654128	Masies de Voltregà	52	Font de Sant Miquel
081173	435162	4652642	Masies de Voltregà	53	Font Serratosa
081311	434450	4663702	Montesquiu	54	Font de Planeses
081311	435138	4662755	Montesquiu	55	Font del Castell
081290	431627	4639109	Muntanyola	56	Font del Dalmau
081290	430693	4637074	Muntanyola	57	Font de Canamera o la Roca
081290	428619	4640930	Muntanyola	58	Font Freda
081290	431200	4638920	Muntanyola	59	Font d'Urpieres
081496	424611	4649379	Olost de Lluçanès	60	Font Casa Nova
081496	426732	4648964	Olost de Lluçanès	61	Font del Gorg negre
081496	425997	4651505	Olost de Lluçanès	62	Font de la Vila
081496	425350	4647674	Olost de Lluçanès	63	Font del Llop
081496	421722	4650977	Olost de Lluçanès	64	Font Moli Nou
081496	425267	4651448	Olost de Lluçanès	65	Font Pont de la Vila
081496	425026	4648579	Olost de Lluçanès	66	Font Camí de la font
081496	424629	4648269	Olost de Lluçanès	67	Font Gran
081509	432194	4656294	Orís	68	Font de les Donzelles
081509	432452	4657954	Orís	69	Font de la Baga
081509	438038	4659717	Orís	70	Font dels Platans
081516	423037	4643651	Oristà	71	Font Salada
081516	421715	4645192	Oristà	72	Font de la Torre d'Oristà
081516	422312	4642750	Oristà	73	Font de la Baga
081516	422162	4642604	Oristà	74	Font carrer de la Font
081607	426116	4655357	Perafita	75	Font Nova
081607	426759	4655850	Perafita	76	Font de l'Hostal nou
081607	426438	4655013	Perafita	77	Font del Raig
081607	425965	4655080	Perafita	78	Font Vella
081607	426891	4657456	Perafita	79	Font Perera
081607	426075	4657674	Perafita	80	Font de la Bauma
081607	426438	4655013	Perafita	81	Font del Raig
081607	425828	4656114	Perafita	82	Font del Gorg negre
081712	420587	4652396	Prats de Lluçanès	83	Font del Marçal
081712	418114	4651119	Prats de Lluçanès	84	Font de la Vila
081712	419535	4651291	Prats de Lluçanès	85	Les Tres fonts

Codi	UTM X	UTM Y	Municipi	Nº	Font o punt de mostreig
081831	442626	4647756	Roda de Ter	86	Les Tres fonts.
089019	455277	4653251	Rupit	87	Font de la Sala
089019	456152	4653148	Rupit	88	Font del Saltiri
089019	455652	4652638	Rupit	89	Font del Carreguell
089019	455900	4653788	Rupit	90	Font de la Guitarra
082690	440921	4632515	Seva	91	Font del Montmany
082690	440719	4631293	Seva	92	Font de la Serra
082690	440504	4632424	Seva	93	Font del Sors.
082711	432105	4653421	Sobremunt	94	Font Conjunta
082711	431004	4654236	Sobremunt	95	Font de la Roca
082711	432226	4654392	Sobremunt	96	Font de can Quelet
082711	432645	4653696	Sobremunt	97	Font de Sta.Llúcia
082711	433056	4652542	Sobremunt	98	Font de Grau
082726	432083	4664119	Sora	99	Font de la Teula.
082726	430065	4662558	Sora	100	Font del Molí
082726	433945	4661053	Sora	101	Font de l'Espadaler de dalt
082726	432098	4663405	Sora	102	Font de St. Joan
081957	427805	4661470	St. Agustí de Lluçanès	103	Font dels Veïns
081957	427984	4660515	St. Agustí de Lluçanès	104	Font de les Mosqueres
081957	429852	4658589	St. Agustí de Lluçanès	105	Font de la Casanova
081957	426544	4658959	St. Agustí de Lluçanès	106	Font Vinyes Grosses
081957	427644	4661307	St. Agustí de Lluçanès	107	Font Coloma
081957	428500	4657610	St. Agustí de Lluçanesa	108	Font Pere Noguera
081957	429509	4660087	St. Agustí de Lluçanès	109	Font Rano
081957	428225	4660350	St. Agustí de Lluçanès	110	Font Canal
081957	426418	4660539	St. Agustí de Lluçanès	111	Font del Salt
081995	430864	4648289	St. Bartomeu del Grau	112	Font de la Teula
081995	431528	4648292	St. Bartomeu del Grau	113	Font de la Plaça
081995	432563	4648740	St. Bartomeu del Grau	114	Font del Vicari
081995	432752	4648858	St. Bartomeu del Grau	115	Font del Boix
081995	429120	4652394	St. Bartomeu del Grau	116	Font dels Arços
082016	425828	4656114	St. Boi de Lluçanès	117	Font de la Boixa
082016	429703	4655817	St. Boi de Lluçanès	118	Font de la Prada
082016	431261	4657425	St. Boi de Lluçanès	119	Font de la Mina
082016	431343	4658270	St. Boi de Lluçanès	120	Font del Boix
082016	430914	4654966	St. Boi de Lluçanès	121	Font Horta Vella
082016	429513	4655644	St. Boi de Lluçanès	122	Font dels Plàtans
082153	436391	4651995	St. Hipòlit de Voltregà	126	Font de la Sala
082153	436590	4651860	St. Hipòlit de Voltregà	127	Font del Bac
082153	437365	4651647	St. Hipòlit de Voltregà	128	Font Volador
082205	443959	4639865	St. Julià de Vilatorca	129	Font de la Riera
082205	443583	4641805	St. Julià de Vilatorca	130	Font d'en Pep
082205	443852	4641513	St. Julià de Vilatorca	131	Les Set fonts

Codi	UTM X	UTM Y	Municipi	Nº	Font o punt de mostreig
082205	443852	4641512	St. Julià de Vilatorça	132	Font Casadevall
082205	444037	4637026	St. Julià de Vilatorça	133	Font de Puiglagulla
082205	443602	4641415	St. Julià de Vilatorça	134	Font d'en Fèlix
082251	422398	4655335	St. Martí d'Albars	135	Font de les Escaredes
082251	423349	4653231	St. Martí d'Albars	136	Font cal Blanc o St.Martí
082251	423211	4655503	St. Martí d'Albars	137	Font de la Blava
082251	422774	4651877	St. Martí d'Albars	138	Font Carboneres
082251	421033	4652869	St. Martí d'Albars	139	Font del Bullidor
082248	433948	4624173	St. Martí de Centelles	140	Font de Sant Martí
082248	437179	4622805	St. Martí de Centelles	141	Font rectoria Valldeneu
082248	437430	4623320	St. Martí de Centelles	142	Font Alzines de l'Oller.
082248	437001	4621678	St. Martí de Centelles	143	Font ermita Valldeneu
082331	441469	4660976	St. Pere de Torelló	144	Font Vidranesa
082331	442444	4657822	St. Pere de Torelló	145	Font de Riu d'Aura
082331	442617	4658721	St. Pere de Torelló	146	Font de la Riera
082378	434994	4661292	St. Quirze de Besora	147	Font de l'Espadaler
082378	435927	4661087	St. Quirze de Besora	148	Font del Bufí
082378	435017	4661289	St. Quirze de Besora	149	Font de la Petxa
082378	435788	4661279	St. Quirze de Besora	150	Font Fresca
082418	447982	4638659	St. Sadurni Osormort	151	Font dels Peons
082418	448669	4638057	St. Sadurni Osormort	152	Font del Rifà
082418	448606	4638967	St. Sadurni Osormort	153	Font de Masferrer
082418	451052	4635410	St. Sadurni Osormort	154	Font de Masjoan
082652	440170	4657379	St. Vicenç de Torelló	155	Font del Bassalet
082652	440015	4657975	St. Vicenç de Torelló	156	Font de Nogueres
082652	440093	4656866	St. Vicenç de Torelló	157	Font del Viver
082439	433563	4651360	Sta. Cecília de Voltregà	158	Font de Puig pelat
082439	434704	4650555	Sta. Cecília de Voltregà	159	Font de Gallisans
082439	435774	4649693	Sta. Cecília de Voltregà	160	Font de Sta. Cecília
082460	442000	4639172	Sta. Eugènia de Berga	161	Font Paradís
082460	440767	4639073	Sta. Eugènia de Berga	162	Font Xica
082460	440652	4639914	Sta. Eugènia de Berga	163	Font d'en Manon.
082460	440763	4638928	Sta. Eugènia de Berga	164	Font Rodona
082476	433140	4640061	Sta. Eulàlia de Riuprimer	165	Font de les Planes.
082476	431777	4640735	Sta. Eulàlia de Riuprimer	166	Font Gran
082476	431703	4640841	Sta. Eulàlia de Riuprimer	167	Font Codina
082476	431605	4640436	Sta. Eulàlia de Riuprimer	168	Font de la Vall
082536	439559	4665478	Sta. Maria de Besora	169	Font de Ferrers
082536	440926	4664123	Sta. Maria de Besora	170	Font del Gorg de la guilla
082536	437051	4663444	Sta. Maria de Besora	171	Font del Ravell
082536	439683	4665790	Sta. Maria de Besora	172	Font del Tei
082541	443182	4653948	L'Esquirol	173	Font de Comermena
082541	450352	4657318	L'Esquirol	174	Font de Cabrera
082541	450051	4654715	L'Esquirol	175	Font de la Foradada

Codi	UTM X	UTM Y	Municipi	Nº	Font o punt de mostreig
082541	449218	4654036	L'Esquirol	176	Font de les Fontiques
082541	447762	4655309	L'Esquirol	177	Font de la Parra
082541	452073	4654212	L'Esquirol	178	Font del Rajolí
082541	451777	4654547	L'Esquirol	179	Font dels Enamorats
082785	440910	4636586	Taradell	183	Font Gran
082785	439899	4637330	Taradell	184	Font de la Madriguera
082785	442089	4636907	Taradell	185	Font del Rabeto (davant)
082785	439726	4638091	Taradell	186	Font de Cassanell
082785	438529	4635537	Taradell	187	Font del Raig
082750	445509	4645259	Tavèrnoles	188	Font del Castell
082750	445022	4645017	Tavèrnoles	189	Font de la Baronesa
082750	444008	4645914	Tavèrnoles	190	Font del Pujol
082750	443928	4644942	Tavèrnoles	191	Font del Roquet
082802	453878	4652280	Tavertet	192	Font de Rajols
082802	451800	4651920	Tavertet	193	Font del Gorgàs
082830	450638	4649947	Tavertet	194	Font de les Piques
082830	435565	4634349	Tona	195	Font de la Suïssa
082830	434942	4632589	Tona	196	Font Sorell
082830	433456	4632563	Tona	197	Font de Güells
082858	438240	4656331	Torelló	198	Font de Puigroví
082858	438916	4654924	Torelló	199	Font dels Ocells
082858	438799	4654723	Torelló	200	Font del Raig
082858	440190	4653644	Torelló	201	Font de Sanayas
082858	440484	4654172	Torelló	202	Font de Martorell
082981	435783	4641160	Vic	203	Font de la Codina Nova
082981	440150	4643605	Vic	204	Font del Bruguer o Cantarell
082981	436048	4640892	Vic	205	Font del Ferro
082981	436376	4641421	Vic	206	Font de la Talaia
172121	443205	4666302	Vidrà	207	Les Nou fonts
172121	445347	4666993	Vidrà	208	Font Martingala
172121	447404	4664055	Vidrà	209	Font de St.Bartomeu
172207	450076	4632553	Viladrau	210	Font de les Païtides
172207	450387	4632426	Viladrau	211	Font del Noi gran
172207	447484	4633663	Viladrau	212	Font de les Ametistes
172207	448846	4629932	Viladrau	213	Font Rupitosa
172207	449742	4632921	Viladrau	214	Font d'en Miquel
172207	449888	4633304	Viladrau	215	Font de les Delícies
172207	450773	4634483	Viladrau	218	Font de can Feliu
083036	449750	4644773	Vilanova de Sau	219	Font de la Coromina
083036	448912	4644446	Vilanova de Sau	220	Font del Raig
083036	454348	4638401	Vilanova de Sau	221	Font del Bisbe

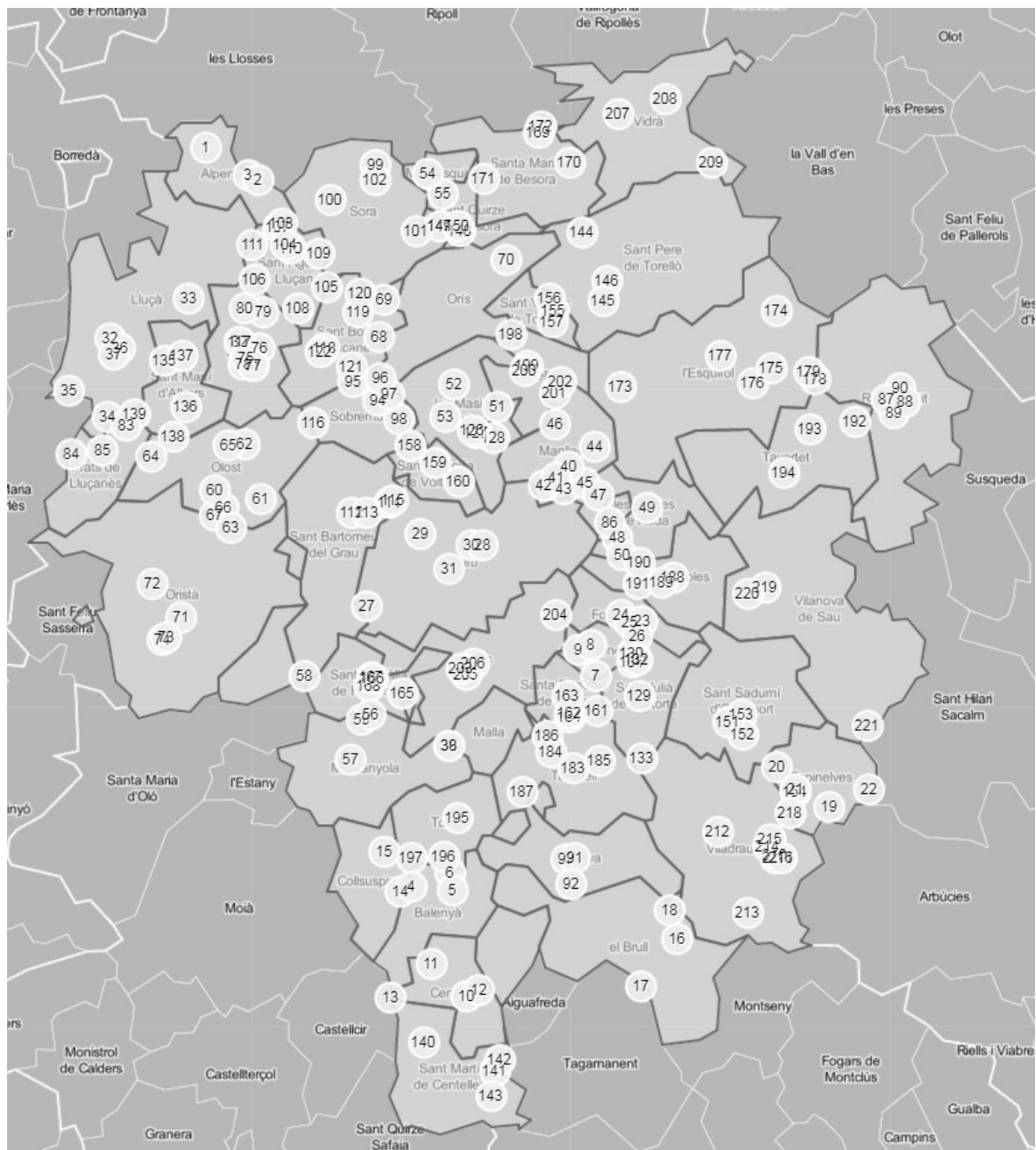


Figura 2-6 Situació de cada una de les fonts, amb el seu número de localització dins del municipi. Font: pròpia.

2.3.4 Determinacions analítiques

Per adaptar les determinacions de la concentració de nitrats, la conductivitat a 20° C i dels indicadors microbiològics, d'acord amb el RD 140/2003 per al que s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà, s'ha implantat un Sistema de Gestió de Qualitat conforme a la Norma ISO 9001 i s'ha validat cada any, amb una auditoria, davant una unitat externa de control de qualitat certificada per ENAC (Entitat Nacional d'Accreditació). D'aquesta manera es garanteix el procés analític, el mètode utilitzat i els resultats obtinguts, ja que s'incorporen mecanismes de comprovació que permeten verificar que els valors trobats són fiables mitjançant controls de qualitat adequats: calibració i verificació periòdica dels equips de mesura, ús de patrons i controls per cada paràmetre determinat i participació en exercicis entre laboratoris o d'intercomparació de resultats, per assegurar i millorar la garantia en control analític. El propi Sistema de Gestió obliga a participar en un d'aquests programes.

Aquests exercicis de garantia de qualitat consisteixen en l'anàlisi d'una mostra d'aigua cega, per un gran nombre de laboratoris. Una vegada obtinguts els resultats dels diferents paràmetres analitzats, s'envien al centre que gestiona el programa, acreditat per ENAC, i mitjançant la valoració de mitjanes, desviacions i assignació del paràmetre Z-score, s'avalua la qualitat dels resultats analítics dels participants i també de les tendències, biaixos i bondats d'ajustament de les tècniques utilitzades. El paràmetre estadístic Z-score és una relació entre el valor real del paràmetre a analitzar, el valor donat pel laboratori i la desviació estàndard del conjunt de resultats obtinguts pels laboratoris participants. D'aquesta manera es poden comparar els resultats obtinguts individualment enfront el total de laboratoris, així permet avaluar la capacitat tècnica del laboratori i la seva classificació dins del conjunt de participants o enfront els valors assignats per cada un dels paràmetres analitzats.

Els criteris d'acceptació del Z-score són els següents:

- Satisfactori: $[z] < 2$
- Qüestionable: $2 < [z] < 3$
- Insatisfactori: $[z] > 3$

La determinació de les concentracions de nitrats de les mostres d'aigua s'han realitzat segons el mètode espectromètric ultraviolat selectiu [75], [76]. Amb aquest mètode es determina l'absorbància de les mostres a 220 nm, que és la longitud d'ona on absorbeix el nitrat, i a 275 nm, que és el centre de la banda d'absorció de la matèria orgànica, i s'haurà de restar al ser una interferència. Les determinacions s'han fet amb un espectrofotòmetre UV-Vis CECIL CE 1021 fins l'any 2016 i amb un espectrofotòmetre *Hach Lange DR 6000* de 2016 fins l'actualitat. En cada determinació s'extrapola la concentració de nitrats de la mostra, a partir dels valors obtinguts, en una recta de calibrat on les solucions patró s'han preparat en un rang de concentracions, de 0 a 25 mg/L de nitrat, a partir d'un reactiu primari de nitrat potàssic Acofarma del 99,9% de puresa. A més a més, en totes les sèries de determinacions s'ha inclòs la lectura d'una mostra control de concentració coneguda i certificada que és la que s'ha enviat als laboratoris participants en l'exercici d'intercomparació per a l'autoavaluació externa de resultats. Des de l'any 2000, tots els resultats de nitrats obtinguts en aquest exercicis entre laboratoris han tingut un Z-score < 2 , satisfactori, com es pot veure a la taula 2-III.

Per determinar la concentració de nitrats a la pròpia font s'utilitza el mètode colorimètric semi quantitatiu amb tires reactives. Es submergeix la tira en la mostra d'aigua i es compara visualment el color obtingut a la zona reactiva amb una escala de colors que hi ha al tub on indica cada una de les concentracions

de nitrats. El color de la graduació de l'escala és de 10-25-50-100-250-500 mg/L de nitrat.

Els darrers 8 anys, de 2012 a 2019, també s'ha determinat la conductivitat a 20 °C. La conductivitat de l'aigua ve donada per la suma de la conductivitat dels ions que la componen i ens dóna una noció de la mineralització de l'aigua. En el treball "Qualitat de les aigües de la comarca d'Osona" de l'any 1999, ja es va observar que, en funció dels valors obtinguts de cada un dels paràmetres determinats, la mineralització de les aigües subterrànies de la comarca, s'origina fonamentalment de la dissolució de carbonat i sulfat de calç de margues, gresos i calcàries i en menor proporció de guixos i halita. L'ió nitrat té una conductivitat equivalent que suma a la conductivitat total dels ions de l'aigua, llavors increments en la concentració de nitrats, lògicament ha d'incrementar el valor de conductivitat.

Taula 2-III Participació als exercicis d'intercomparació de resultats. Valors de nitrats i conductivitat trobats pel laboratori, valors assignats per l'entitat ENAC i valor Z-score. Font: pròpia.

Any	Nitrats (mg/L) valor laboratori	Nitrats (mg/L) valor assignat entitat ENAC	Z-score	Conductivitat (µS/cm) valor laboratori	Conductivitat (µS/cm) valor assignat entitat ENAC	Z-score
2000	15,2	15,8	-0,4	1643	1615	0,3
2001	92,8	94,3	-0,2	1020	1025	-0,2
2002	8,5	8,9	-0,3	614	619	-0,2
2003	Exercici sense nitrats			Exercici sense conductivitat		
2004	32,1	32,4	-0,1	495	503	-0,4
2005	18,7	18,2	0,4	454	460	-0,4
2006	71,4	68,2	0,6	743	744	0,0
2007	62,2	61,6	0,2	529	528	0,0
2008	32,4	34,7	-1,3	Exercici sense conductivitat		
2009	26,4	25,7	0,6	Exercici sense conductivitat		
2010	26,3	21,6	1,1	536	540	-0,1
2011	21,8	23,2	-0,6	468	470	0,0
2012	18,2	18,1	0,1	443	449	-0,1
2013	54,0	51,6	0,5	487	491	-0,1

2014	28,8	28,1	0,2	418	421	-0,1
2015	16,3	15,9	0,3	480	495	-0,3
2016	6,4	6,0	0,3	370	375	0,4
2017	5,5	5,9	-0,4	186	192	0,4
2018	5,1	5,2	-0,2	552	567	-0,3
2019	6,5	5,4	1,1	216	226	0,4

La determinació de la conductivitat a 20 °C, s'ha realitzat amb un *Conductímetre Crison 524*. La calibració periòdica s'ha fet amb un patró certificat de conductivitat de 1.413 µS/cm +/-1 % a 25° C. A l'autoavaluació externa de resultats en els exercicis d'intercomparació entre laboratoris, tots els resultats han tingut un Z-score satisfactori <2, com es pot veure a la taula 2-III. A l'any 2016 es van fer les analítiques per a la determinació dels indicadors microbiològics de contaminació fecal, Coliformes totals i *Escherichia coli* amb el mètode filtració per membrana [76]. Medis cromogènics: *M-colibblue24 de MerckMillipore* i *Chromocult Coliform Agar* segons [77]. Per als Enterococs fecals s'ha utilitzat el mètode filtració per membrana amb el medi *Slanetz-Barthley* segons [78], [76]. L'autoavaluació externa de resultats en els exercicis d'intercomparació entre laboratoris de l'any 2016, ha donat els següents Z-score: per Coliformes totals 0,10, per *Escherichia coli* 0,31 i per Enterococs 0,35, tots ells, satisfactori < 2.

2.3.5 Altres variables

Per als diferents municipis i anys de mostreig d'aigües de fonts, s'han recollit també els valors de les variables següents:

1. Dades agrícoles de superfície de conreu. Anys 2011 i 2018. Extreptes del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació

de la Generalitat de Catalunya i de l'Institut d'Estadística de Catalunya, Idescat

2. Dades agrícoles de superfície agrària útil (SAU). Anys 2009 i 2015. Extretes del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya i de l'Institut d'Estadística de Catalunya, Idescat.

3. Percentatge de superfície agrària útil (% SAU), calculat dividint la superfície de conreu de la superfície total del municipi i multiplicant per 100.

4. Superfície i altitud dels municipis. Extretes de l'Institut d'Estadística de Catalunya, Idescat

5. Dades pluviomètriques. Des de l'any 2002 a 2019. Han estat donades per l'Agrupació Meteorològica d'Osona, Meteosona, que s'encarrega de coordinar totes les dades de pluviometria enregistrades per cada una de les estacions meteorològiques que hi ha a cada municipi de la comarca. Les estacions estan adherides a l'Institut Nacional de Meteorologia. Per buscar la relació s'utilitzen els valors de precipitació de l'any anterior a les determinacions de nitrats.

No es tenen les dades de tots els paràmetres de tots els anys degut a diferents motius:

- Els nitrats, perquè alguna de les fonts no ha rajat en l'any i mes de la recollida.
- Les dades agrícoles de superfície de conreu i superfície agrària útil, perquè s'ha considerat que les variacions de cada un dels anys ha estat molt poca.
- La pluviometria, perquè hi ha algun any que alguna de les estacions no ha enregistrat totes les dades i no les ha enviat a Meteosona.

2.3.6 Tractament estadístic de les dades

Per analitzar la relació entre les variables físic-químiques de les aigües de les fonts i les variables agrícoles, geogràfiques i pluviomètriques dels diferents municipis s'ha realitzat una anàlisi de correlació de Pearson i de regressió. En els casos en què la correlació ha estat significativa ($p > 0,05$) s'ha obtingut la recta de regressió i el seu coeficient (R^2).

2.4 Resultats i discussió

La concentració de nitrats de l'aigua de les fonts que es mostregen a la comarca d'Osona des de l'any 2002, es presenta a la Taula 5-I. En la Figura 2-7 i Figura 2-8, aquests resultats s'expressen en percentatge en un diagrama de barres i agrupats en intervals. En aquestes figures es representen anualment i quadri anualment, respectivament, el percentatge de fonts que presenten diferents continguts de nitrat agrupats en les intervals següents:

- Fonts amb concentració de nitrats entre 0 i 10 mg/L (barres de color verd), considerats d'origen natural.
- Fonts amb concentració de nitrats entre de 10 i 25 mg/L (barres de color groc) i que ja es consideren d'origen antròpic.
- Fonts amb concentració de nitrats entre 25 i 50 mg/L (barres de color taronja), essent 50 mg/L, el límit màxim de concentració de nitrats en aigües de consum.

- Fonts amb concentració de nitrats > 50 mg/L (barres de color vermell), quan el valor ja supera el valor paramètric estipulat pel RD 140/2003 per a aigües de consum.

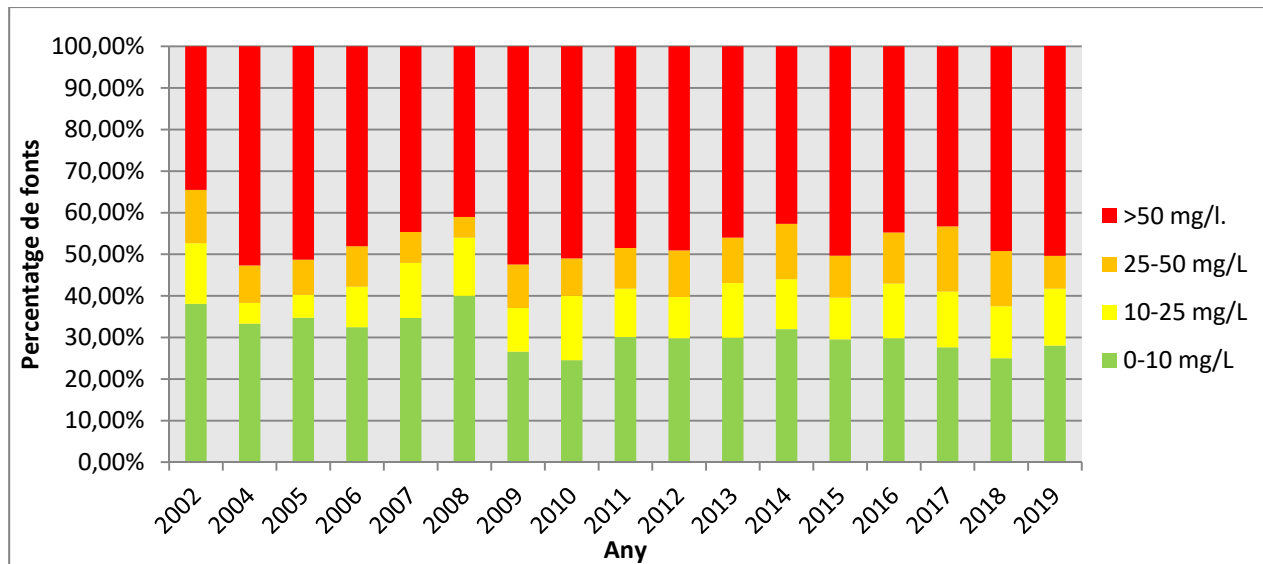


Figura 2-7 Percentatge anual de fonts amb una concentració de nitrats d'entre 0 i 10 mg/L (verd), d'entre 10 i 25 mg/L (groc) , d'entre 25 i 50 mg/L (taronja) i superior a 50 mg/L (vermell). Font: pròpia.

A la Figura 2 7 s'observa que del 2002 al 2004, el percentatge de fonts amb valors de nitrats > 50 mg/L, en color vermell, augmenta del 34,5% al 52,7%. A partir de 2005 fins a 2008 disminueix fins a 41,0%,. A partir de 2009 torna a augmentar fins al 52,4% i torna a disminuir fins a 42,7%, el 2014. A partir de 2015 torna a incrementar fins 50,3%, per baixar lleugerament els anys 2016 i 2017 i tornar a pujar fins al 51% l'any 2019. Per a les fonts amb valors de nitrats entre 0 i 10 mg/L, en color verd, del 2002 al 2008 el percentatge de fonts es manté entre el 32,0 i 40,0%, disminuint a partir de 2009 fins a 26,6% i a 24,5% el 2010, d'ençà de llavors es manté entre el 25,0 i el 30,0% fins al 2019. Les fonts d'entre 25 i 50 mg/L de nitrats, en color taronja, es mantenen tots els anys entre el 5,0% i el 13,3%. Les fonts d'entre 10 i 25 mg/L de nitrats, en color groc, es mantenen també entre el 5% i el 14% tots els anys. S'observa que en

els darrers 9 anys ha incrementat la suma dels percentatges dels intervals de 10 a 25 mg/L i de 25 a 50 mg/L.

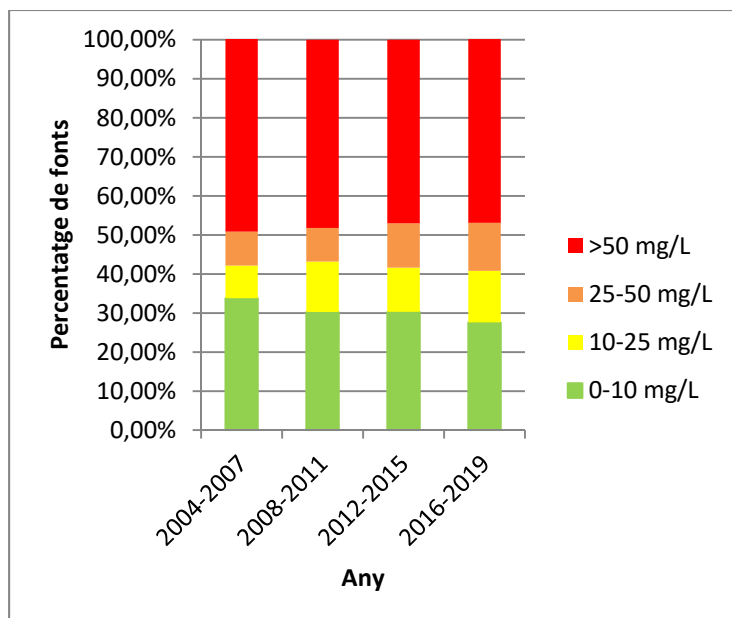


Figura 2-8 Percentatge quadriennal de fonts amb una concentració de nitrats d'entre 0 i 10 mg/L (verd), d'entre 10 i 25 mg/L (groc), d'entre 25 i 50 mg/L (taronja) i superior a 50 mg/L (vermell). Font: pròpia.

A la Figura 2-8 es mostra l'evolució dels valors de nitrats per quadriennis per veure millor les variacions dels intervals en el darrers 18 anys. S'observa una disminució en el percentatge de fonts amb aigües amb una concentració de nitrats >50 mg/L (color vermell), concretament de 49,5% baixa a 47,1%, un 2,4%, des de 2004 a 2019. Hi ha una lleugera disminució del nombre de fonts en què el seu valor de nitrats és <10 mg/L (color verd): del 33,8% del trienni 2004-2007 baixa a 27,6% al trienni 2016-2019. Conseqüentment, s'observa que augmenta la regió central de la gràfica de manera que augmenta el percentatge de fonts que tenen valors de nitrats d'entre 10 a 25 mg/L (color groc) i també el de les que el tenen d'entre 25 a 50 mg/L (color taronja). Cal veure als propers anys quina direcció prenen les aigües que tenen els valors de nitrats entre 25 i 50 mg/L.

El percentatge de fonts amb valors de nitrats >50 mg/L és el millor indicador en l'espai (per tota la comarca) i el temps (anys) per poder monitoritzar l'evolució de la contaminació per nitrats. Aquest valor és l'estàndard de qualitat per sota del qual es considera el seu bon estat, d'acord a la Directiva 91/676/CEE, tot i que adverteix que cal vigilar increments de la concentració de nitrats de les aigües entre 25 i 50 mg/L.

D'altra banda, l'augment del percentatge d'aigües entre 10 i 25 mg/L de nitrats i la disminució del percentatge de fonts amb nitrats entre 0 i 10 mg/L, pot indicar un increment d'entrada de nitrats a les aigües subterrànies en llocs on els valors trobats eren d'origen natural.

2.4.1 Concentració de nitrats per municipi (any 2019)

A la Figura 2-9 es mostra el mapa de municipis de la comarca d'Osona on es representa el seu contingut de nitrats de l'any 2019 segons el codi de colors de la llegenda el qual representa diferents intervals de concentracions de nitrats. La concentració de nitrats de cada municipi s'ha calculat fent la mitjana aritmètica de les concentracions de nitrats de totes les fonts mostrejades en el municipi l'any 2019.

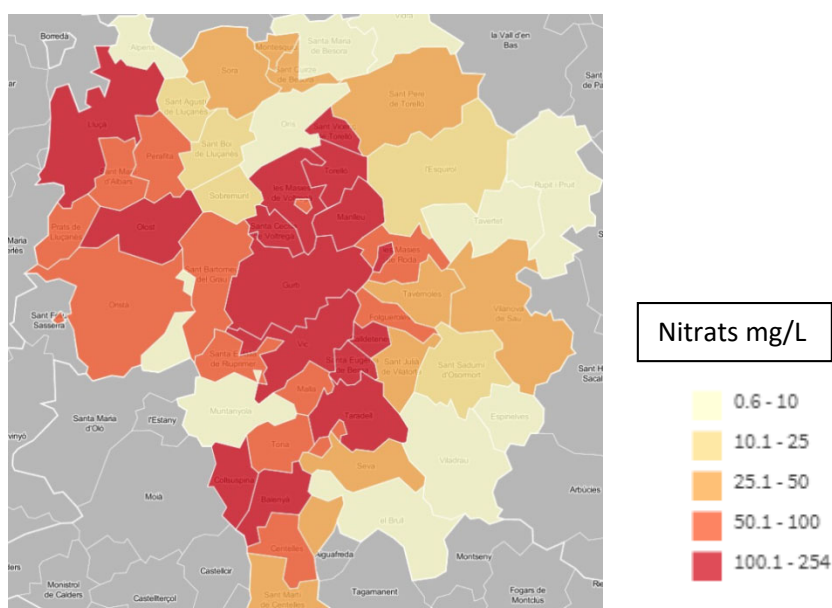


Figura 2-9 Municipis d'Osona i la seva concentració mitjana de nitrats. Any 2019. Font: pròpia.

Els municipis en color vermell, amb concentracions que superen els 100 mg/L, són els següents: Sant Vicenç de Torelló, Torelló, Manlleu, Gurb, Masies de Voltregà, Roda de Ter, Calldetenes, Santa Eugènia de Berga, Balenyà, Taradell, Collsuspina, Olost i Lluçà. Els municipis que presenten concentracions de nitrats entre 50 i 100 mg/L de nitrats, en color marró, són: Masies de Roda, Folgueroles, Malla, Tona, Centelles, Santa Eulàlia de Riuprimer, Sant Bartomeu del Grau, Perafita, Sant Martí d'Albars, Prats de Lluçanès i Oristà. Els municipis que tenen la mitjana de les fonts amb valors de nitrats entre 10 i 25 mg/L, de color beix, són: Sant Agustí de Lluçanès, Sant Boi de Lluçanès, Sobremunt, l'Esquirol, Sant Sadurní d'Osormort. I els municipis que tenen la concentració de nitrats de les seves fonts per sota els 10 mg/L i en color blanc hi ha Alpens, Orís, Santa Maria de Besora, Vidrà, Tavertet, Rupit, Espinelves, Viladrau, El Brull i Muntanyola, situats al nord, est i sud-est de la comarca.

La figura mostra que els municipis del centre de la comarca, a la Plana de Vic, són els que tenen la concentració mitjana de nitrats a l'aigua de les fonts més alta, superior als 100 mg/L, i també s'observa en alguns municipis del Lluçanès, sobretot els connectats amb els municipis anteriors de la Plana de Vic. Els municipis situats al nord, est i sud-est de la comarca, són els que tenen els valors més baixos, inferior als 50 mg/L.

2.4.2 Concentració de nitrats per municipi, seguiment de 2002 a 2019

A la Taula 2-IV, es dona la concentració mitjana anual de nitrats per municipi de la comarca d'Osona des de l'any 2002 a l'any 2019. El valor resulta de calcular la mitjana aritmètica dels valors de nitrats de cada una de les fonts analitzades en el municipi concret. A la Taula 5-II i Taula 5-III de l'annex, hi ha la mateixa taula amb les desviacions estàndard. Els requadres en blanc indiquen que aquell any no es va recollir cap mostra. L'any 2003 no hi figura perquè es van recollir la majoria de mostres a finals de 2002 i d'altres a principis de 2003. Així que s'han ajuntat totes a l'any 2002.

Taula 2-IV Concentració mitjana de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona des de l'any 2002 al 2019. A la Taula 5-II i Taula 5-III, hi ha la mateixa taula amb les desviacions estàndard. Font: pròpia.

Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alpens	6,8	0,9	0,4	1,0	0,6	0,7		1,0	1,2	1,2	1,1	1,5	1,3	1,0	11,9	1,4	5,9
Balenyà	57,8	86,0	90,7	100,7	164,6		133,9	151,1	130,3	89,5	129,8	97,1	133,4	203,4	112,0	111,9	105,7
Calldetenes	90,6	210,6	197,5	229,6	189,3	141,5	172,5	259,9	209,9	242,9	201,7	213,7	220,4	148,9	178,5	167,9	232,5
Centelles	77,1	46,7	36,5	51,0	31,3	82,5	58,9	56,2	76,5	70,4	61,3	93,5	63,3	70,4	54,1	70,5	64,2
Collsuspina	36,8	88,4	91,7	97,7	60,3		104,0	113,2	105,9	91,9	92,3	105,1	97,6	45,0	144,3	93,2	106,0
El Brull	19,3	0,1	0,9	0,8	0,4	0,5	0,8	2,3	0,8	1,2	1,3	1,4	0,9	1,0	1,8	1,3	0,8
Espinelves	0,3	0,9	1,5	0,9	0,6	5,3	5,5	5,3	1,3	1,9	1,2	1,5	1,3	1,5	3,6	1,5	1,9
Folgueroles	90,9	60,6	67,7	57,7	67,1	44,5	41,1	60,6	59,2	76,1	56,1	61,2	65,1	56,7	52,2	50,0	95,4
Gurb	158,5	175,0	187,7	181,8	188,0	165,6	242,4	151,6	207,5	244,1	221,9	216,8	232,2	211,8	161,3	183,3	234,0

Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lluçà	13,4	100,4	212,7	104,2	248,0	104,2		137,8	120,7	137,0	93,1	107,9	113,2	215,7	78,2	102,5	110,5
Malla	57,6	78,8	70,8	88,1	57,3		133,2	157,5	97,9	107,8	68,7	56,2	77,6	100,1	54,5	98,8	91,5
Manlleu	131,0	286,6	302,7	298,0	239,3	203,4	228,5	256,7	253,7	260,7	195,7	142,2	223,4	177,4	167,9	132,8	254,0
Masies de Roda	152,9	235,1	186,1	196,5	183,2	147,1	235,2	156,5	142,0	223,5	177,0	131,7	257,0	116,3	115,7	114,0	90,5
Masies de Vgà.	98,7	197,4	142,2	117,7	108,0	93,5	129,2	118,7	133,5	137,9	108,0	110,2	113,0	109,3	123,3	100,3	128,0
Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Montesquiu	14,4	24,2	16,7	18,7	25,0	24,1	24,2	24,1	24,8	26,2	22,7	23,5	26,0	24,1	17,3	10,5	31,1
Muntanyola	3,2	0,8	1,1	1,4	0,5	0,5	1,2	1,5	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,5	0,6
Olost de Ll.	38,2	137,6	52,2	57,7	99,7	56,4	88,8	99,7	79,8	89,6	60,3	38,1	49,6	74,7			108,6
Orís	16,2	5,2	2,9	3,8	3,2	1,8	23,3	2,4	2,5	10,6	0,9	2,6	1,9	1,6	4,4	7,3	4,2
Oristà	84,5	55,2	71,1	85,3	74,6	167,7	63,1	67,5	64,7	61,1	62,4	67,2	48,1	21,4	55,2	57,3	51,4
Perafita	48,6	118,5	118,9	87,0	97,3	44,3	115,3	99,8	73,7	65,8	57,2	67,4	81,2	69,8	66,7	81,3	88,3
Prats de Ll.	70,5	126,3	100,2	108,6	110,0	76,6	129,7	91,8	105,5	100,4	78,6	71,5	76,1	56,1	104,9	70,1	70,0
Roda de Ter	123,5	274,0	191,7	227,6	183,1	142,8	265,6	176,4	182,2	239,9	164,1	178,9	216,7	151,0	125,1	133,3	222,6
Rupit	7,5	9,0	7,1	15,8	3,7	5,4	17,5	11,4	10,5	6,8	6,3	8,4	9,7	8,5	14,8	8,9	9,1
Seva	47,8	38,7	42,1	33,3	42,5	50,3	30,6	31,1	45,8	43,1	44,2	36,9	34,3	33,4	29,2	35,5	30,3
Sobremunt	30,5	31,7	30,2	26,4	34,1	29,1	28,9	18,4	14,1	22,4	13,5	21,2	26,4	11,7	45,3	119,9	21,5
Sora	12,8	59,8	29,6	56,9	35,2		53,8	33,8	35,3	37,9	23,4	30,9	36,5	15,1	33,9	25,9	32,2
St. Agustí de Ll.	21,1	49,6	43,0	30,9	37,8	19,0	42,2	17,0	23,8	25,8	16,7	15,2	12,1	9,1	20,6	19,0	14,6
St. Bartomeu G.	58,4	54,1	75,6	69,9	57,5	62,9	65,7	71,4	46,7	65,4	14,9	44,6	63,0	58,3	60,1	55,8	58,5
St. Boi de Ll.	7,6	6,3	5,1	24,6	5,5	8,6	12,9	23,9	23,2	12,9	20,5	19,9	13,2	13,8	13,7	12,5	13,0
St. Hipòlit Vgà.	80,1	226,6	145,5	58,4	111,2	94,3	108,6	99,3	40,7	49,7	52,7	39,6	32,5	57,8	50,7	40,5	98,8
St. Julià Vta.	30,1	30,9	31,2	26,5	27,6	38,9	24,1	35,6	27,9	50,7	12,7	28,3	21,2	26,4	13,7	20,5	41,7
St. Martí Alb.	49,4	125,2	105,7	140,6	96,9	87,5		144,8	232,9	149,5	114,4	130,3	106,1	95,9	100,6	92,4	90,5
St. Martí de C.	23,0	24,3	7,9	38,2	45,3	17,1	38,7	21,3	40,1	25,8	26,8	29,6	20,2	16,5	16,0	30,0	27,0
St. Pere de T.	64,1	33,9	4,1	4,6	2,1	7,1	5,4	4,1	52,5	39,0	28,6	4,3	45,5	79,8	9,4		35,9
St. Quirze B.	26,1	69,8	66,8	71,6	56,0	41,7	79,5	51,9	52,5	70,4	52,2	44,8	27,1	49,4	23,5	22,1	46,5
St. Sadurní O.	5,2	6,3	6,3	6,6	6,5	9,0	7,6	9,2	7,7	8,5	8,7	11,7	13,2	10,7	23,2	14,7	15,2
St. Vicenç de T.	45,4	97,6	98,0	86,0	94,4	88,0	100,6	95,8	103,0	109,5	95,0	91,3	117,8	116,7	77,8	112,1	124,3
Sta. Cecília Vgà.	83,3	131,5	121,3	118,2	121,0	110,6	144,9	147,9	159,6	184,2	184,8	194,3	197,5	303,2	187,9	201,3	198,3
Sta. Eugènia B.	103,4	125,5	125,1	124,0	121,7	81,9	128,6	102,8	144,5	153,7	135,9	142,2	145,5	117,9	93,3	82,3	150,4
Sta. Eulàlia R.	43,6	61,9	41,7	109,8	24,6	18,8	90,9	78,7	71,2	109,9	69,7	62,1	96,1	83,6	69,4	67,2	87,3
Sta. Maria B.	5,2	19,2	10,4	20,4	12,8	2,2	7,5	21,7	28,8	20,3	20,9	21,8	17,0	6,7	22,3	30,7	5,7
L'Esquirol	52,6	51,6	43,7	43,5	50,5	39,8	34,3	46,5	22,2	24,0	33,5	32,0	40,8	35,0	56,0	30,7	22,6
Taradell	69,9	155,7	24,7	138,3	84,7	42,2	189,8	149,0	143,4	199,6	148,4	62,9	182,6	95,9	106,6	80,7	238,1
Tavernoles	56,7	66,5	37,5	34,1	32,7	40,5	33,1	35,3	30,3	34,6	27,3	27,3	25,0	35,6	19,5	21,4	31,4
Tavertet	19,1	3,7	2,0	5,6	4,6	4,7	4,2	6,1	2,2	2,5	3,8	3,8	2,5	6,0	6,6	8,2	3,1
Tona	73,3	98,2	95,0	67,0	53,4	13,5	113,5	114,7	150,6	125,5	101,2	94,3	99,2	39,4	37,4	35,9	51,9
Torelló	118,3	112,6	122,7	115,9	91,3	125,7	100,7	136,0	179,6	177,5	133,7	149,5	167,3	120,6	165,7	153,2	149,8
Vic	189,7	183,6	69,3	328,1	90,9	53,7	151,8	169,8	187,8	207,5	145,0	124,8	156,2	112,4	80,4	85,3	224,0

Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vidrà	4,9	5,9	6,1	7,7	5,4	7,7	6,9	9,1	5,5	4,2	6,6	6,0	6,1	4,8	7,3	7,2	5,4
Viladrau	10,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,5	3,5	4,8	3,1	3,6	0,6	5,6	3,8	0,6	5,9
Vilanova S.	7,9	17,8	14,0	16,0	9,6	8,3	21,2	2,7	16,1	30,5	20,6	19,9	38,4	14,0	30,0	21,7	31,6

A continuació es mostra una gràfica per a cadascun dels municipis, on es representa la concentració mitjana de nitrats del municipi des de l'any 2002 al 2019. Amb aquestes dades de concentració s'ha determinat i representat la línia de tendència (amb el programa Excel) per tal d'obtenir una indicació qualitativa de la variació de la concentració de nitrats al llarg d'aquest període d'anys. Quan es van fer les gràfiques i es van analitzar, es va veure que els municipis es podien agrupar segons la mitjana de nitrats i la tendència. Es presenten les gràfiques agrupades de la manera següent:

- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és <10 mg/L. Figura 2-10.
- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és <25 mg/L i tendeix a disminuir. Figura 2-11.
- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 25 mg/L i tendeix a l'augment. Figura 2-12.
- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 50 mg/L i augmenta. Figura 2-13.
- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats, puntualment, ha sobrepassat els 50 mg/L i augmenta. Figura 2-14.
- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és >50 mg/L i tendeix a l'augment. Figura 2-15 i 2-16
- Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és >50 mg/L, o hi ha estat i tendeix a disminuir. Figura 2-17, 2-18 i 2-19.

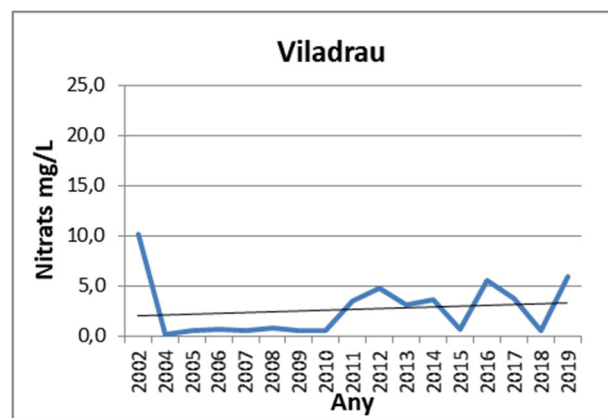
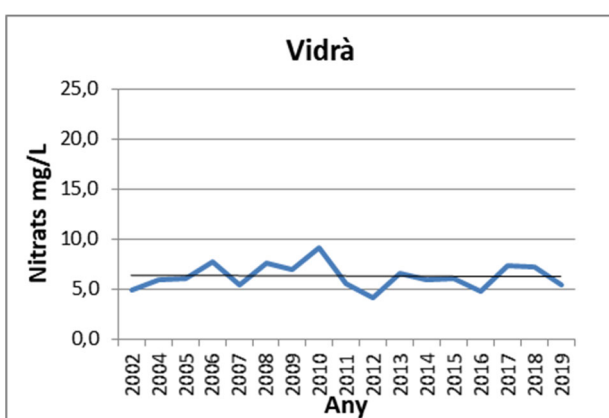
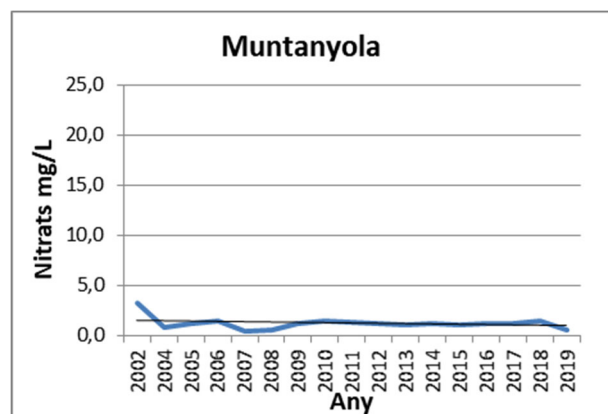
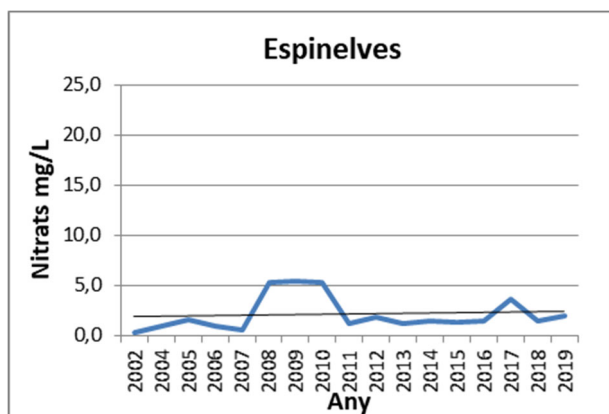


Figura 2-10 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és < 10 mg/L. Font: pròpia.

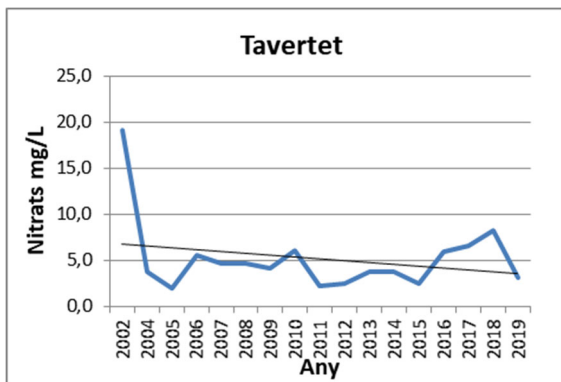
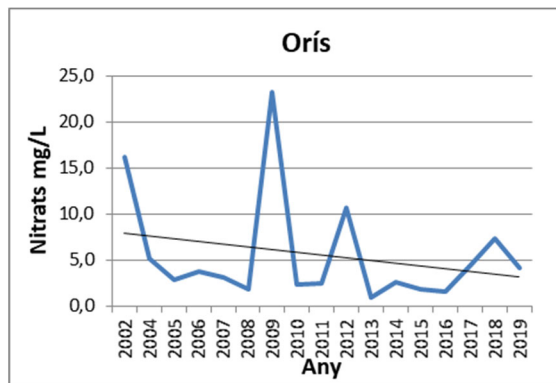
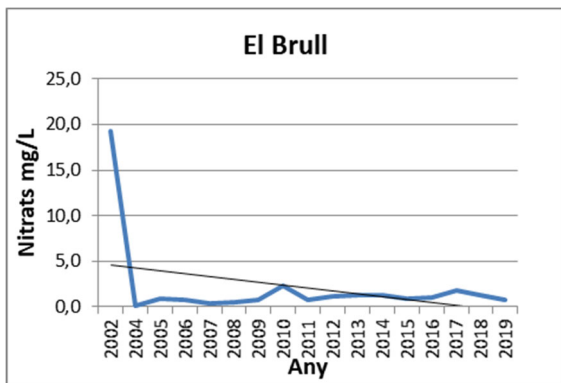


Figura 2-11 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és < 25 mg/L. i tendeix a disminuir. Font: pròpia.

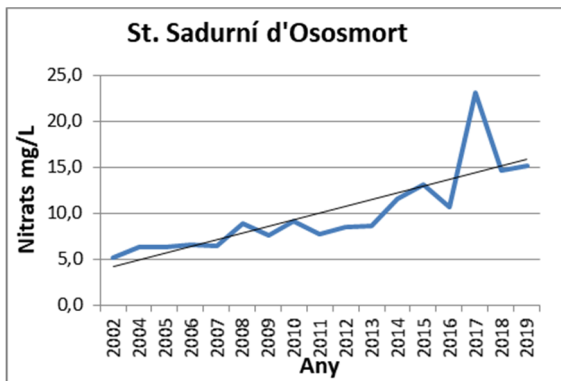
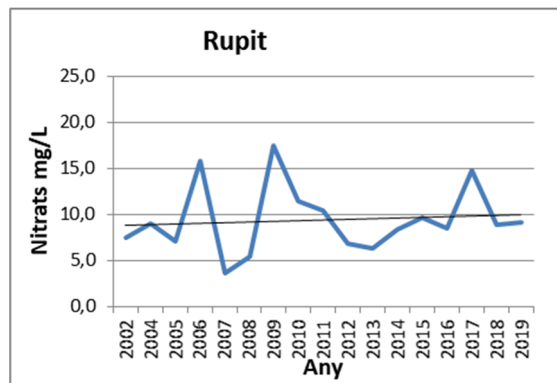
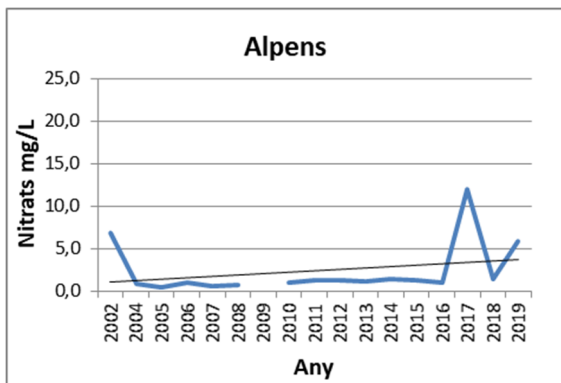


Figura 2-12 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 25 mg/L. i tendeix a l'augment. Font: pròpia.

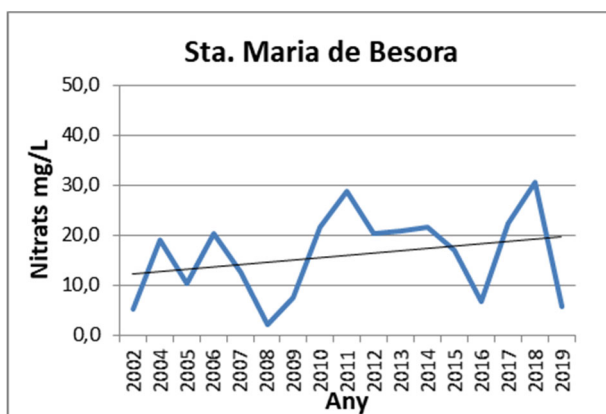
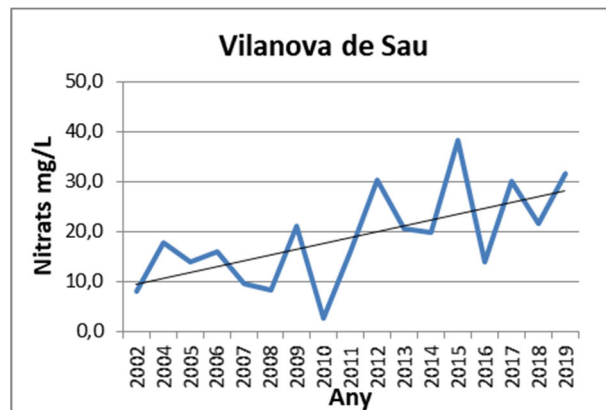
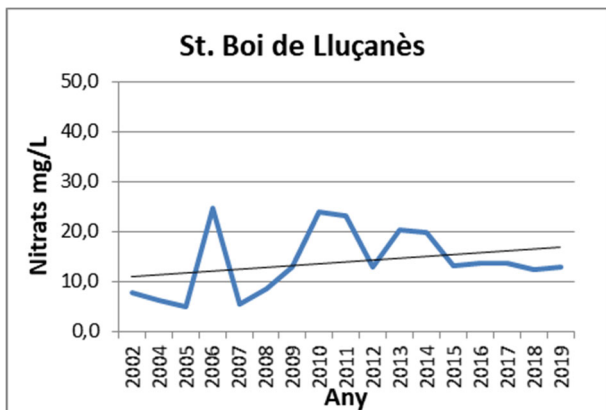


Figura 2-13 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 50 mg/L. i augmenta. Font: pròpia.

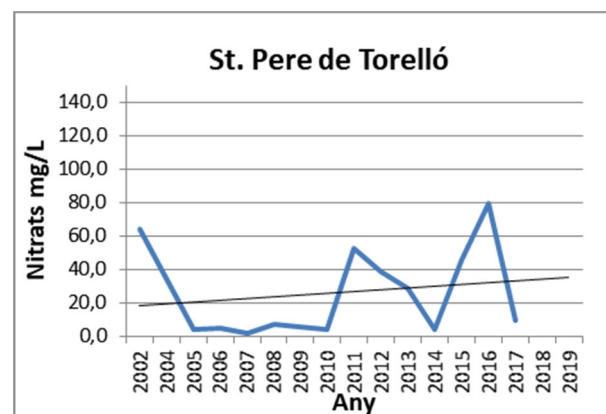
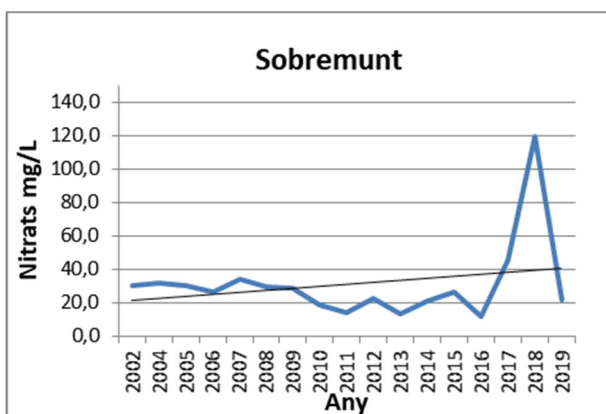


Figura 2-14 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats, puntualment, ha sobrepasat els 50 mg/L. i augmenta. Font: pròpia.

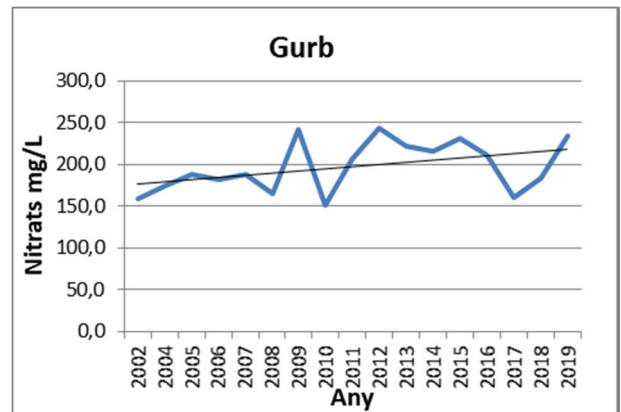
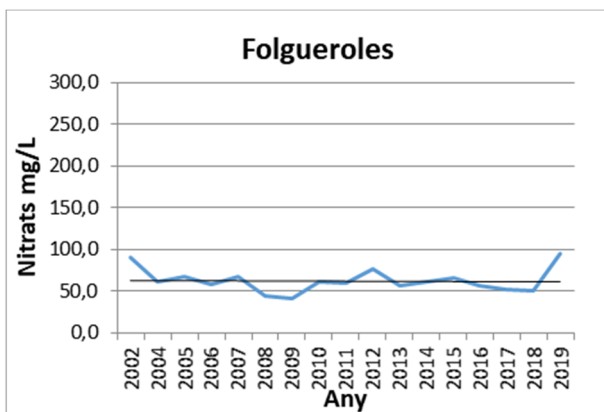
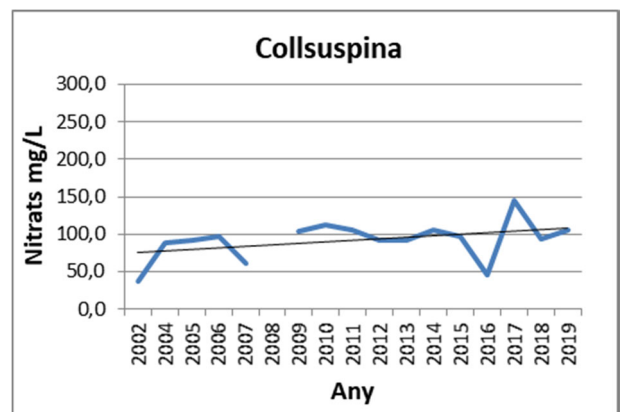
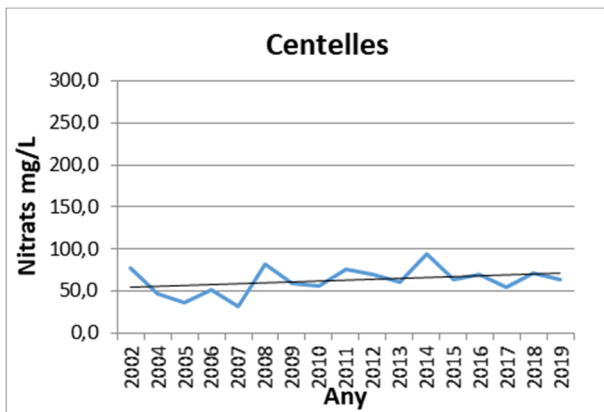
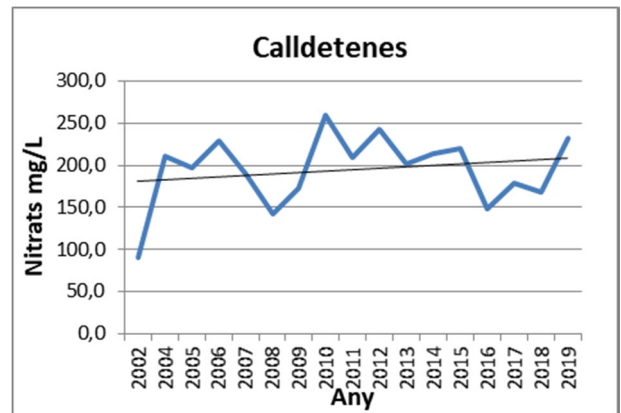
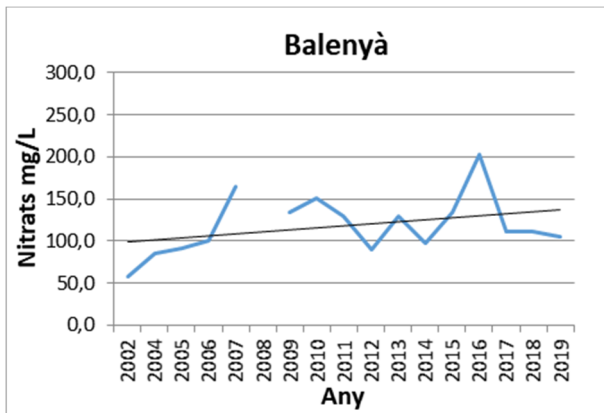


Figura 2-15 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L i tendeix a l'augment. Font: pròpia.

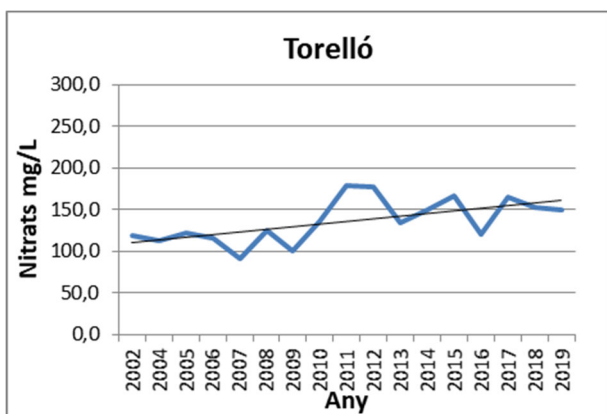
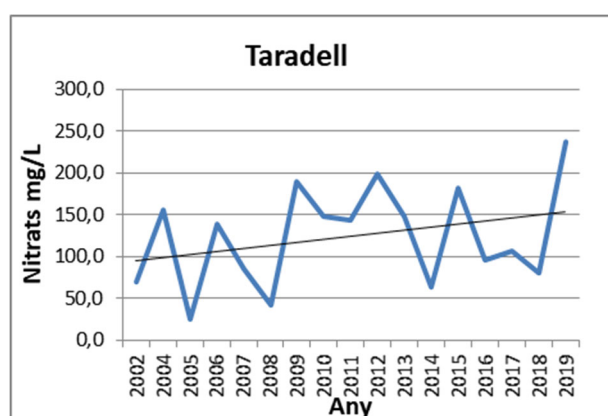
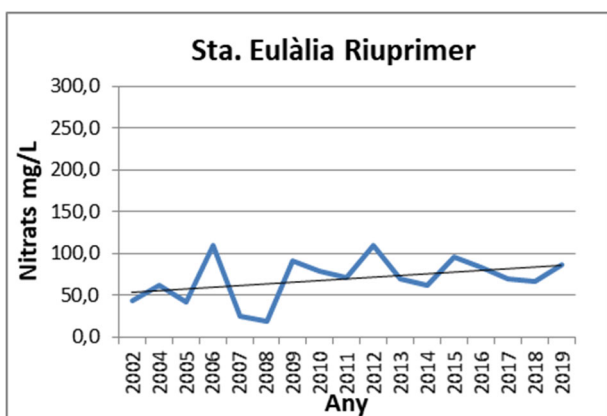
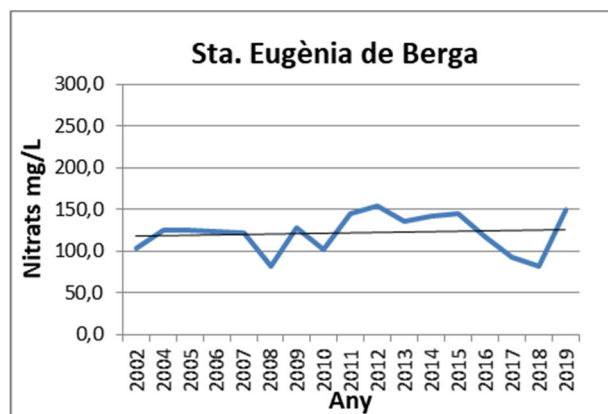
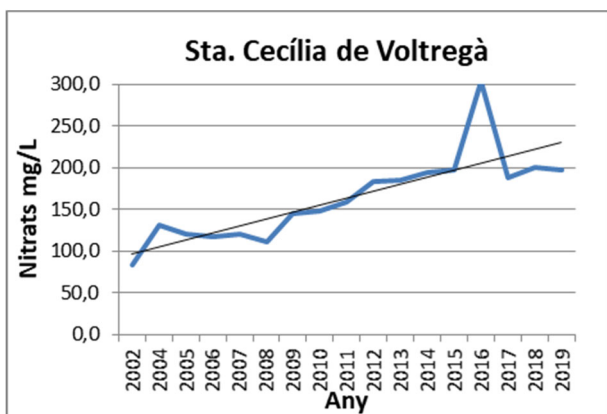
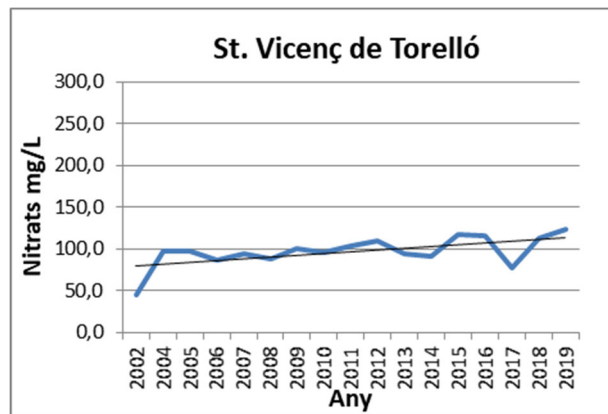
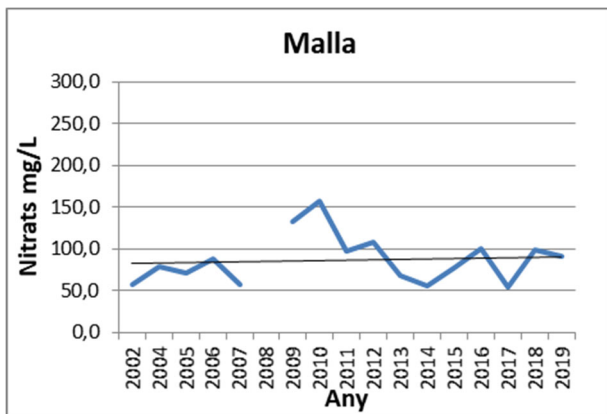


Figura 2-16 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L i tendeix a l'augment. Font: pròpia.

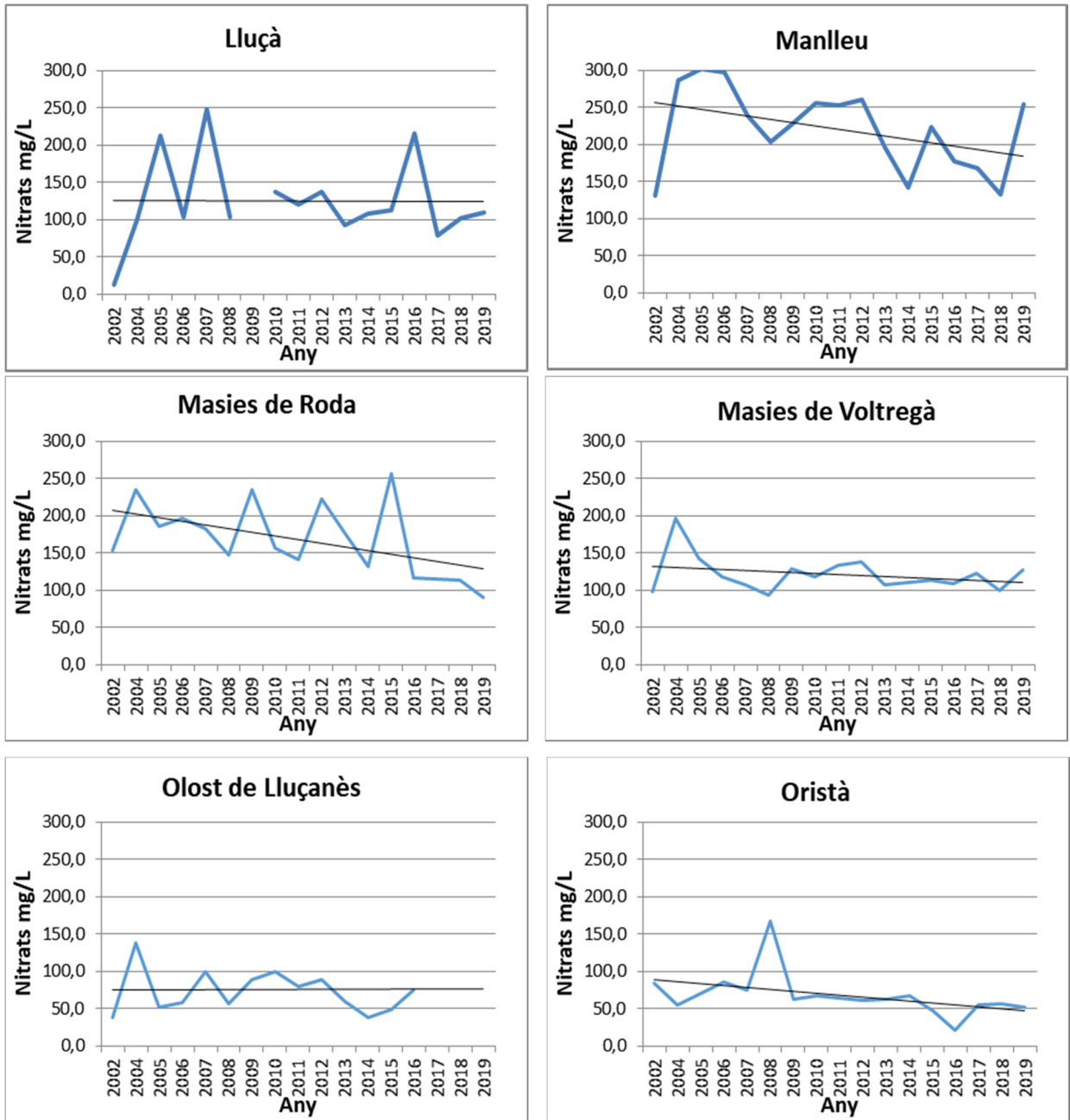


Figura 2-17 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L, o hi ha estat i tendeix a disminuir. Font: pròpia.

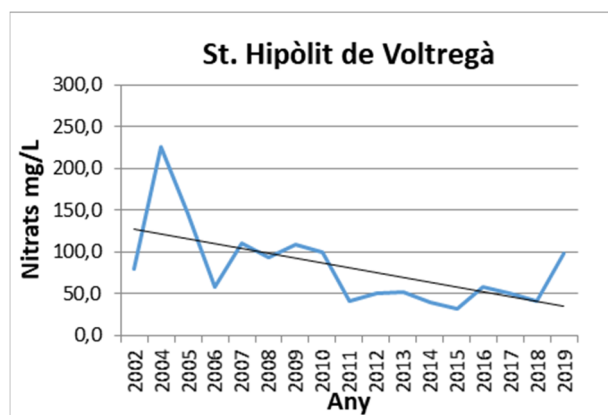
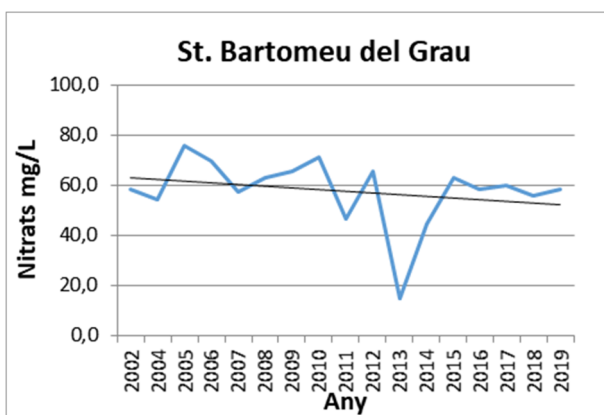
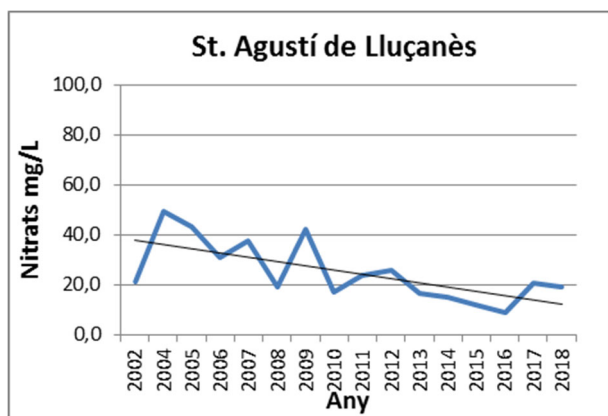
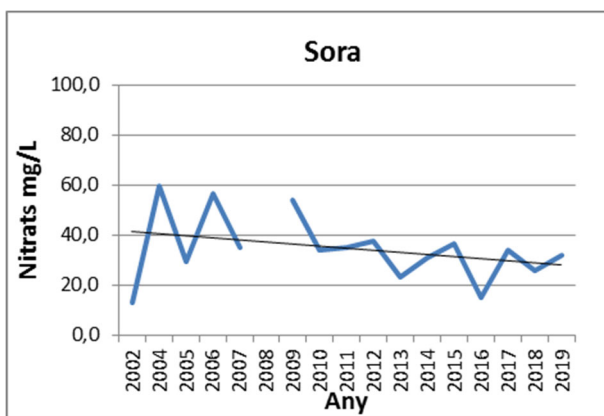
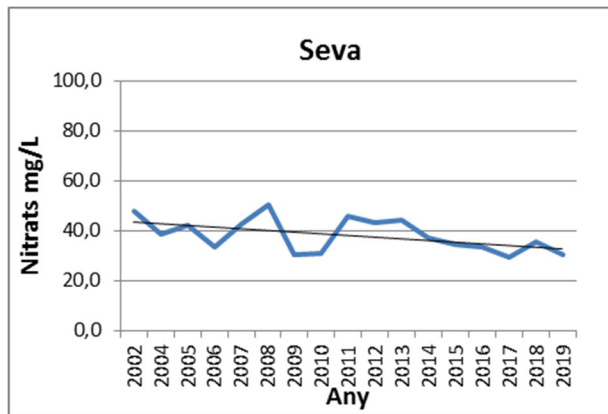
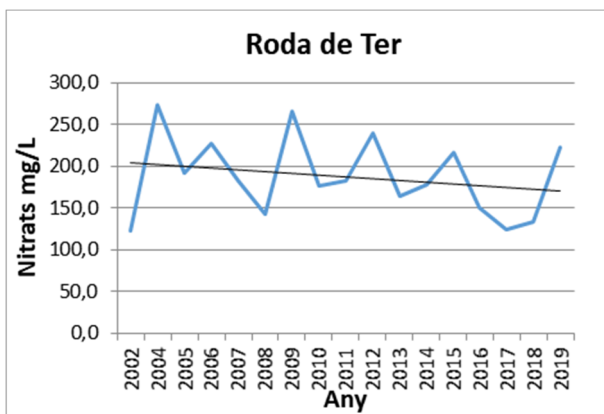
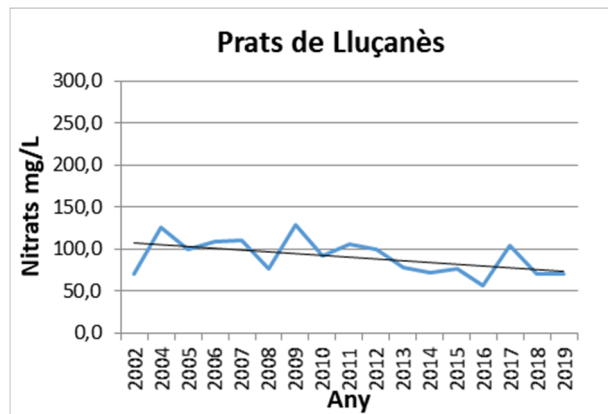
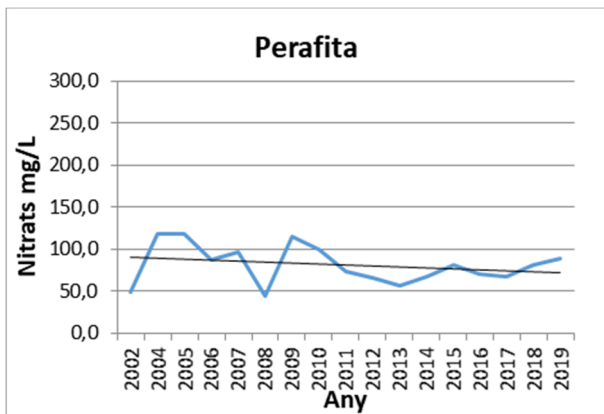


Figura 2-18 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és > 50 mg/L, o hi ha estat i tendeix a disminuir. Font: pròpia.

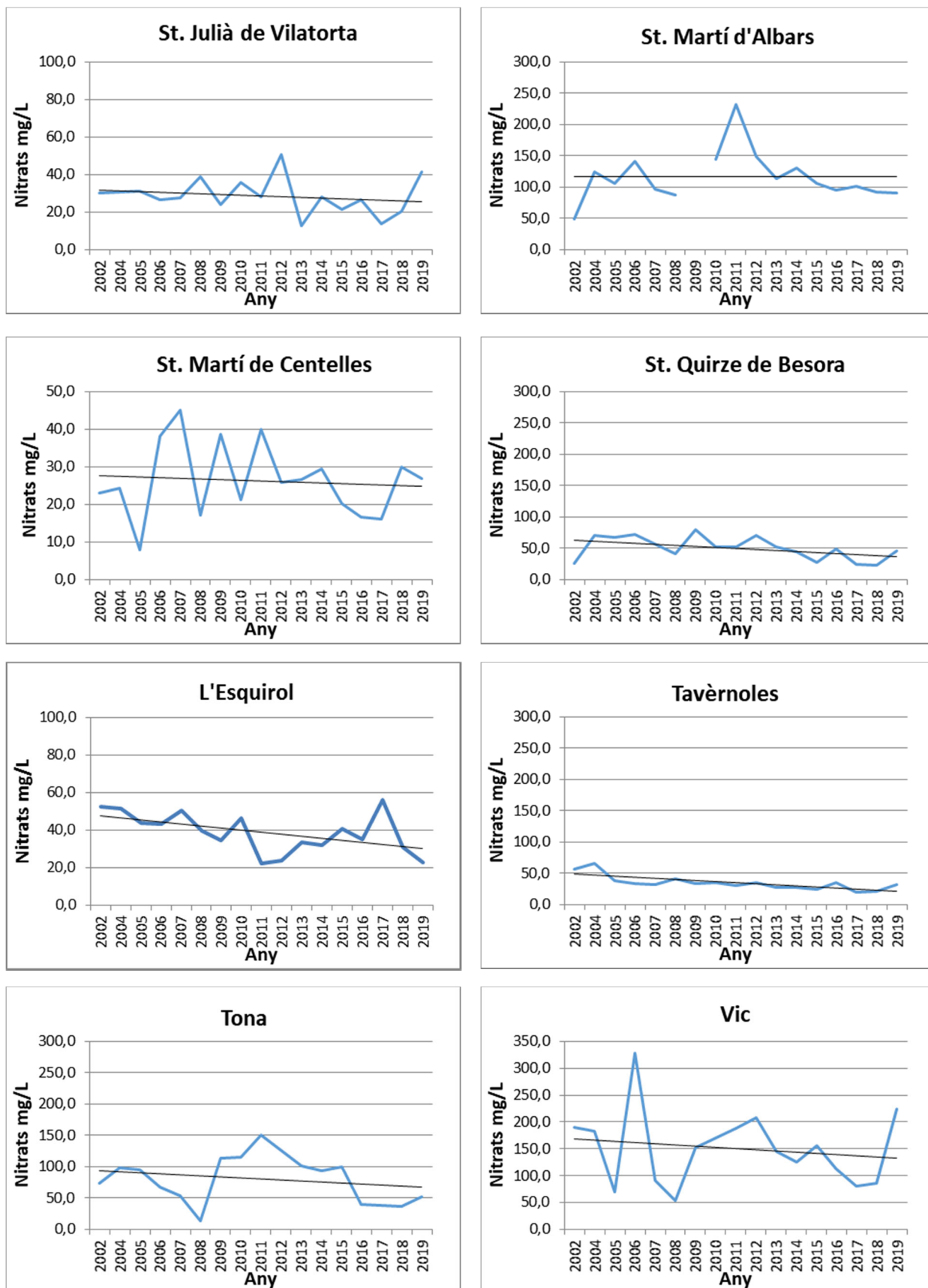


Figura 2-19 Gràfiques de municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és o ha estat > 50 mg/L, i tendeix a disminuir. (St. Martí de Centelles >40 mg/L). Font: pròpia.

Des de la Figura 2-10 a Figura 2-19 es mostren les representacions gràfiques de la concentració mitjana anual de nitrats, des de l'any 2002 fins a l'any 2019, de les fonts del 51 municipis de la comarca d'Osona, ordenats per intervals de concentració. En els gràfics també es representa la tendència calculada.

Els municipis en els que la mitjana de nitrats no supera els 10 mg/L. són: Espinelves, Muntanyola, Vidrà i Viladrau. Els municipis en els que algun any s'han superat els 10 mg/L. , però tendeixen a disminuir són: El Brull, Orís i Tavertet. Alpens, Rupit i Sant Sadurní d'Osormort, tendeixen a incrementar i sobrepassar la mitjana de 10 mg/L. Els municipis que estan entre 10 i 50 mg/L. i tendeixen a l'augment són: Sobremunt, Sant Boi de Lluçanès, Sant Pere de Torelló, Santa Maria de Besora i Vilanova de Sau. Els municipis que superen els 50 mg/L. i tendeixen a l'augment són: Balenyà, Calldetenes, Centelles, Collsuspina, Gurb, Malla, Sant Vicenç de Torelló, Santa Cecília de Voltregà, Santa Eugènia de Berga, Santa Eulàlia de Riuprimer, Taradell i Torelló. Els municipis que superen els 50 mg/L i que tendeixen a millorar són: Folgueroles, Lluçà, Manlleu, Masies de Roda, Masies de Voltregà, Olost, Oristà, Perafita, Prats de Lluçanès, Roda de Ter, Seva, Sant Agustí de Lluçanès, Sant Bartomeu del Grau, Sant Hipòlit de Voltregà, Sant Julià de Vilatorrada, Sant Quirze de Besora, Santa Maria de Corcó, Seva, Sora, Tona i Vic.

Als següents apartats s'exposarà la relació que hi ha entre els resultats i l'evolució dels valors de nitrats mostrats a les figures, amb totes les altres variables associades al municipi, com la seva situació geogràfica dins la comarca, els usos del sòl i la pluviometria.

2.4.3 Relació entre nitrats dels municipis. Usos del sòl, règim pluviomètric i situació geogràfica a la comarca

Les variables en estudi per comprendre la seva relació o afectació amb els valors de nitrats de l'aigua de les fonts són:

- Superfícies Agrària Útil (SAU) i percentatge SAU al municipi.
- Superfície de conreu i percentatge de la superfície de conreu al municipi.
- Pluviometria.
- Conductivitat de l'aigua.
- Altitud del municipi.

Per cada una de les variables en estudi es busca la seva relació amb les concentracions de nitrats de l'aigua de les fonts. Per la superfície agrària útil (SAU) i percentatge SAU al municipi dels anys 2009 i 2015 i la superfície de conreu i percentatge de la superfície de conreu al municipi dels anys 2011 i 2018, s'han utilitzat les dades obtingudes del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya. Per relacionar-ho, s'ha utilitzat la mitjana de nitrats per municipi de l'any 2009 i 2015 i la mitjana de nitrats dels anys 2011 i 2018. S'ha fet en diferents anys i separats, per detectar possibles variacions en la relació. Per la pluviometria ($\text{mm}=\text{l}/\text{m}^2$), la mitjana per municipi en el període de 2000 a 2019 s'ha relacionat amb la mitjana anual de nitrats. Per l'altitud del municipi en metres (m) sobre el nivell del mar, s'ha utilitzat els valors de nitrats (mg/L) de l'any 2004 i 2019. Es fa amb una diferència de 15 anys per veure'n l'evolució i detectar oscil·lacions en la concentració de nitrats per cada interval d'altura.

2.4.4 Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb els seus usos del sòl

A la comarca d'Osona, la superfície forestal representa el 70,60% i els conreus el 20,35% del total de la superfície [45]. A la Figura 2-20, esquerra, es mostra el mapa de la comarca d'Osona de l'any 2018, amb la localització dels conreus agrícoles, en color groc, segons dades DUN (Declaració anual de conreus) del 2018 [79]. En aquesta Figura 2-20 s'observa que la major part dels conreus estan situats al centre, de nord a sud, i a l'oest de la comarca. El color verd representa la superfície forestal, la qual és majoritària als municipis del nord, est i sud-est de la comarca.

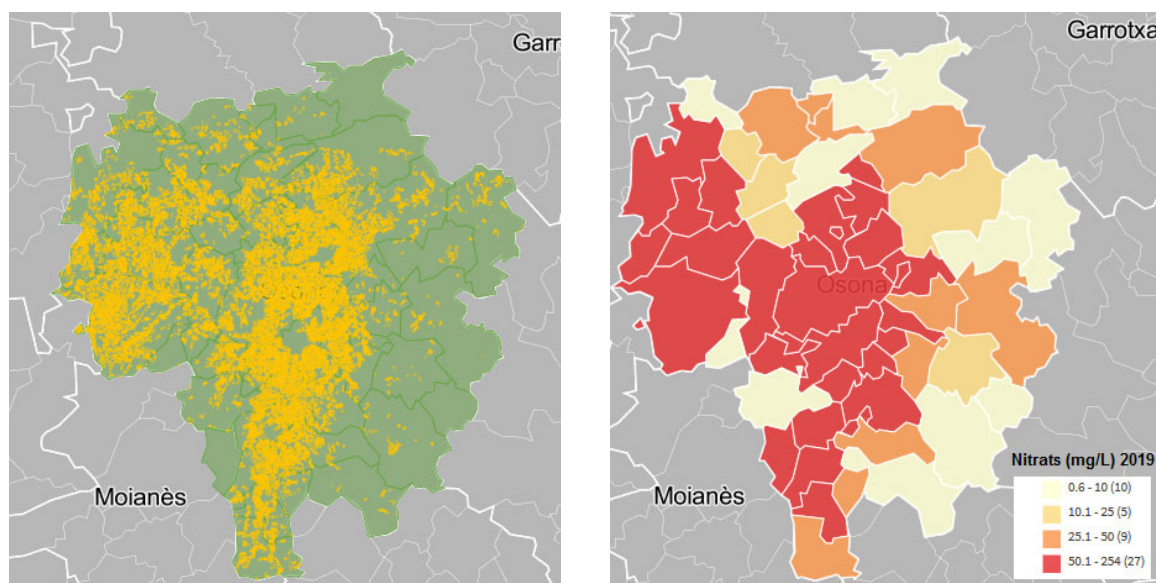


Figura 2-20 Mapes d'Osona amb els valors de nitrats per municipi, any 2019 (dreta) i localització dels conreus agrícoles, en color groc, amb dades DUN 2018 (esquerra). Font: pròpia.

Si es compara amb el mapa de la dreta, que representa la concentració de nitrats per municipi de l'any 2019, i on es detallen els diferents intervals de nitrats en diferents colors, s'observa que: el color vermell, que indica valors de nitrats superiors a 50 mg/L, coincideix majoritàriament amb el color groc del mapa de

l'esquerra, que correspon a la zona de conreus. Els colors diferents del vermell, on la mitjana dels valors de nitrats estan per sota dels 50 mg/L, s'ajusten al color verd, amb alguna taca groga del mapa, on la superfície és majoritàriament forestal. Finalment, les zones on al mapa de l'esquerra apareix un color totalment verd, al nord, est i sud-est de la comarca, corresponen a municipis amb valors de nitrats que estan per sota dels 25 mg/L segons el mapa de la dreta.

2.4.5 Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb el percentatge de les seves superfícies agràries útils

La superfície agrària útil comprèn la superfície de conreu i la superfície de pastures. En principi, la superfície de pastura no ha de rebre cap tipus de fertilització susceptible de contaminar els aqüífers, tot i que el bestiar de pastura sí que, puntualment, pot ser focus de contaminació microbiològica cap a les aigües subterrànies, amb el perill que això pot suposar per als consumidors d'aigua de fonts d'aquests llocs.

S'ha buscat el percentatge de superfície agrària útil (SAU), en funció de la superfície total del municipi, per diferenciar municipis grans amb poca SAU i municipis petits amb molta superfície de conreu i veure com afecta la concentració de nitrats.

Taula 2-V, es mostra la superfície dels municipis de la comarca d'Osona, la seva concentració de nitrats, la seva superfície agrària útil (SAU) i el seu percentatge de SAU al municipi (%SAU) pels anys 2009 i 2015.

Com que les dades de SAU han estat extretes de les dades que proporciona el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, i les úniques disponibles eren pels anys 2009 i 2015, són aquests els que han estat representats.

Taula 2-V Superfícies dels municipis de la comarca d'Osona, la seva superfície agrària útil i el percentatge al municipi i els valors de concentració de nitrats dels anys 2009 i 2015.
Font: pròpia.

MUNICIPI	Superfície (ha)	Nitrats mg/L 2009	SAU 2009 (ha)	% SAU 2009	Nitrats mg/L 2015	SAU 2015 (ha)	% SAU 2015
Alpens	1380	0,7	317	23,0	1,3	243	17,6
Balenyà	1740	133,9	652	37,5	133,4	690	39,7
Calldetenes	580	172,5	512	88,3	220,4	400	69,0
Centelles	1520	58,9	366	24,1	63,3	507	33,4
Collsuspina	1510	104,0	906	60,0	97,6	495	32,8
el Brull	4100	0,8	407	9,9	0,9	704	17,2
Espinelles	1740	5,5	69	4,0	1,3	103	5,9
Folgueroles	1050	41,1	659	62,8	65,1	674	64,2
Gurb	5160	242,4	2810	54,5	232,2	2690	52,1
Lluçà	5300	104,2	1705	32,2	113,2	1033	19,5
Malla	1100	133,2	777	70,6	77,6	780	70,9
Manlleu	1720	228,5	805	46,8	223,4	963	56,0
les Masies de Roda	1640	235,2	1024	62,4	257,0	547	33,4
les Masies de Voltregà.	2240	129,2	1261	56,3	113,0	947	42,3
Montesquiu	490	24,2	9	1,8	26,0	59	12,0
Muntanyola	4030	1,2	715	17,7	1,1	659	16,4
Olost	2940	88,8	1896	64,5	49,6	1333	45,3
Orís	2720	23,3	931	34,2	1,9	736	27,1
Oristà	6850	63,1	2417	35,3	48,1	2459	35,9
Perafita	1960	115,3	1463	74,6	81,2	459	23,4
Prats de Lluçanès	1380	129,7	900	65,2	76,1	569	41,2
Roda de Ter	220	265,6	67	30,4	216,7	77	35,0
Rupit i Pruit	4780	17,5	1043	21,8	9,7	902	18,9
Seva	3040	30,6	808	26,6	34,3	778	25,6
Sobremunt	1380	28,9	271	19,6	26,4	214	15,5
Sora	3170	53,8	838	26,4	36,5	742	23,4
Sant Agustí de Lluçanès	1320	42,2	1008	76,4	12,1	479	36,3
Sant Bartomeu del Grau	3440	65,7	1186	34,5	63,0	884	25,7
Sant Boi de Lluçanès	1950	12,9	713	36,6	13,2	923	47,3
Sant Hipòlit de Voltregà	90	108,6	0	0,0	32,5	9	10,0

MUNICIPI	Superfície (ha)	Nitrats mg/L 2009	SAU 2009 (ha)	% SAU 2009	Nitrats mg/L 2015	SAU 2015 (ha)	% SAU 2015
Sant Julià de Vilatorrada	1590	24,1	701	44,1	21,2	378	23,8
Sant Martí d'Albars	1470	87,5	521	35,4	106,1	758	51,6
Sant Martí de Centelles	2560	38,7	825	32,2	20,2	497	19,4
Sant Pere de Torelló	5510	5,4	961	17,4	45,5	1109	20,1
Sant Quirze de Besora	810	79,5	102	12,6	27,1	205	25,3
Sant Sadurní d'Osormort	3060	7,6	396	12,9	13,2	229	7,5
Sant Vicenç de Torelló	660	100,6	214	32,4	117,8	400,4	60,6
Santa Cecília de Voltregà	860	144,9	448	52,1	197,5	488,7	56,9
Santa Eugènia de Berga	700	128,6	657	93,9	145,5	416	59,4
Santa Eulàlia Riuprimer	1380	90,9	1025	74,3	96,1	408	28,6
Santa Maria de Besora	2470	7,5	490	19,8	17,0	431	17,5
l'Esquirol	6180	34,3	1977	32,0	40,8	2438	39,5
Taradell	2650	189,8	874	33,0	182,6	1077	40,6
Tavèrnoles	1880	33,1	648	34,5	25,0	491	26,1
Tavertet	3250	4,2	386	11,9	2,5	554	17,1
Tona	1650	113,5	617	37,4	99,2	733	44,4
Torelló	1350	100,7	726	53,8	167,3	659	48,8
Vic	3060	151,8	1643	53,7	156,2	1465	47,9
Vidrà	3440	6,9	1335	38,8	6,1	794	23,1
Viladrau	5070	0,6	604	11,9	0,6	323	6,4
Vilanova de Sau	5880	21,2	375	6,4	38,4	148	2,5

A la Figura 2-21 es representa la concentració mitjana de nitrats de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona dels anys 2009 i 2015 i el percentatge de superfície agrària útil (SAU) dels mateixos anys.

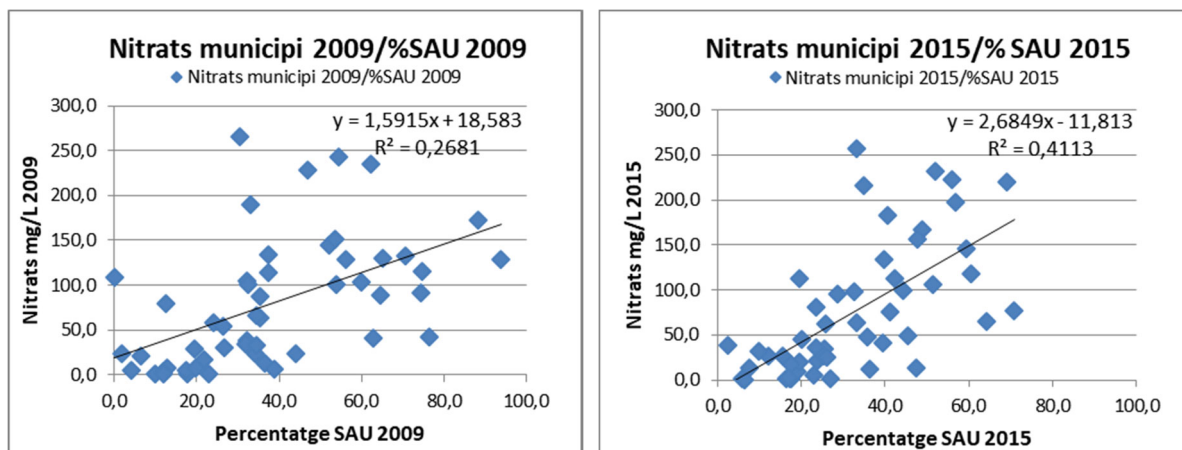


Figura 2-21 Gràfiques de correlació, amb l'equació de la recta i valor R^2 , de la concentració mitjana de nitrats i el percentatge de SAU per municipi de la comarca d'Osona de l'any 2009, coeficient de correlació 0,5178, R^2 0,2681 i $p < 0,0001$. (gràfica de l'esquerra) i de l'any 2015, coeficient de correlació 0,6413, R^2 0,4113 i $p < 0,0001$ (gràfica de la dreta). Font: pròpia.

El coeficient de correlació per l'any 2009 és 0,5178, R^2 0,2681 i $p < 0,0001$. Per l'any 2015 és 0,6413, R^2 0,4113 i $p < 0,0001$. S'observa que hi ha relació significativa entre el percentatge de SAU del municipi i els valors de nitrats de l'aigua de les fonts, de manera que municipis amb valors de nitrats més baixos es corresponen als que tenen menys percentatge de SAU i els municipis amb valors més alts de nitrats es corresponen als que tenen més percentatge de SAU, i aquesta relació ha augmentat del 2009 al 2015.

2.4.6 Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb el percentatge de les seves superfícies de conreu

Les superfícies de conreu són les superfícies que reben assistència cultural (que s'efectua amb aixada, arada, rascle, conreadora, escarificadora o extirpadora) dins de l'any agrícola sigui quin sigui el seu aprofitament i la data en què s'hagi fet. Els conreus poden ser herbacis o llenyosos. La superfície agrària útil (SAU)

és la superfície de conreu més la superfície de pastura, comentada a l'apartat anterior. A la Taula 2-VI es mostren els valors de superfície de conreu, obtinguts de les dades de conreus del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya dels anys 2011 i 2018, juntament amb les mitjanes de nitrats per municipi dels mateixos anys. També s'ha tabulat el percentatge de superfície de conreu, calculat en funció de la superfície total del municipi, per diferenciar municipis grans amb poca superfície de conreu i municipis petits amb molta superfície de conreu i veure com afecta la concentració de nitrats. S'ha fet aquests dos anys perquè del 2011 al 2018 hi ha hagut un increment del 12,8% en la superfície total de conreus a la comarca.

Taula 2-VI Superfície dels municipis de la comarca d'Osona, concentració mitjana de nitrats, superfície de conreu i percentatge de conreu dels municipis de la comarca d'Osona dels anys 2011 i 2018. Font: pròpia.

Municipi	Superfície	Nitrats	Superfície de conreu 2011 (ha)	% Conreu	Nitrats	Superfície de conreu 2018 (ha)	% Conreu
	(ha)	mg/L 2011		2011 (ha)	2018		2018 (ha)
Alpens	1380	1,2	88	6,4	1,4	153	11,1
Balenyà	1740	130,3	596	34,3	111,9	559	32,1
Calldetenes	580	209,9	345	59,5	167,9	332	57,2
Centelles	1520	76,5	383	25,2	70,5	380	25,0
Collsuspina	1510	105,9	408	27,0	93,2	377	25,0
El Brull	4100	0,8	330	8,0	1,3	320	7,8
Espinelves	1740	1,3	8	0,5	1,5	8	0,5
Folgueroles	1050	59,2	579	55,1	50,0	642	61,1
Gurb	5160	207,5	2377	46,1	183,3	2787	54,0
Lluçà	5300	120,7	711	13,4	102,5	898	16,9
Malla	1100	97,9	735	66,8	98,8	786	71,4
Manlleu	1720	253,7	896	52,1	132,8	1056	41,9
Masies de Roda	1640	142,0	468	28,5	114,0	545	33,2
Masies de Voltregà	2240	133,5	663	29,6	100,3	762	34,0
Montesquiu	490	24,8	87	17,8	10,5	32	6,5
Muntanyola	4030	1,3	474	11,8	1,5	477	11,8
Olost de Lluçanès	2940	79,8	932	31,7	74,7	1096	37,3
Orís	2720	2,5	409	15,0	7,3	530	19,5

Oristà	6850	64,7	1827	26,7	57,3	1941	28,3
Municipi	Superfície	Nitrats mg/L	Superfície de conreu 2011 (ha)	% Conreu	Nitrats mg/L	Superfície de conreu 2018 (ha)	% Conreu
	(ha)	2011		2011 (ha)	2018		2018 (ha)
Perafita	1960	73,7	193	9,8	81,3	545	27,8
Prats de Lluçanès	1380	105,5	417	30,2	70,1	409	29,6
Roda de Ter	220	182,2	72	32,7	133,3	49	22,2
Rupit	4780	10,5	431	9,0	8,9	478	10,0
Seva	3040	45,8	621	20,4	35,5	537	17,7
Sobremunt	1380	14,1	59	4,3	119,9	116	8,4
Sora	3170	35,3	476	15,0	25,9	427	13,6
St.Agustí de Lluçanès	1320	23,8	183	13,8	19,0	361	27,3
St.Bartomeu del Grau	3440	46,7	754	21,9	55,8	968	28,1
St.Boi de Lluçanès	1950	23,2	503	25,8	12,5	526	27,0
St.Hipòlit de Voltregà	90	40,7	8	8,9	40,5	14	15,5
St.Julià de Vilatorrada	1590	27,9	304	19,1	20,5	382	24,0
St.Martí d'Albars	1470	232,9	447	30,4	92,4	545	37,1
St.Martí de Centelles	2560	40,1	253	9,9	30,0	350	13,6
St.Pere de Torelló	5510	52,5	441	8,0	9,4	470	8,5
St.Quirze de Besora	810	52,5	81	10,0	22,1	104	12,8
St.Sadurní d'Osormort	3060	7,7	132	4,3	14,7	118	3,9
St.Vicenç de Torelló	660	103,0	198	30,0	112,1	204	30,9
Sta.Cecília de Voltregà	860	159,6	367	42,7	201,3	435	50,6
Sta.Eugènia de Berga	700	144,5	389	55,6	82,3	523	74,7
Sta.Eulàlia de Riup.	1380	71,2	370	26,8	67,2	386	28,0
Sta.Maria de Besora	2470	28,8	23	0,9	30,7	132	5,3
Sta.Maria de Corcó	6180	22,2	602	9,7	30,7	1576	25,5
Taradell	2650	143,4	783	29,5	80,7	875	33,0
Tavèrnoles	1880	30,3	356	18,9	21,4	358	19,0
Tavertet	3250	2,2	177	5,4	8,2	150	4,6
Tona	1650	150,6	606	36,7	35,9	585	35,4
Torelló	1350	179,6	589	43,6	153,2	665	49,3
Vic	3060	187,8	1393	45,5	85,3	1469	48,0
Vidrà	3440	5,5	34	1,0	7,2	19	0,6
Viladrau	5070	3,5	89	1,7	0,6	116	2,1
Vilanova de Sau	5880	16,1	70	1,2	21,7	70	1,2

A la Figura 2-22 es representa la concentració mitjana de nitrats i percentatge de superfície de conreu per municipi de la comarca d'Osona els anys 2011 i

2018. S'observa la relació lineal entre el percentatge de conreu per municipi de l'any 2011 amb la mitjana de nitrats (mg/L) del mateix any (coeficient de correlació 0,7726, valor R^2 0,5970 i $p < 0,0001$). Per l'any 2018 el coeficient de correlació és 0,6762, valor R^2 0,4572 i $p < 0,0001$.

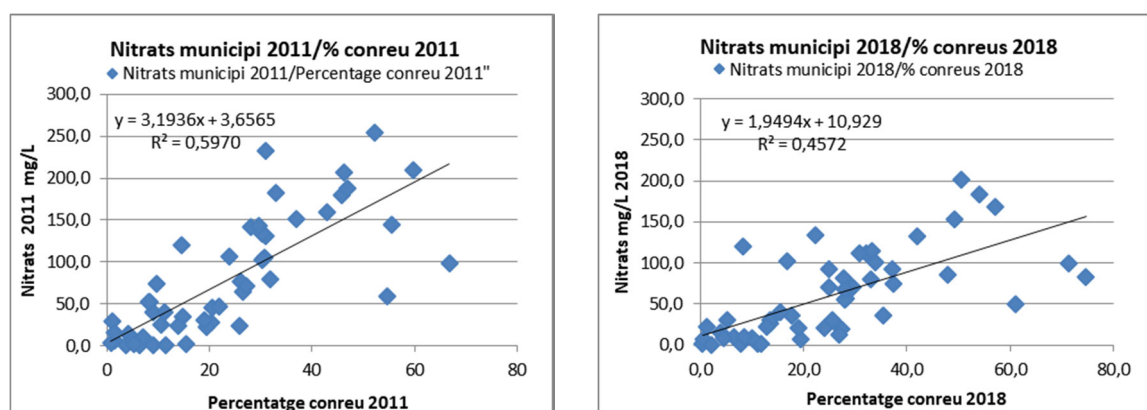


Figura 2-22 Gràfiques de correlació, amb l'equació de la recta i valor R^2 de la mitjana de nitrats i percentatge de superfície de conreu per municipi de la comarca d'Osona de l'any 2011, coeficient de correlació 0,7726, valor R^2 0,5970 i $p < 0,0001$ (gràfica de l'esquerra) i de l'any 2018, coeficient de correlació 0,6762, valor R^2 0,4572 i $p < 0,0001$. (gràfica de la dreta). Font: pròpia.

La $p < 0,0001$, significativa en tots els casos, indica que els municipis amb més superfície de conreu tenen valors de nitrats més alts a l'aigua de les seves fonts naturals. L'increment de superfície de conreu a la comarca en el període 2011 a 2018 ha fet disminuir lleugerament els valors de correlació i valor R^2 , amb la concentració mitjana de nitrats als municipis. Com s'explicarà al següent apartat, la pluviometria també és un factor decisiu en les variacions dels valors de nitrats a l'aigua de les fonts i pot influir en les variacions del grau de relació. Si es comparen els factors de correlació, entre la concentració mitjana de nitrats de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona i la superfície agrària útil (SAU) i la superfície de conreu, el grau de relació és més alt per la superfície de conreu, el que pot explicar que a la part de superfície agrària útil que no es conrea, no s'aplica fertilitzant o s'aplica correctament.

2.4.7 Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb la seva pluviometria

Per conèixer com afecta la pluviometria de la comarca en la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts, s'ha calculat la mitjana anual de la pluviometria per municipi i la mitjana anual dels valors de nitrats per municipi. Tot seguit s'ha calculat la mitjana aritmètica de la pluviometria dels diferents municipis per tal d'obtenir una única dada comarcal de pluja anual i s'ha representat en la Figura 2-23, conjuntament amb la concentració mitjana de nitrats, calculada també anualment com a mitjana dels valors de tots els municipis de la comarca. El grau de relació s'ha fet amb la mitjana de nitrats de l'any determinat amb la mitjana pluviomètrica de l'any anterior. A la Taula 2-VII, es mostren els valors de la mitjana comarcal de pluja en mm. i nitrats en mg/L, per anys, per obtenir la Figura 2-23.

A la Taula 5-IV de l'annex, es presenta la taula de la pluja caiguda, per any i municipi, amb les dades aportades per l'Agrupació Meteorològica d'Osona, Meteosona.

Taula 2-VII Valors de la mitjana comarcal de pluja i nitrats per anys. Font: pròpia.

Any	Pluvio. (mm)	Nitrats (mg/L)
2003	879	82,5
2004	781	69,7
2005	664	77,2
2006	601	68,5
2007	513	57,4
2008	927	79,1
2009	762	76,1
2010	901	78,0
2011	952	83,9
2012	558	67,1
2013	811	64,5
2014	934	75,6
Any	Pluvio. (mm)	Nitrats (mg/L)
2015	554	67,5
2016	690	61,3

Any	Pluvio. (mm)	Nitrats (mg/L)
2017	598	61,0
2018	1133	77,7
2019	616	74,7

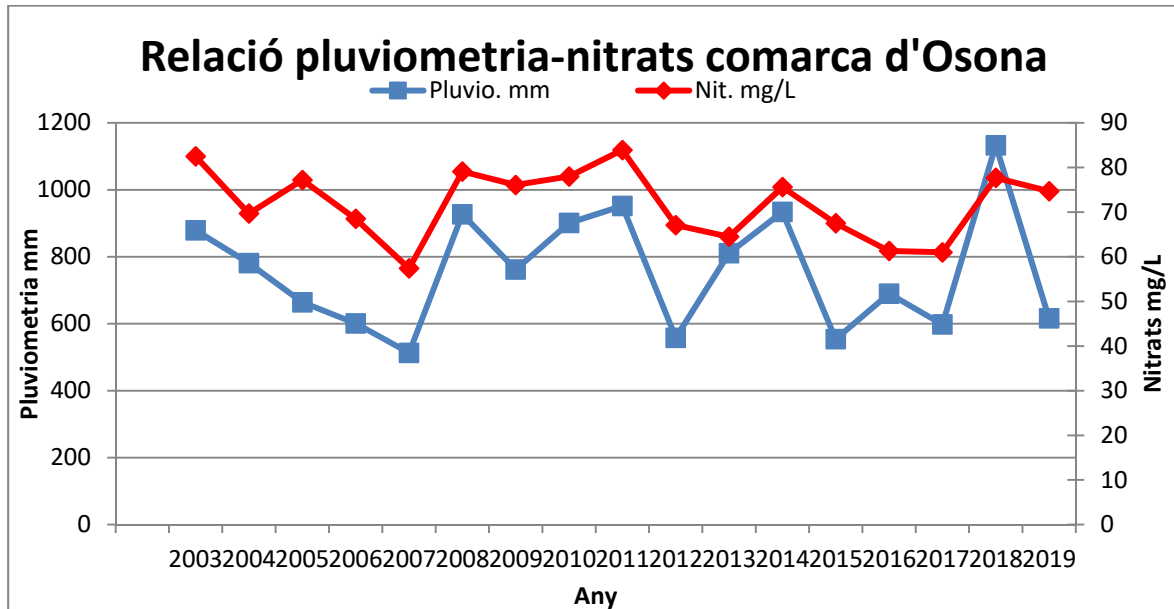


Figura 2-23 Gràfica lineal de la relació entre les mitjanes anuals de la pluviositat i la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts, dels municipis de la comarca d'Osona. Coeficient de correlació 0,6965, $p < 0,0001$. N= 17 anys. Font: pròpia.

El coeficient de correlació entre la mitjana anual de la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona i la mitjana de la seva pluviositat és 0,6965. A l'equació de la recta, representada a la figura 2-24, gràfica de l'esquerra, s'obté un valor R^2 0,4852 i $p < 0,0001$. Aquests valors indiquen que la pluja incideix directament en els valors de nitrats a les aigües subterrànies de la comarca de manera que quan la pluviositat anual augmenta els valors de nitrats mesurats l'any següent també augmenten. Segons Huebsch, hi ha mobilització de nitrats, de moment no hi ha dilució. Vol dir que any rere any, van quedant nitrats retinguts al sòl i fora de la zona d'arrels de les plantes, que per la infiltració de l'aigua de pluja, són arrossegats cap a les aigües subterrànies. Si cada any quedessin menys nitrats al sòl, l'aigua de pluja infiltrada arribaria a les aigües subterrànies amb menys concentració de nitrats i diluiria l'existent.

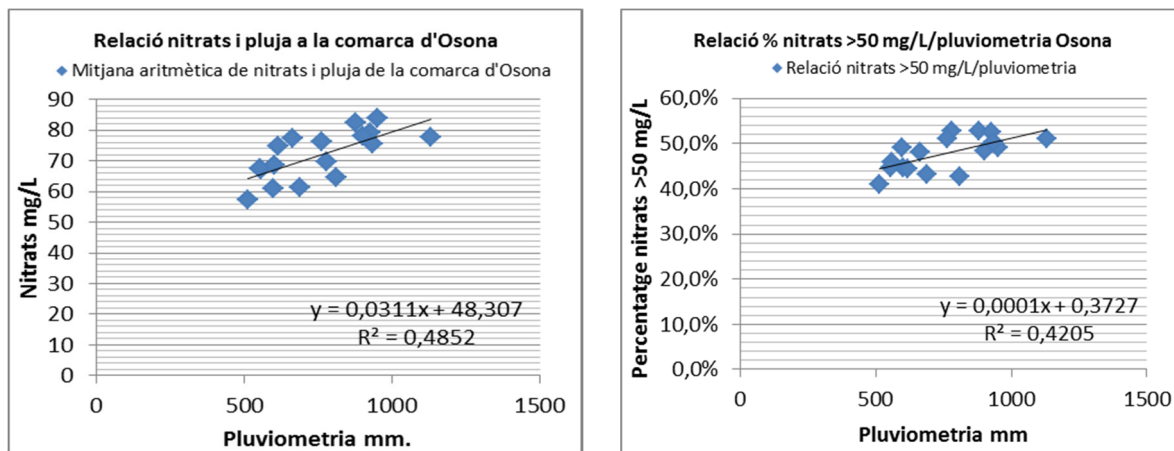


Figura 2-24 Gràfiques de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la mitjana de pluviometria anual comarcal i la mitjana anual de nitrats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona, coeficient de correlació 0,6965, valor R^2 0,4852 i $p < 0,0001$ (gràfica de l'esquerra) i mitjana de pluviometria anual comarcal i percentatge anual de fonts amb valor de nitrats >50 mg/L, coeficient de correlació 0,6484, R^2 0,4205 i $p < 0,0001$. (gràfica de la dreta). N= 17 anys. Font: pròpia.

A la Figura 2-24, gràfica de la dreta, es mostra la gràfica de correlació entre la mitjana de pluviometria anual comarcal i el percentatge anual de fonts amb valor de nitrats superior a 50 mg/L, factor de correlació de 0,6484, R^2 0,4205 i $p < 0,0001$. Les dades indiquen que el fet de que en un any concret hi hagi més o menys fonts que superen els 50 mg/L de nitrats també depèn del règim pluviomètric de manera que si augmenta la pluviometria augmenta el percentatge de fonts que superen aquest valor.

2.4.8 Particularitats entre la pluviometria, la recàrrega d'aqüífers i la concentració de nitrats

La comarca d'Osona, per la seva situació i característiques geogràfiques singulars, té un règim pluviomètric molt divers, en funció de la localització del municipi [74]. A la Taula 2-VIII, s'observa que els municipis situats al sector nord-oriental i en zones d'altura més elevada (Viladrau, Espinelves i el Brull al Montseny, Vidrà a la zona Bellmunt-Curull i Rupit al Collsacabra) són els que tenen el règim pluviomètric més alt i s'aproximen a 1000 mm/any. I dins el mateix municipi de Vidrà, al veïnat de Ciuret, a la capçalera del riu Ges, la mitjana pluviomètrica dels darrers 25 anys és de 1050 mm/any. La resta de municipis, situats al centre de la Plana, els del sector sud i occidental, tenen una pluviometria anual, més baixa, entre els 500 i 700 mm/any.

Taula 2-VIII Municipis de la comarca d'Osona amb la seva superfície, altitud, concentració mitjana de nitrats de l'any 2019 i pluviometria mitjana en el període 2000 a 2019. Els valors de pluviometria marcats amb un asterisc, indiquen que els valors corresponen a altres municipis propers al referit. Font: pròpia.

MUNICIPI	Superfície (ha)	Altura (m)	Nitrats mg/L 2019	Pluviometria mm 2000-2019
Alpens	1380	855	5,9±10,0	700*
Balenyà	1740	587	105,7±79,9	641
Calldetenes	580	489	232,5±79,4	663
Centelles	1520	496	64,2±89,1	650
Collsuspina	1510	901	106,0±0	583
el Brull	4100	843	0,8±0,8	809
Espinelves	1740	752	1,9±1,1	899
Folgueroles	1050	552	95,4±51,7	681
Gurb	5160	516	234,0±150,4	681
Lluçà	5300	745	110,5±78,8	622
Malla	1100	580	91,5±40,2	660
Manlleu	1720	461	254,0±76,8	706
les Masies de Roda	1640	468	90,5±15,9	705*
les Masies de Voltregà	2240	533	128,0±173,9	674
Montesquiu	490	577	31,1±1,6	790
Muntanyola	4030	807	0,6±0,8	631

MUNICIPI	Superfície (ha)	Altura (m)	Nitrats mg/L 2019	Pluviometria mm 2000-2019
Olost	2940	572	108,6±0	704
Orís	2720	576	4,2±3,3	733
Oristà	6850	468	51,4±72,5	574
Perafita	1960	754	88,3±26,2	720
Prats de Lluçanès	1380	707	70,0±16,5	626
Roda de Ter	220	443	222,6±0	706
Rupit i Pruit	4780	822	9,1±7,3	960
Seva	3040	663	30,3±17,7	750*
Sobremunt	1380	881	21,5±15,7	750*
Sora	3170	716	32,2±34,7	804
Sant Agustí de Lluçanès	1320	816	14,6±2,7	700*
Sant Bartomeu del Grau	3440	868	58,5±39,2	728
Sant Boi de Lluçanès	1950	813	13,0±11,0	770
Sant Hipòlit de Voltregà	90	536	98,8±37,4	655
Sant Julià de Vilatorrada	1590	600	41,7±26,8	722
Sant Martí d'Albars	1470	629	90,5±17,2	700*
Sant Martí de Centelles	2560	404	27,0±20,0	645*
Sant Pere de Torelló	5510	621	35,9±46,7	839
Sant Quirze de Besora	810	587	46,5±58,2	750*
Sant Sadurní d'Osormort	3060	531	15,2±0,2	880*
Sant Vicenç de Torelló	660	555	124,3±18,1	652
Santa Cecília de Voltregà	860	519	198,3±279,1	680*
Santa Eugènia de Berga	700	538	150,4±70,4	663
Santa Eulàlia Riuprimer	1380	568	87,3±97,3	698
Santa Maria de Besora	2470	866	5,7±3,1	750*
l'Esquirol	6180	693	22,6±24,8	756
Taradell	2650	623	238,1±145,9	735
Tavernoles	1880	537	31,4±39,2	835
Tavertet	3250	869	3,1±2,8	850*
Tona	1650	596	51,9±52,0	650*
Torelló	1350	508	149,8±26,0	726
Vic	3060	484	224,0±138,2	682
Vidrà	3440	982	5,4±3,8	983
Viladrau	5070	821	5,9±9,1	914
Vilanova de Sau	5880	558	31,6±28,5	720

Segons un estudi de la dinàmica hidrogeològica de la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies a la Plana de Vic [25], la pluja caiguda en els municipis, situats al nord, est i sud-est de la comarca, i a la part més alta, és la que recarrega els aquífers del centre de la comarca, juntament amb la que cau

a la Plana de Vic, però aquesta, en menor quantitat. Per tant el flux de recàrrega, és del sector nord oriental de la comarca cap a l'eix del riu Ter tal i com es representa al Figura 2-25, [25].

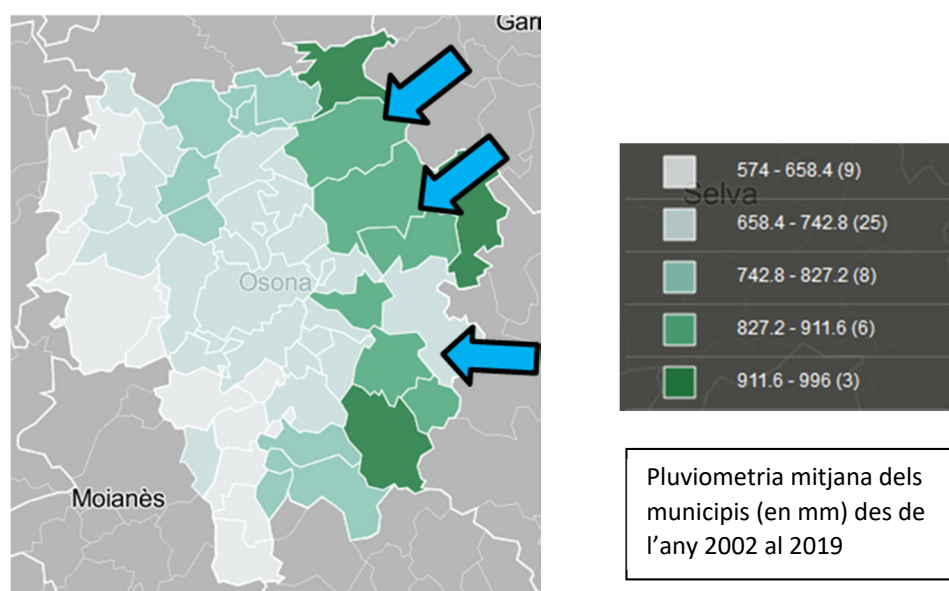


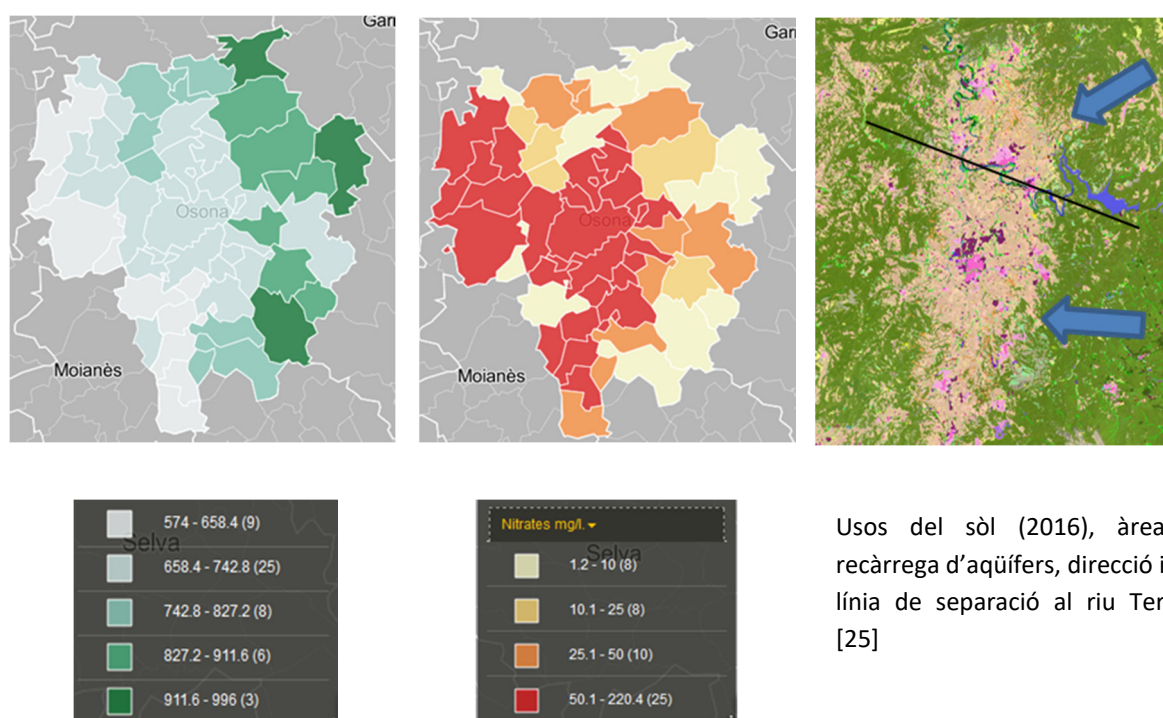
Figura 2-25 Mapa de la pluviometria mitjana per municipi de 2000 a 2019. Les fletxes blaves indiquen l'àrea de recàrrega d'aquífers i la direcció del flux [25]. Entre parèntesi el nombre de municipis a l'interval pluviomètric. Font: pròpia.

Atès que es pot considerar que les fonts naturals de la comarca formen part de sistemes hidrogeològics de resposta ràpida a la contaminació [25], i el fet que part de la recàrrega d'aquests aquífers procedeix d'aigua sense nitrats, de zones amb pluviometria anual elevada, pròxima a 1000 mm, suggereix que hi haurà dilució i la seva recuperació podria ser fàcil [23].

Les dades presentades a la Taula 2-VIII mostren que els municipis situats en zones de muntanya (Viladrau, Espinelves i el Brull al Montseny, Vidrà a la zona Bellmunt-Puigsacalm i Rupit al Collsacabra) són els que tenen el règim pluviomètric més alt i menor concentració de nitrats i els municipis del centre de la Plana, amb menor pluviometria, són els que tenen valors més alts de nitrats. La pluja caiguda en aquests municipis, situats al nord, est i sud-est de la comarca, i a la part més alta, és la que recarrega els aquífers del centre de la

comarca, juntament amb la que cau a la Plana de Vic, però en menor quantitat [25].

Aquests valors indiquen que les altes concentracions de nitrats de les aigües de les fonts de la Plana de Vic, no els adquireixen en les zones de recàrrega, sinó que deriven de la infiltració vertical i amb menor càrrega de precipitació el que suggereix que l'aigua procedent de la zona de recàrrega podria diluir i disminuir el contingut en nitrats. En altres latituds, com la Plana de la Xina del Nord, per exemple, quan hi ha aplicació de fertilitzants als conreus en totes les zones de recàrrega, es mobilitzen fàcilment cap a les zones de descàrrega [80] i aquest no és el cas d'Osona, on hi ha més recàrrega sense nitrats que amb nitrats.



Usos del sòl (2016), àrea recàrrega d'aqüífers, direcció i línia de separació al riu Ter [25]

Figura 2-26 Mapes de la pluviometria (esquerra), concentració de nitrats (centre) i ortofotomapa d'usos del sòl i àrea de recàrrega d'aqüífers (dreta). Entre parèntesi el nombre de municipis a l'interval pluviomètric i de nitrats. L'observació conjunta dels 3 mapes ens permet veure els municipis on plou més i hi ha menys concentració de nitrats son els situats a l'àrea de recàrrega d'aqüífers de la comarca, on hi ha majoritàriament massa forestal, gairebé sense conreus. Font pròpia.

A la Figura 2-26, s'exposen els mapes de la comarca d'Osona amb la pluviometria mitjana dels municipis dels anys 2002 a 2019 i els valors de nitrats de l'any 2019. A la mateixa figura, a la dreta hi ha l'ortofotomapa d'usos del sòl de l'any 2016, on s'observa, en rosa pàl·lid, els conreus, al centre de la Plana, de nord a sud, i en verd la massa forestal, que coincideix amb els municipis del nord, nord est, est i sud est, de la comarca. S'ha dibuixat la línia de separació del riu Ter i la direcció d'omplerta dels aqüífers. Els municipis del nord i est de la comarca, on reben més quantitat de precipitació anual, entre els 750 i 1000 mm, coincideixen amb els municipis del mapa de nitrats, on la concentració es inferior a 25 mg/L. i que és on hi ha la recàrrega majoritària dels aqüífers de la comarca, limitada per l'eix del riu Ter, de nord-est cap a sud-oest i de est cap a nord-oest.

La relació dels 2 mapes, de pluviometria i nitrats amb l'ortofotomapa d'usos del sòl, i la direcció de recàrrega, suggereix que si on plou més, no hi ha nitrats, vol dir que l'aigua infiltrada que segueix la direcció cap els aqüífers de la Plana de Vic, poden diluir més fàcilment l'aigua amb més concentració de nitrats, continguda en aquests aqüífers.

Per això, és significatiu controlar l'evolució dels valors de nitrats, exposats a l'apartat 2.4.2, figures 2.11 a 2.20, als municipis situats al sector nord, est i sud est de la comarca, amb la línia de tendència a l'alça, ja que l'augment de nitrats en aquestes àrees, per petit que sigui, pot incrementar encara més la seva concentració a l'aigua de les fonts dels municipis del centre de la Plana de Vic. Els municipis referits son Sant Pere de Torelló, Sant Vicenç de Torelló, Torelló, Taradell, Santa Eugènia de Berga i Calldetenes.

2.4.9 Comparació de la concentració de nitrats del municipi amb la seva altura

Per tenir coneixement de com varien les concentracions de nitrats i l'altura del municipi, es fa la comparació entre l'altitud del municipi, en metres sobre el nivell del mar (m), estimada al nucli de població, i les mitjanes dels valors de nitrats de l'aigua de les seves fonts, per els anys 2004 i 2019 i que es pot observar a la

Taula 2-IX i Figura 2-27. Es fa amb una diferencia de 15 anys per veure'n l'evolució i detectar oscil·lacions en la concentració de nitrats per cada interval d'altura i controlar contaminacions a altituds inferiors.

Taula 2-IX Municipis de la comarca d'Osona amb la seva altitud i concentració mitjana de nitrats dels anys 2004 i 2019, ordenats de més a menys altitud i amb intervals de diferents colors per facilitar la lectura de les gràfiques. Municipis situats entre 800 i 1000 m, en color verd, els municipis situats entre 600 i 800 m, en color groc, els municipis situats entre 500 i 600 m, en color taronja i els municipis situats per sota dels 500 m, en color vermell. Font: pròpia.

MUNICIPI	Altura (m)	Nitrats mg/L 2004	Nitrats mg/L 2019
Vidrà	982	5,9±4,1	5,4±3,8
Collsuspina	901	176,7±19,4	106,0±0
Sobremunt	881	31,7±23,4	21,5±15,7
Tavertet	869	3,7±1,7	3,1±2,8
Sant Bartomeu del Grau	868	54,1±61,5	58,5±39,2
Santa Maria de Besora	866	19,2±28,6	5,7±3,1
Alpens	855	0,9±0,6	5,9±10,0
el Brull	843	0,1±0,15	0,8±0,8
Rupit i Pruit	822	9,0±7,8	9,1±7,3
Viladrau	821	0,2±0,4	5,9±9,1
Sant Agustí de Lluçanès	816	49,6±64,2	14,6±2,7
Sant Boi de Lluçanès	813	6,3±5,0	13,0±11,0
Muntanyola	807	0,8±0,4	0,6±0,8
Perafita	754	118,5±23,6	88,3±26,2
Espinelles	752	0,9±0,8	1,9±1,1
Lluçà	745	100,4±115,4	110,5±78,8

MUNICIPI	Altura (m)	Nitrats mg/L	
		2004	2019
Sora	716	59,8±74,2	32,2±34,7
Prats de Lluçanès	707	126,3±55,4	70,0±16,5
l'Esquirol	693	51,6±53,6	22,6±24,8
Seva	663	38,7±19,2	30,3±17,7
Sant Martí d'Albars	629	125,2±723,1	90,5±17,2
Taradell	623	155,7±100,9	238,1±145,9
Sant Pere de Torelló	621	33,9±62,2	35,9±46,7
Sant Julià de Vilatorrada	600	30,9±27,8	41,7±26,8
Tona	596	98,2±76,1	51,9±52,0
Balenya	587	86,0±52,9	105,7±79,9
Sant Quirze de Besora	587	69,8±21,3	46,5±58,2
Malla	580	78,8±23,5	91,5±40,2
Montesquiu	577	24,2±9,4	31,1±1,6
Orís	576	5,2±3,9	4,2±3,3
Olost	572	137,6±50,7	108,6±0
Santa Eulàlia Riuprimer	568	61,9±56,9	87,3±97,3
Vilanova de Sau	558	17,8±6,9	31,6±28,5
Sant Vicenç de Torelló	555	97,6±21,6	124,3±18,1
Folgueroles	552	60,6±15,5	95,4±51,7
Santa Eugènia de Berga	538	125,5±15,7	150,4±70,4
Tavèrnoles	537	66,5±62,9	31,4±39,2
Sant Hipòlit de Voltregà	536	226,6±34,9	98,8±37,4
les Masies de Voltregà.	533	197,4±179,7	128,0±173,9
Sant Sadurní d'Osormort	531	6,3±4,2	15,2±0,2
Santa Cecília de Voltregà	519	131,5±114,5	198,3±279,1
Gurb	516	175,0±116,7	234,0±150,4
Torelló	508	112,6±22,8	149,8±26,0
Centelles	496	46,7±41,3	64,2±89,1
Calldetenes	489	210,6±45,2	232,5±79,4
Vic	484	183,6±47,9	224,0±138,2
les Masies de Roda	468	235,1±107,5	90,5±15,9
Oristà	468	55,2±88,8	51,4±72,5
Manlleu	461	286,6±56,1	254,0±76,8
Roda de Ter	443	274,0±0	222,6±0
Sant Martí de Centelles	404	24,3±25,6	27,0±20,0

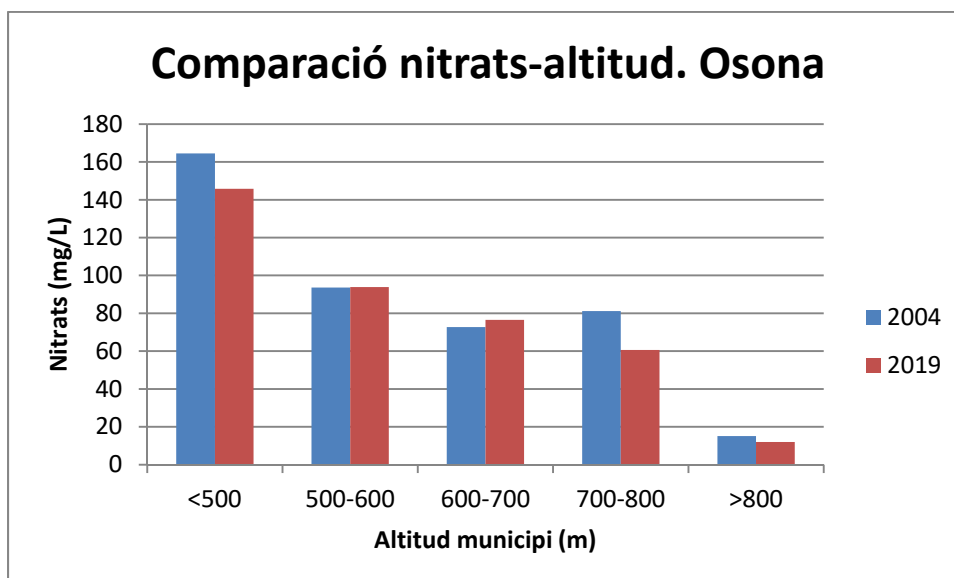


Figura 2-27 Gràfica de la comparació entre l'altitud dels municipis (m) i la mitjana de la seva concentració de nitrats (mg/l) per els anys 2004 i 2019. Font: pròpia.

Els valors de nitrats les fonts situades a municipis de més altura, en color verd a la Taula 2-IX, superiors a 800 m., a l'àrea Bellmunt-Puigsacalm, al Collsacabra i Cabrerès, al Montseny Guillerries i a la part més alta del Lluçanès, el contingut de nitrats a l'aigua de les fonts gairebé no supera els 10 mg/L, excepte Sant Bartomeu del Grau i Collsuspina que superen els 50 mg/L. Al baixar d'altitud cap els municipis situats entre 600 i 800 m, en color groc, tot i que encara hi ha municipis protegits, la mitjana de molts d'ells ja supera els 50 mg/L. Entre 500 i 600 m, en color taronja, els municipis situats a la Plana de Vic, Santa Cecília de Voltregà, Masies de Voltregà, Sant Hipòlit de Voltregà, Torelló, Sant Vicenç de Torelló, Gurb, Santa Eugènia de Berga i Balenyà, superen els 100 mg/L. La resta, superen els 50 mg/L, excepte Montesquiú, Orís, Vilanova de Sau i Sant Sadurní d'Osormort. Per sota dels 500 m, tots superen els 150 mg/L, excepte Oristà i Centelles que superen els 50 mg/L, i Sant Martí de Centelles amb mitjana de nitrats inferior a 50 mg/L. A mesura que s'avança cap a municipis amb més altitud la concentració de nitrats va disminuint. Fins a 500 m., les mitjanes dels municipis superen els 150 mg/L. Entre 500 i 800 m.

els valors són superiors a 50 mg/L, però inferiors a 100 mg/L, en la majoria d'ells. A partir dels 800 m d'altitud el valor de la concentració de nitrats ja té un valor acceptable, per sota dels 50 mg/L, excepte els comentats Collsuspina i Sant Bartomeu del Grau i gairebé tots per sota els 25 mg/L i 10 mg/L, amb aigües totalment aptes pel consum humà pel que fa a aquest paràmetre.

El fet que la concentració de nitrats en municipis d'altitud menor a 500 m sigui tan elevada, probablement es pot assignar, entre altres raons, a que la superfície de camps cultivada és més gran, hi ha més activitat agroramadera i més població que a la resta de municipis d'altituds superiors, que són més muntanyosos i tenen més superfície forestal o propers a espais protegits com el Montseny-Guilleries, Puigsacalm-Bellmunt i Cabrerès-Collsacabra.

A Figura 2-27 es fa la comparació entre les mitjanes de nitrats trobades per cada municipi als anys 2004 i 2019 i l'interval d'altura on es localitza. S'observa que en els municipis d'altura inferior a 500 m. la mitjana de nitrats del 2019 ha disminuït un 13% respecte l'any 2004. Els municipis amb altituds entre 500 i 700 m, gairebé no ha variat la seva mitjana de la concentració de nitrats i es mantenen estables. I els municipis amb altitud superior a 700 m, la mitjana de nitrats de l'any 2019, ha disminuït quasi un 30% enfront la concentració de l'any 2004.

A la Figura 2-28 i Figura 2-29 es mostren les gràfiques de correlació, amb l'equació de la recta i valor R^2 , de l'altitud dels municipis i la seva concentració mitjana de nitrats de l'any 2004 i l'any 2019. El factor de correlació entre l'altura del municipi i la seva mitjana de la concentració de nitrats de l'any 2004 és -0,5842 i $p < 0,0001$ i de l'any 2019 és -0,5905 i $p < 0,0001$.

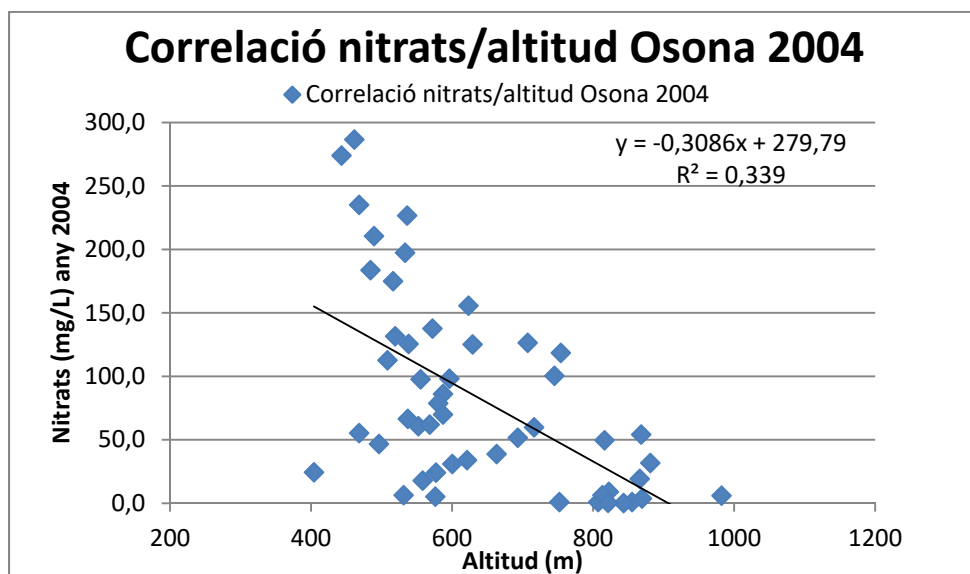


Figura 2-28 Gràfic de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració de nitrats (mg/L) i l'altitud dels municipis (m). Factor de correlació -0,5842, R^2 0,3390 i $p < 0,0001$ (Any 2004). Font: pròpia.

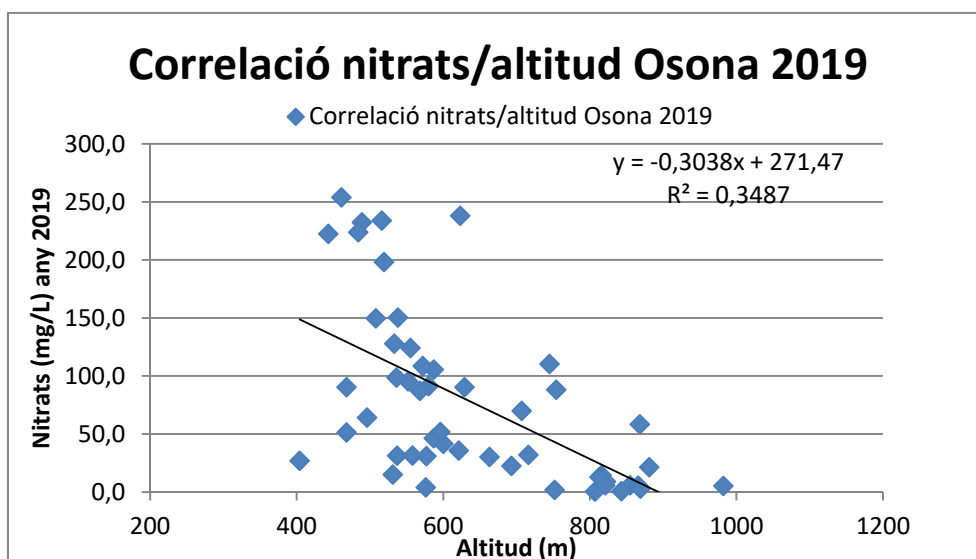


Figura 2-29 Gràfic de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració de nitrats (mg/L) i l'altitud dels municipis (m) Factor de correlació -0,5905, R^2 0,3487 i $p < 0,0001$ (Any 2019). Font: pròpia.

Si es comparen els factors de correlació i els valors R^2 de l'any 2004 i de l'any 2019, gairebé no han variat, però si s'observa en conjunt, ens indiquen que la contaminació per nitrats augmenta quan disminueix l'altura del municipi, i quan menys altura, més probable que el valor de nitrats sigui més alt. L'any

2019, ha disminuït la mitjana de concentració en alguns intervals d'altura, enfront a l'any 2004, però com que la pluviometria és també un factor determinant, segons l'explicat als apartats 2.4.7 i 2.4.8, es fa difícil la seva interpretació.

2.4.10 Comparació de la concentració de nitrats amb la conductivitat de l'aigua

La mesura de la conductivitat en les aigües subterrànies permet avaluar de forma ràpida i aproximada la mineralització global de l'aigua i seguir-ne l'evolució. Canvis en el seu valor ens poden indicar qualsevol entrada de contaminants externs [26]. El seguiment anual dels valors de conductivitat de l'aigua de totes les fonts d'Osona, permet fer un seguiment de la mineralització i considerant el nitrat com un ió contaminant, les variacions en els resultats trobats de conductivitat ens poden indicar oscil·lacions en el contingut de nitrats, de manera que a part de permetre intuir les formacions geològiques per on circula l'aigua, ens pot advertir quines són les més contaminades.

Per avaluar aquesta variable, des de l'any 2012 i fins al 2019 s'ha determinat la conductivitat de l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca i s'ha fet la comparació amb la seva concentració de nitrats, analitzada paral·lelament A Taula 5-V de l'annex, hi ha la taula anual de conductivitat a 20° C de l'aigua de les fonts dels municipis d'Osona. A la Figura 2-30 es mostren els gràfics de correlació, la recta de regressió i valor R^2 dels valors de nitrats trobats a l'aigua de les fonts i la seva conductivitat dels anys 2012 a 2019 dels municipis d'Osona. Els coeficients de correlació aconseguits han estat: per l'any 2012, 0,7063, per l'any 2013, 0,5459, per l'any 2014, 0,5231, per l'any 2015, 0,6694, per l'any 2016, 0,4811, per l'any 2017, 0,4497, per l'any 2018, 0,4130 i per l'any 2019, 0,6706, on en tots els casos es troba $p < 0,0001$.

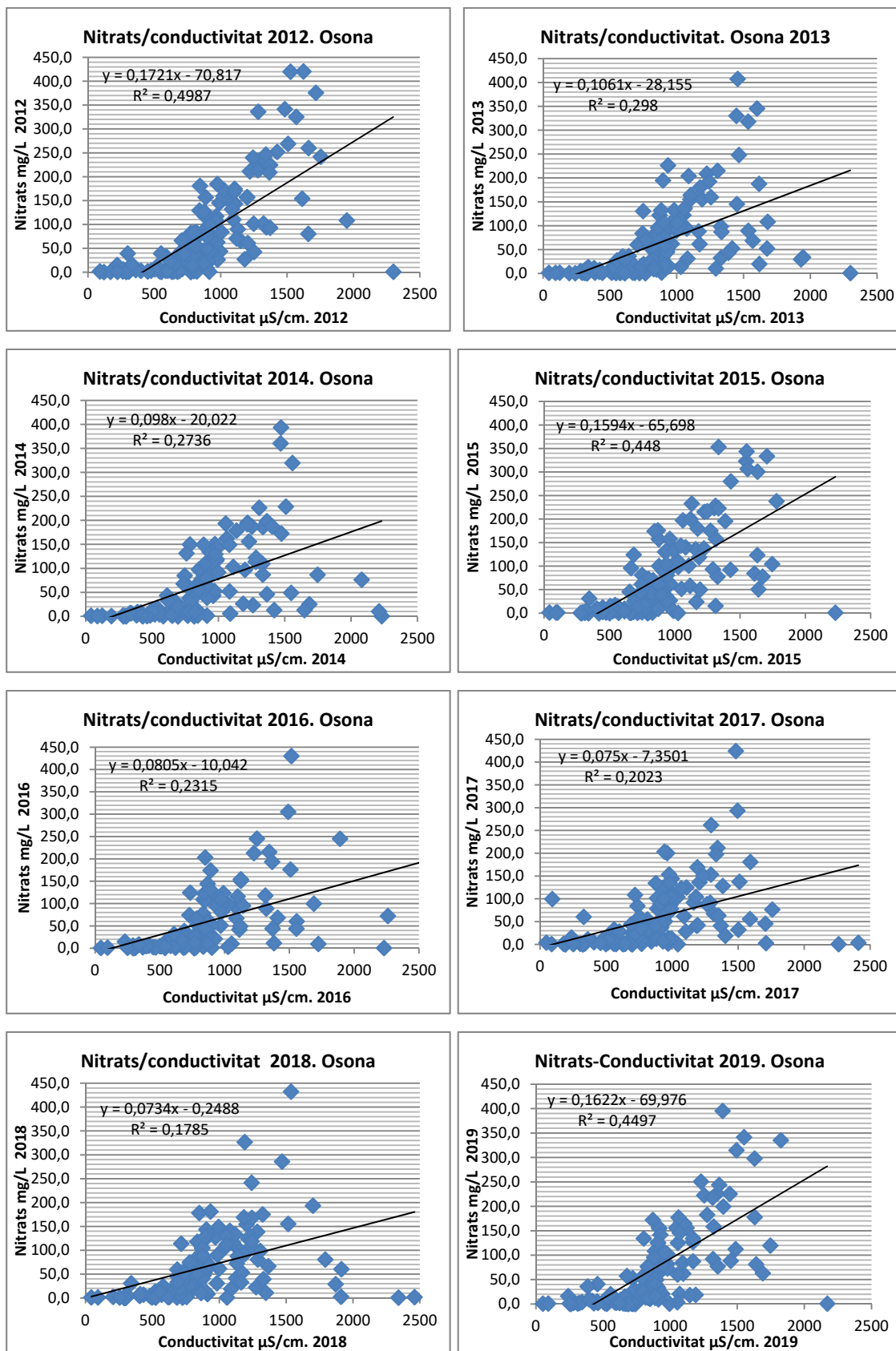


Figura 2-30 Gràfiques de correlació amb l'equació de la recta i valor R² de la concentració nitrats i conductivitat a les fonts d'Osona dels anys 2012 a 2019. Font: pròpia.

En tots aquests anys, la mitjana de conductivitat de l'aigua de les fonts, comarcal, és manté molt estable, entre 882 i 914 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Els anys 2016, 2017 i 2018, el grau de correlació baixa de 0,5 i coincideix amb els anys que la mitjana de nitrats comarcal ha estat de les més baixes de totes les valorades, 67,5 mg/L, l'any 2016 i 61,3 mg/L i 61,0 mg/L, els anys 2017 i 2018. Coincideix també amb uns anys en que la mitjana pluviomètrica de la comarca, també ha estat baixa, 554 mm l'any 2017, 690 mm l'any 2018 i 598 mm l'any 2019, quan la mitjana pluviomètrica comarcal dels anys 2002 a 2019 és de 730 mm. Aquests fets suggereixen la dificultat d'avaluar les variacions del valor de la conductivitat de l'aigua, en funció dels augments o disminucions de la seva concentració de nitrats, mesurats a partir de les mitjanes del total de fonts, ja que hi poden haver altres factors, com la pluviometria que poden interferir en aquesta relació. Pronosticar increments de la concentració de nitrats en funció del valor trobat de conductivitat, com donen a entendre el MITECO [65] i Rodier [26], pot ser significatiu en àrees o fonts concretes de la comarca, com s'explica a la darrera part d'aquest apartat.

A la Figura 2-31, es mostren els mapes dels municipis d'Osona amb la seva mitjana dels valors de nitrats i la seva mitjana de conductivitat de l'aigua de les fonts de l'any 2019.

Aquests mapes han estat elaborats amb els valors de la Taula 2-X.

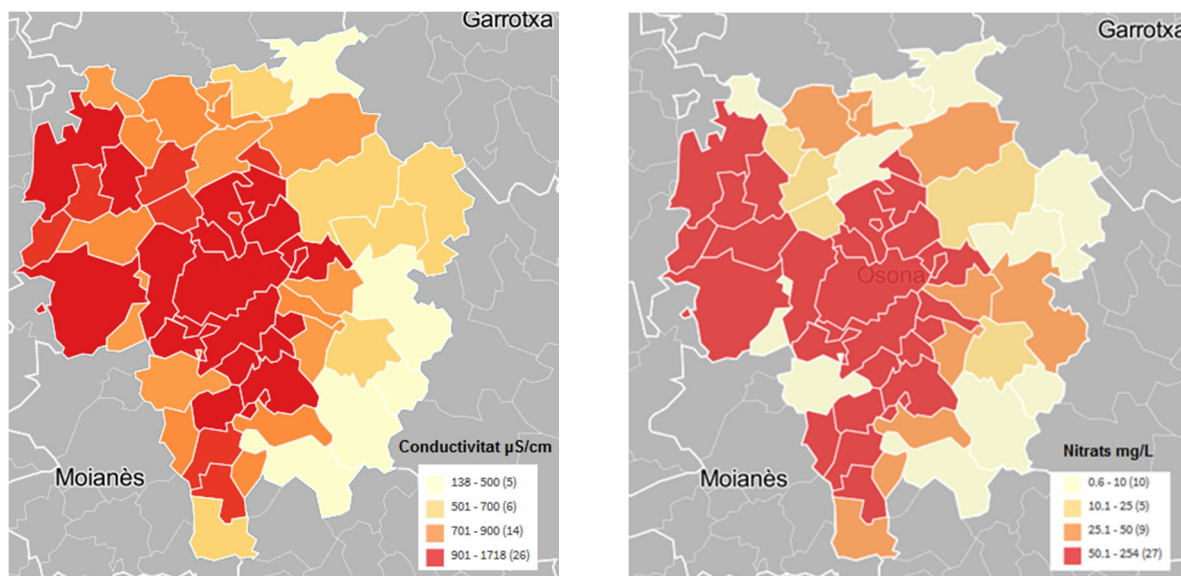


Figura 2-31 Mapa de la conductivitat mitjana per municipis de l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona (mapa de l'esquerra) comparat amb el mapa dels municipis d'Osona i la seva concentració mitjana de nitrats (mapa de la dreta) de l'any 2019. Font: pròpia.

En vermell els municipis que superen el valor de 50 mg/L de nitrats i 900 µS/cm de conductivitat. Excepte en pocs municipis, com Folgueroles, Olost, Sant Boi de Lluçanès i Sobremunt, el color vermell, coincideix en ambdós mapes. S'observa que la contaminació per nitrats augmenta, generalment, en llocs on les aigües són més mineralitzades, i que corresponen als municipis del centre de la Plana, on els aquífers entren en contacte amb materials de formacions geològiques més recents, gresos i margues, que augmenten l'alcalinitat i el contingut de calci i magnesi de l'aigua, fins arribar a valors de conductivitat de 1300-1400 µS/cm. En canvi, als municipis del nord i nord-est: Santa Maria de Besora i Vidrà, la part alta de Sant Pere de Torelló i Santa Maria de Corcó, Taverdet, Rupit, Vilanova de Sau, els de l'est: Espinelves, El Brull, Sant Sadurní d'Osormort i Viladrau, les aigües tenen menys conductivitat (<700 µS/cm), són menys mineralitzades i també la concentració de nitrats és més baixa (<10 mg/L). Al Lluçanès passa el mateix, tot i que la conductivitat no és tan baixa, però sí que segueix la mateixa tendència de menor conductivitat menys nitrats. L'excepció a aquest patró de comportament és el municipi d'Oristà. En aquest municipi s'observa una conductivitat molt alta (>2000 µS/cm), degut a la

presència d'aigües molt riques en clorurs i sulfats [47], amb una concentració de nitrats just per sobre els 50 mg/L i amb les concentracions de nitrats més baixes (<10 mg/L) a l'aigua d'alguna de les seves fonts.

Taula 2-X Municipis de la comarca d'Osona amb la mitjana de la concentració de nitrats i la mitjana de la conductivitat de l'aigua de les fonts de l'any 2019. Font: pròpia.

Municipi	Nitrats mg/L 2019	Conductivitat μ S/cm 2019
Alpens	5,9 \pm 10,0	707,8 \pm 172,8
Balenyà	105,7 \pm 79,9	922,7 \pm 143
Calldetenes	232,5 \pm 79,4	1252,7 \pm 300,6
Centelles	64,2 \pm 89,1	941,5 \pm 323,1
Collsuspina	106,0 \pm 0	899 \pm 0
el Brull	0,8 \pm 0,8	52 \pm 0
Espinelves	1,9 \pm 1,1	296 \pm 21,2
Folgueroles	95,4 \pm 51,7	890,3 \pm 58,6
Gurb	234,0 \pm 150,4	1425 \pm 286,7
Lluçà	110,5 \pm 78,8	1089,7 \pm 267,6
Malla	91,5 \pm 40,2	1718 \pm 39,6
Manlleu	254,0 \pm 76,8	1488 \pm 294,4
les Masies de Roda	90,5 \pm 15,9	890 \pm 48,1
les Masies de Voltregà	128,0 \pm 173,9	979 \pm 353,6
Montesquiu	31,1 \pm 1,6	979 \pm 38,9
Muntanyola	0,6 \pm 0,8	741 \pm 1,4
Olost	108,6 \pm 0	886 \pm 0
Orís	4,2 \pm 3,3	704,3 \pm 55,6
Oristà	51,4 \pm 72,5	1417,7 \pm 664,1
Perafita	88,3 \pm 26,2	1287 \pm 217,8
Prats de Lluçanès	70,0 \pm 16,5	901,7 \pm 89,6
Roda de Ter	222,6 \pm 0	1253 \pm 0
Rupit i Pruit	9,1 \pm 7,3	541 \pm 101,8
Sant Agustí de Lluçanès	14,6 \pm 2,7	835,5 \pm 74,2
Sant Bartomeu del Grau	58,5 \pm 39,2	1087,7 \pm 268,5
Sant Boi de Lluçanès	13,0 \pm 11,0	921,3 \pm 127,7
Sant Hipòlit de Voltregà	98,8 \pm 37,4	974,5 \pm 116,7
Sant Julià de Vilatorrada	41,7 \pm 26,8	709,5 \pm 136,2
Sant Martí d'Albars	90,5 \pm 17,2	961,5 \pm 23,3
Sant Martí de Centelles	27,0 \pm 20,0	647,5 \pm 268
Sant Pere de Torelló	35,9 \pm 46,7	755,5 \pm 222,7
Sant Quirze de Besora	46,5 \pm 58,2	812,5 \pm 505,6
Sant Sadurní d'Osormort	15,2 \pm 0,2	640 \pm 53,7
Sant Vicenç de Torelló	124,3 \pm 18,1	931,7 \pm 24,3
Santa Cecília de Voltregà	198,3 \pm 279,1	1031,5 \pm 507
Municipi	Nitrats mg/L 2019	Conductivitat μ S/cm 2019

Municipi	Nitrats mg/L 2019	Conductivitat $\mu\text{S/cm}$ 2019
Santa Eugènia de Berga	150,4 \pm 70,4	1090,3 \pm 243,1
Santa Eulàlia de Riuprimer	87,3 \pm 97,3	1095,5 \pm 71,4
Santa Maria de Besora	5,7 \pm 3,1	572 \pm 22,6
l'Esquirol	22,6 \pm 24,8	638,3 \pm 214
Seva	30,3 \pm 17,7	872,7 \pm 27,3
Sobremunt	21,5 \pm 15,7	923,5 \pm 195,3
Sora	32,2 \pm 34,7	830 \pm 268,5
Taradell	238,1 \pm 145,9	1116,8 \pm 409,8
Tavèrnoles	31,4 \pm 39,2	782,3 \pm 140,6
Tavertet	3,1 \pm 2,8	579,3 \pm 363,2
Tona	51,9 \pm 52,0	1451 \pm 0
Torelló	149,8 \pm 26,0	1013 \pm 91,9
Vic	224,0 \pm 138,2	1570,7 \pm 110,7
Vidrà	5,4 \pm 3,8	400 \pm 59,7
Viladrau	5,9 \pm 9,1	197,3 \pm 91,8
Vilanova de Sau	31,6 \pm 28,5	437,7 \pm 218,8

Si es valora individualment cada una de les fonts, en molts casos, el factor de correlació augmenta considerablement i variacions de la conductivitat, ens pronostiquen variacions de la concentració de nitrats. És el cas de les fonts de la Vall del Ges, valorat en dos anys diferents. A la Taula 2-XI es mostren els valors de nitrats i conductivitat de cada una de les fonts dels municipis de la Vall del Ges dels anys 2013 i 2019 i a la Figura 2-32 es mostren els gràfics de correlació, la recta de regressió i valor R^2 dels valors de nitrats i la seva conductivitat trobats a l'aigua de les fonts dels anys 2013 i 2020. Els coeficients de correlació aconseguits han estat: per l'any 2013, 0,8273 i per l'any 2020, 0,9320 i valors R^2 0,6843 i 0,8692, respectivament, en tots els casos es troba $p < 0,0001$

Taula 2-XI Fonts dels municipis de la Vall del Ges amb la seva concentració de nitrats i conductivitat de l'aigua dels anys 2013 i 2020. Font: pròpia.

DATA Any 2013	MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Nitrats mg/L	Cond. $\mu\text{S/cm}$
30/01/2013	Vidrà	Les Nou Fonts	1,2	442
30/01/2013	Vidrà	Font Martingala	7,5	313
30/01/2013	Vidrà	Font de St.Bartomeu	11,1	381
21/01/2013	St.Pere de Torelló	Font Vidranesa	3,6	504
30/01/2013	St.Pere de Torelló	Font de Riu d'Aura	74,5	909
21/01/2013	St.Pere de Torelló	Font de la Riera	7,7	712
21/01/2013	St.Pere de Torelló	Font de l'Ordeig	23,5	796
21/01/2013	St.Vicenç de Torelló	Font del Bassalet	95,7	859
21/01/2013	St.Vicenç de Torelló	Font de Nogueres	121,9	870
21/01/2013	St.Vicenç de Torelló	Font del Viver	67,5	864
21/01/2013	Torelló	Font de Puigrobí	135,2	1056
21/01/2013	Torelló	Font dels Ocells	132,2	883

DATA Any 2020	MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Nitrats mg/L	Cond. $\mu\text{S/cm}$
30/01/2020	Vidrà	Les Nou Fonts	2,0	460
30/01/2020	Vidrà	Font Martingala	6,0	297
30/01/2020	Vidrà	Font de St.Bartomeu	4,8	427
30/01/2020	St.Pere de Torelló	Font Vidranesa	4,0	570
30/01/2020	St.Pere de Torelló	Font de Riu d'Aura	78,0	854
30/01/2020	St.Vicenç de Torelló	Font del Bassalet	139,0	941
30/01/2020	St.Vicenç de Torelló	Font de Nogueres	94,5	948
30/01/2020	St.Vicenç de Torelló	Font del Viver	103,1	898
30/01/2020	Torelló	Font de Puigrobí	130,7	1041
30/01/2020	Torelló	Font dels Ocells	131,9	890

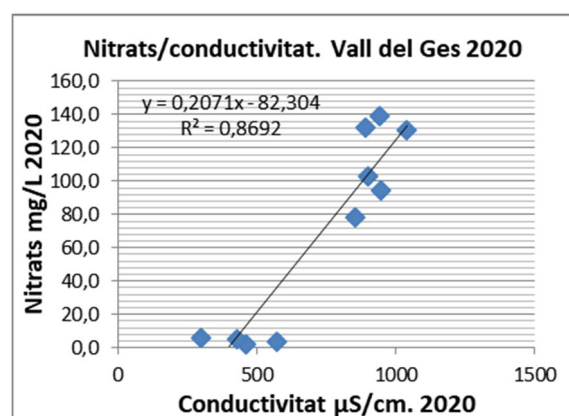
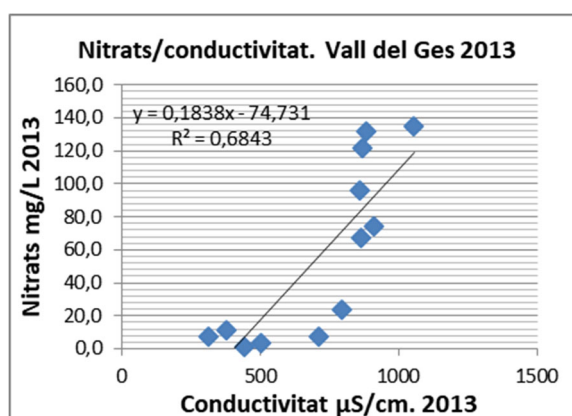


Figura 2-32 Gràfiques de correlació amb l'equació de la recta i valor R^2 de la concentració nitrats i conductivitat a les fonts de municipis de la Vall del Ges dels anys 2013 i 2020. Any 2013, factor de correlació 0,8273, R^2 0,6843 i $p < 0,0001$. Any 2020 factor de correlació 0,9320, R^2 0,8692 i $p < 0,0001$. Font: pròpia.

2.4.11 Comparació de la concentració de nitrats dels municipis amb els seus indicadors microbiològics de contaminació fecal

A l'any 2016 es determinen els indicadors microbiològics de contaminació fecal Coliformes totals (CT), *Escherichia coli* (EC) i Enterococs fecals (EF) de 105 mostres d'aigua de les fonts de la comarca d'Osona. Els resultats obtinguts van ser que el 25% de les fonts tenien Coliformes totals superior a 10 ufc/100 mL, el 31% *Escherichia coli* superior a 0 ufc/100 mL i 15% Enterococs fecals superior a 0 ufc/100 mL [76], [81].

Els factors de correlació trobats van ser: nitrats-Coliformes totals 0,0789 $p=0,4138$, nitrats-*Escherichia coli* 0,0302 $p=0,7522$ i nitrats-Enterococs fecals 0,2962 $p=0,0015$. Així doncs, de la mateixa manera que ja s'havia trobat a l'any 1999 en un estudi del mateix autor d'aquesta tesi [47], no s'observa correlació entre la presència/absència d'indicadors microbiològics de contaminació fecal i la concentració de nitrats de les fonts de la comarca d'Osona. Així, fonts amb valors de nitrats superiors a 50 mg/L no tenen contaminació microbiològica i a la inversa, fonts amb valors baixos de nitrats, inferiors a 10 mg/L tenen contaminació microbiològica. Tot i que, aquest any 2016, es pot entreveure una certa relació significativa, per correlació i valor p trobat, entre el valor de nitrats i els Enterococs fecals.

A l'enllaç següent, hi ha la localització i comentaris de cada una de les fonts.

https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1DbQgiWLOPLZXY_XSjn-3joIxc1gvBqct&ll=41.95301234325008%2C2.240719732500005&z=10

En aquest vincle es pot clicar sobre cada una de les fonts on s'indica el codi del municipi i el municipi, les coordenades geogràfiques, els microorganismes indicadors de contaminació fecal trobats (en ufc/100mL) i l'interval de nitrats.

En color verd les fonts amb l'aigua apta per al consum segons la determinació de nitrats i paràmetres microbiològics i en vermell les que no son aptes per al consum.

A la Figura 2-33 es mostra el mapa d'Osona, amb la concentració de nitrats de les fonts d'Osona i la seva contaminació microbiològica d'origen fecal. En color vermell es marca la situació de les fonts amb valors de nitrats superiors a 50 mg/L i en verd les fonts amb valors inferiors a 50 mg/L. El punt més petit indica la situació de les fonts on s'han detectat microorganismes indicadors de contaminació d'origen fecal, color groc per Coliformes totals, blau marí per *Escherichia coli*, rosat per Enterococs fecals i color verd les fonts que no s'ha detectat cap microorganisme dels anteriors. Es pot observar que moltes fonts amb valors de nitrats inferiors a 50 mg/L estan contaminades microbiològicament i fins i tot, a la inversa, algunes amb nitrats superiors a 50 mg/L no estan contaminades microbiològicament. Això indica que la procedència dels microorganismes pot ser molt variada (bestiar de pastura, aigües residuals domèstiques i/o ramaderes,...) i no sempre està associada a la fertilització dels conreus i a la contaminació per nitrats, com es pot observar a l'ampliar la imatge de l'enllaç del paràgraf anterior de Googlemaps. Tot i que, del 34% de fonts aptes per al consum des del punt de vista microbiològic, el 82% tenen un valor de nitrats inferior a 50 mg/L. Així doncs, és més probable trobar una font sense contaminació microbiològica en llocs on la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts és més baixa.

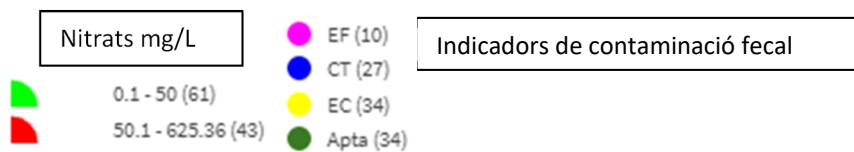
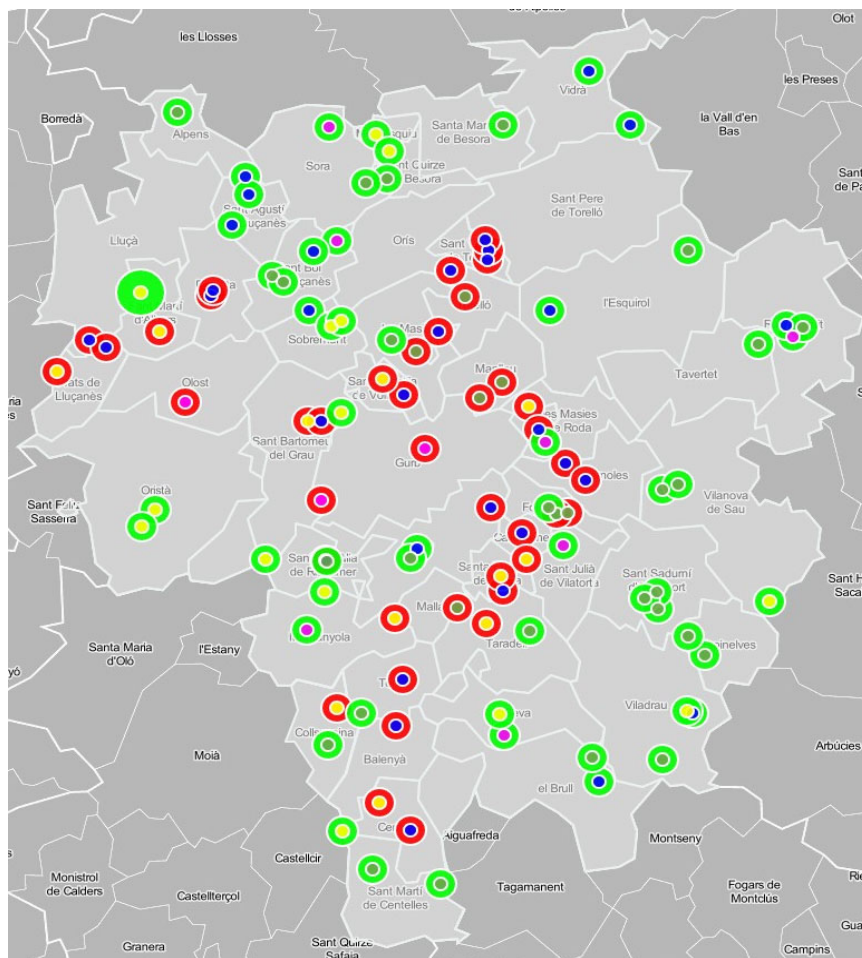


Figura 2-33 Mapa de la comarca d'Osona, amb la situació de les fonts, la seva concentració de nitrats i els indicadors microbiològics de contaminació fecal Coliformes totals (CT), *Escherichia coli* (EC) i Enterococs fecals (EF), trobats a les seves aigües a l'any 2016. Font: pròpia.

2.5 Conclusions

La contaminació per nitrats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona és un greu problema que es va començar a detectar a finals dels anys 80 del segle passat i continua en l'actualitat.

El contingut en nitrats de les aigües de les fonts no ha variat significativament en els darrers 18 anys, tot i que s'observa una lleugera tendència a la baixa. La mitjana de la concentració de nitrats és de 69,7 mg/L, amb una mitjana anual mínima l'any 2002 de 53,0 mg/L i màxima l'any 2012 de 82,9 mg/L.

En les darrers 18 anys, les aigües de fonts amb valors de nitrats superiors a 50 mg/L (valor paramètric RD 140/2003), es mantenen amb oscil·lacions anuals, entre el 42 i 52% del total de fonts analitzades, amb lleugera tendència a la baixa d'un 2,4% els darrers 15 anys. Tanmateix s'observa que augmenta el percentatge de fonts que tenen valors de nitrats d'entre 10 a 25 mg/L i també les que tenen valors entre 25 i 50 mg/L. Cal veure en els propers anys quina direcció prenen aquests resultats.

Els municipis del centre de la comarca, a la Plana de Vic, són els que tenen la concentració mitjana de nitrats a l'aigua de les fonts més alta, superior als 100 mg/L, i també s'observa en alguns municipis del Lluçanès, sobretot els connectats amb els municipis anteriors de la Plana de Vic. Els municipis on els valors de nitrats són més baixos, sempre inferior als 50 mg/L, es corresponen al nord de la comarca i les àrees del nord-est, est, i sud-est, i als espais d'interès natural i protegits de Bellmunt-Puigsacalm, Cabrerès-Collsabra i Montseny-Guilleries.

Els municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 25 mg/L i tendeix a l'augment són: Alpens, Rupit i Sant Sadurní d'Osormort.

Els municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats està entre 10 i 50 mg/L i tendeix a l'augment són: Sobremunt, Sant Boi de Lluçanès, Sant Pere de Torelló, Santa Maria de Besora i Vilanova de Sau.

Els municipis de la comarca d'Osona que la mitjana de nitrats és superior a 50 mg/L i tendeix a l'augment són: Balenyà, Calldetenes, Centelles, Collsuspina, Gurb, Malla, Sant Vicenç de Torelló, Santa Cecília de Voltregà, Santa Eugènia de Berga, Santa Eulàlia de Riuprimer, Taradell i Torelló

La probabilitat de trobar l'aigua d'una font contaminada amb nitrats augmenta en municipis on els seus usos del sòl són de conreus agrícoles, i disminueix en municipis on la seva superfície és principalment forestal.

La superfície agrària útil (SAU) ens assenyala la possible contaminació per nitrats. S'observa que hi ha relació significativa (r 0,6413, R^2 0,4113 i $p < 0,0001$) entre el percentatge de SAU del municipi i els valors de nitrats de l'aigua de les fonts, de manera que municipis amb valors de nitrats més baixos es corresponen als que tenen menys percentatge de SAU. El grau de relació és encara més significatiu si es comparen els factors de correlació, entre la concentració mitjana de nitrats de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona i el percentatge de la superfície de conreu (r 0,6762, R^2 0,4572 i $p < 0,0001$), el que pot explicar que a la part de superfície agrària útil que no es conrea, no s'aplica fertilitzant o s'aplica correctament.

La pluja és un factor coadjuvant de la contaminació, que incideix directament en la concentració de nitrats a les aigües subterrànies de la comarca. Hi ha relació significativa entre la pluviometria caiguda i els valors de nitrats trobats (r 0,6965, R^2 0,4852 i $p < 0,0001$), de manera que quan la pluviometria mitjana

comarcal anual augmenta, els valors de nitrats mesurats l'any següent també ho fan. Això ens indica que la pluja accentua la lixiviació dels nitrats utilitzats en la fertilització dels conreus, cap a les aigües subterrànies. Si la quantitat de nitrats al sòl disminuís, la lixiviació cap les aqüífers, per efecte del rentat de la pluja, hauria de ser cada vegada menor i permetria recuperar novament aquestes aigües, procedents de les fonts naturals, per al consum humà. Atès que es pot considerar que les fonts naturals de la comarca formen part de sistemes hidrogeològics de resposta ràpida a la contaminació i el fet de que part de la recàrrega dels aqüífers de la Plana de Vic, procedeix d'aigua sense nitrats i de zones d'elevada pluviometria suggereix que la seva recuperació o la recuperació de l'aigua de les fonts podria ser fàcil si la gestió dels residus ramaders i la fertilització dels conreus fos correcta. Per tant, doncs, un repte per l'agricultura.

La concentració de nitrats augmenta a mesura que disminueix l'altitud del municipi, probablement es pot assignar a que la superfície de camps cultivada és més gran, hi ha més activitat agroramadera i més població que a la resta de municipis d'altituds superiors, que tenen més superfície forestal. Indica que cal controlar que municipis de més altura no contaminin els de menys altura.

La contaminació per nitrats augmenta, generalment, en llocs on les aigües són més mineralitzades, i que corresponen als municipis del centre de la Plana, on els aqüífers entren en contacte amb materials de formacions geològiques més recents, gresos i margues, que augmenten l'alcalinitat i el contingut de calci i magnesi de l'aigua, fins arribar a valors de conductivitat de 1300-1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Aquest fet, a la comarca d'Osona, s'adapta a les recomanacions del MITECO a la Guia d'Avaluació de la qualitat de les aigües superficials i subterrànies [73], on proposa la determinació de la conductivitat i dels nitrats per al control

del bon estat químic de les aigües subterrànies. Ara bé, hi ha dificultats per avaluar les variacions del valor de la conductivitat de l'aigua, en funció dels augments o disminucions de la seva concentració de nitrats, mesurats a partir de les mitjanes del total de fonts, ja que hi poden haver altres factors, com la pluviometria que poden interferir en aquesta relació. Però el fet que el coeficient de correlació entre la conductivitat de l'aigua i la concentració de nitrats sigui significatiu ens pot informar que canvis en el valor de conductivitat poden indicar variacions de la concentració de nitrats, com s'observa a les fonts dels municipis de la Vall del Ges, al nord de la comarca.

La procedència dels microorganismes indicadors de contaminació fecal trobats a l'aigua de les fonts, pot ser molt variada, i no sempre està associada a la fertilització dels conreus i a la contaminació per nitrats. Tot i que, és més probable trobar una font sense contaminació microbiològica en llocs on la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts és més baixa.

3 L'educació com a eina de sensibilització sobre la contaminació de les fonts

3.1 Introducció

Els resultats de la tesi determinen que no hi ha millora en la contaminació per nitrats de l'aigua de les fonts, com també ho va concloure el Departament de Control i Qualitat de l'Aigua de l'Agència Catalana de l'Aigua en el seu Informe Tècnic de l'any 2016 [11], que l'excés de nitrats provoca el mal estat en un 41% de les masses d'aigua subterrànies de Catalunya i que la situació no mostra una clara millora. Així doncs les mesures emprades fins al moment no han tingut l'èxit desitjat, per la qual cosa urgeix un canvi en la implantació de mesures, i sobretot en el seu control, que permeti revertir aquesta situació progressivament.

A l'estat espanyol, per tal d'enfortir les recomanacions de la Unió Europea i els compromisos relacionats, s'està elaborant un nou Reial Decret que actualitzarà la norma de transposició de la Directiva 91/676/CEE [7] sobre protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats d'origen agrícola. En aquest sentit, aquest Reial Decret pretén establir les mesures necessàries per prevenir i reduir la contaminació de les aigües, causades per nitrats procedents de fonts agrícoles, i actuar preventivament contra noves contaminacions. Tot i que a Catalunya, d'acord amb l'article 5.5 d'aquesta Directiva 91/676/CEE [7] s'ha adoptat darrerament el Decret 153/2019, de 3 de juliol, [59] amb un programa

d'actuació que garanteix una reducció efectiva de la càrrega de nitrogen a les aigües subterrànies.

Noves mesures i més control poden suposar una millora de la qualitat de l'aigua, però diferents autors i organitzacions, també contempen mesures educatives per resoldre aquest greu problema. Ens diu el Dr. Folch [1], biòleg i divulgador ambiental, que si diem que la contaminació per nitrats és de caràcter difús, té sentit que també siguin difuses les actuacions per identificar-la i poder-la combatre. A l'any 1999, a l'article "Aguas subterráneas" [82], Custodio i Llamas van proposar un conjunt d'accions per aconseguir una gestió sostenible de les aigües subterrànies i que se l'hi doni el valor i la confiança que es mereixen, des del personal tècnic de l'Administració fins al gran públic, i sobretot des dels centres més importants que prenen decisions a nivell nacional i internacional. La segona acció que suggerien, amb certa prioritat, era "promocionar o fomentar los programas de educación sobre el agua para las escuelas primaria y secundaria, y procurar que en ellos se dé el debido peso al agua subterránea". Ells veien que l'educació sobre l'aigua en les primeres etapes de l'ensenyament era fonamental per entendre el que representen les aigües subterrànies en el cicle de l'aigua. Sauvé (2010), també ho explica [83]: "«Descodificar» nuestro medio ambiente –comprender las leyes, las reglas, los signos para poder recodificar mejor nuestra relación con el medio ambiente: de ahí una misión fundamental para la enseñanza de las ciencias que se inscriba en una perspectiva de educación científica".

Així mateix Talabi et al. [84] consideren que les fonts de contaminació no puntuals, com el cas de les procedents de la fertilització dels conreus, són més difícils de posar remei, a causa de l'extensió de la propagació i es poden prevenir mitjançant una bona educació sanitària, considerada així perquè és un fet especialment preocupant quan afecta les aigües de pous de captació destinades a l'abastament de la població.

La Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO) [85], considera que per crear un món més sostenible i comprometre's amb les qüestions relatives a la sostenibilitat que es descriuen en els ODS, els individus han d'esdevenir promotors del canvi en matèria de sostenibilitat. Necessiten els coneixements, les habilitats, els valors i les actituds que els permetin col·laborar en el desenvolupament sostenible. Per això, l'educació és essencial per aconseguir-ho. A l'ODS 6, s'estableixen els següents objectius d'aprenentatge cognitiu, soci emocional i comportamental

Taula 3-I Extret de: Educació per als Objectius de Desenvolupament Sostenible. Objectius d'aprenentatge. Centre UNESCO de Catalunya, 2017.

Taula 1.2.6. Objectius d'aprenentatge per a l'ODS 6 «Aigua neta i sanejament»	
Objectius d'aprenentatge cognitiu	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'alumne considera que l'aigua és una condició fonamental de la vida i comprèn la importància de la qualitat i la quantitat de l'aigua, i les causes, els efectes i les conseqüències de la contaminació i l'escassetat de l'aigua. 2. L'alumne entén que l'aigua forma part de diferents interrelacions i sistemes complexos a escala mundial. 3. L'alumne coneix la distribució desigual a escala mundial de l'accés a l'aigua potable salubre i les instal·lacions de sanejament. 4. L'alumne comprèn el concepte d'«aigua virtual»³ 5. L'alumne comprèn el concepte de gestió integrada dels recursos hídrics (GIRH) i altres estratègies per garantir la disponibilitat i la gestió sostenible de l'aigua i el sanejament, inclosa la gestió dels riscos d'inundació i sequera.
Objectius d'aprenentatge socioemocional	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'alumne és capaç de participar en activitats per millorar la gestió de l'aigua i el sanejament a les comunitats locals. 2. L'alumne és capaç de comunicar sobre la contaminació de l'aigua, l'accés a l'aigua i les mesures d'estalvi d'aigua i generar visibilitat sobre els casos d'èxit. 3. L'alumne és capaç de sentir-se responsable de l'ús que fa de l'aigua. 4. L'alumne és capaç de veure el valor del bon sanejament i els estàndards d'higiene. 5. L'alumne és capaç de qüestionar les diferències socioeconòmiques i les desigualtats entre gèneres pel que fa a l'accés a l'aigua potable salubre i les instal·lacions de sanejament.
Objectius d'aprenentatge comportamental	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'alumne és capaç de cooperar amb les autoritats locals en la millora de la capacitat local per a l'autosuficiència. 2. L'alumne és capaç de contribuir a la gestió dels recursos hídrics a escala local. 3. L'alumne és capaç de reduir la seva petjada hídrica individual i estalviar aigua en la seva activitat diària 4. L'alumne és capaç de planificar, executar, avaluar i reproduir activitats que contribueixin a augmentar la qualitat i la salubritat de l'aigua. 5. L'alumne és capaç d'avaluar, participar i influir en la presa de decisions relatives a les estratègies de gestió d'empreses locals, nacionals i internacionals amb relació a la contaminació de l'aigua.

Aquests objectius han de permetre als alumnes prendre decisions informades i emprendre accions responsables per garantir la disponibilitat d'aigua i la seva gestió sostenible i el sanejament per a tothom i per a les generacions presents i futures. Cal destacar l'objectiu d'aprenentatge cognitiu número 1 en que es considera que l'aigua és una condició fonamental de la vida i comprèn la importància de la qualitat i la quantitat de l'aigua, i les causes, els efectes i les

conseqüències de la contaminació i l'escassetat de l'aigua. En relació als socioemocionals, l'alumne és capaç de participar en activitats per millorar la gestió de l'aigua i el sanejament a les comunitats locals i és capaç de comunicar sobre la contaminació de l'aigua, l'accés a l'aigua i les mesures d'estalvi d'aigua i generar visibilitat sobre els casos d'èxit. Finalment, en relació als comportamentals, entre altres, l'alumne és capaç de planificar, executar, avaluar i reproduir activitats que contribueixin a augmentar la qualitat i la salubritat de l'aigua i és capaç d'avaluar, participar i influir en la presa de decisions relatives a la contaminació de l'aigua.

Per tant, en els objectius d'aprenentatge per als objectius de desenvolupament sostenible, ODS 6, el coneixement de les aigües subterrànies no es contempla explícitament, però si de manera implícita ja que per comprendre les causes i els efectes de la contaminació de l'aigua és necessari tenir-ne coneixement.

Al darrer Congrés Nacional d'Educació Ambiental 2020-21 (CNEA), a la sessió "Els reptes pedagògics de l'educació ambiental: la construcció d'experiències socioambientals autèntiques orientades a la transformació", [86], s'explica que una de les claus seria oferir als participants de les activitats i dels projectes d'educació ambiental, experiències que serveixin com a base per transformar les relacions de l'ésser humà amb el medi i dels éssers humans amb si mateix. I, com es diu en un dels ODS comportamental, la idea principal és que no n'hi hauria prou que aprenguin sobre els problemes socioambientals, sinó que seria important que també aprenguin com participar en accions transformadores. Per tant, s'ha de promoure que els participants estiguin immersos en experiències de transformació.

Des de les didàctiques específiques, com les que pretén aquesta tesi, hi ha evidències de recerca i propostes d'innovació educativa sobre com podem promoure aquest tipus de processos, a les escoles, que passen sobretot per idear

i desenvolupar àmbits d'aprenentatge autèntics, és a dir, que estiguin realment orientats a generar una acció per resoldre el problema socioambiental inicialment plantejat.

Per això, els projectes educatius per recuperar les fonts i les seves aigües han de ser una eina per socialitzar el coneixement de la qualitat de l'aigua i la contaminació difusa de les aigües subterrànies per nitrats, i a proposta, entre altres, de Custodio [82], Sauvé [83], i l'UNESCO [85], l'educació des de les Escoles podria ser una eina per sensibilitzar i conscienciar que cal protegir les aigües subterrànies de la contaminació en general i sobretot dels nitrats procedents dels fertilitzants agrícoles utilitzats en l'adobat dels conreus. D'aquesta manera, l'alumnat coneixeria les causes, els efectes i les conseqüències d'aquest greu problema que afecta les aigües subterrànies i en un futur proper, participar i influir en decisions que puguin recuperar la seva qualitat. I és que cal fer constar que aquest és un dels problemes mediambientals i de salut pública que més afecten els nostres aqüífers i derivat d'una activitat antròpica, l'adobat dels conreus.

Aquests projectes tenen un marcat objectiu pedagògic i de sensibilització a la comunitat educativa i a la ciutadania en general. La sortida de camp, que pretén conèixer la geologia i la conca hidrogràfica de la font, el seu règim pluviomètric, la seva hidrogeologia, la qualitat de l'aigua i les activitats i usos del sol de l'entorn, permet localitzar possibles focus contaminants, ajuden a veure les relacions amb l'ésser humà i les seves interaccions i reflexionar sobre les relacions entre la ciència, la tecnologia i la societat. És una forma d'excursionisme científic que promou el coneixement de les coses com a causa per fer-les més estimables [87]. Més enllà d'un complement dels estudis, ens estem referint a un procediment educatiu amb l'objectiu de formar persones capaces de fer un pas pel camí de la investigació científica, que respectin el

territori, i que siguin bondadoses, sanes i si són sàvies, millor, com deia Josep Estalella, prestigiós físic i químic català i que fa gairebé cent anys va impulsar la ciència recreativa, una estratègia i un recurs didàctic perquè l'alumnat arribés al coneixement mitjançant la pràctica i el raonament comprensiu [88].

3.2 Breu recorregut històric per l'educació ambiental per a la sostenibilitat a Catalunya i Espanya

El moviment que va començar a integrar educació i medi ambient a casa nostra va ser a l'educació no formal als anys 60 del segle passat, amb tradició naturalista i consideració per al país, seguint tendències de països del nord i centre d'Europa, on a través de l'excursionisme es fomenta l'estima i protecció de la natura. D'altra banda, el propi excursionisme, lligat a la família o a entitats, també ho fomenta [89].

Als anys 70, ja hi ha una formalització més manifesta cap a l'educació ambiental. El Seminari Internacional d'Educació Ambiental, que va tenir lloc l'octubre de 1975 a Belgrad, és el primer esdeveniment internacional dedicat monogràficament a l'educació ambiental [90]. En el seu document final, conegut amb el nom de Carta de Belgrad planteja com a fita principal la de “millorar les relacions ecològiques, incloent-hi les dels humans amb la natura i dels éssers humans entre ells”. A més, proposa com a objectiu principal de l'educació ambiental que la població mundial prengui consciència del medi ambient i s'interessi per ell i pels problemes relacionats, i que compti amb els coneixements, les actituds, les aptituds, la motivació i el desig necessaris per treballar individualment i col·lectivament en la recerca de solucions als problemes actuals i per prevenir els que puguin aparèixer d'ara endavant. Les pautes que proposen per assolir els objectius són les següents [90]:

- Presa de consciència. Aconseguir major sensibilitat i consciència de l'entorn en general i dels seus problemes.
- Els coneixements i la interdisciplinarietat. Ajudar a totes les persones a assolir una comprensió essencial de l'entorn en la seva totalitat, dels problemes que hi tenen relació, de la presència de la humanitat en aquest entorn i de la responsabilitat i del paper crític que els correspon i el conjunt de factors que s'han de tenir presents, de tipus històric, social, econòmic, cultural, sanitari, etc.
- L'actitud. Els valors i l'acció. Valors ètics que ajudin a sentir interès i preocupació pel medi ambient, els quals els motivin de tal manera que puguin participar activament (fer accions) en el millorament i la protecció d'aquest.
- L'aptitud. La formació i la capacitació. És el fet d'adquirir les aptituds necessàries per determinar i resoldre problemes ambientals, per fer front als reptes de la protecció del medi
- La participació. Cal proporcionar als grups socials i als individus la possibilitat de participar activament en les tasques que tenen com a finalitat la resolució dels problemes ambientals.
- L'avaluació. Ajudar els individus i el grups socials a avaluar les mesures i els programes d'educació ambiental en funció dels factors ecològics, polítics, econòmics, socials, estètics i educatius. Tot i considerar que en els darrers anys la societat en conjunt ha avançat molt en el seu nivell d'educació ambiental, caldria fer ara un esforç per sistematitzar aquest avanç incrementant l'eficàcia del procés educatiu mitjançant instruments d'avaluació fiables i eficients.

Un estudi detallat d'aquesta proclamació proporciona un seguit de pautes per comprendre i servirà de línia o norma de caràcter general per guiar en les actuacions que fan els Centres d'Educació Ambiental, Escoles o Grups de Natura, que van apareixent a Catalunya. El primer equipament considerat d'educació ambiental va ser l'Itinerari de Natura Santiga (1975), inspirat en alguns del Regne Unit o Can Lleonart la primera escola de natura, de l'estat espanyol, al Parc Natural del Montseny. En aquell mateixa dècada es van publicar llibres importants com "Natura ús o abús?". Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans editat per l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) o Ecologia i Educació Ambiental de Jaume Terrades a l'any 1979 [91], [92], [93].

Als anys 80, amb Seminaris i Trobades i la creació de la Societat Catalana d'Educació Ambiental (SCEA), ja hi ha una formalització de tot el procés d'estima i protecció de la natura. La Societat Catalana d'Educació Ambiental va ser creada l'any 1985 per tal d'impulsar una educació renovada que contempli la problemàtica socio-ambiental i alhora contribueixi a formar ciutadans capaços d'analitzar-la i de donar-hi respostes. Agrupa professionals i persones interessades en el món de l'educació ambiental, de perfils i àmbits laborals molt diversos i amb l'objectiu comú de treballar per la sostenibilitat des de l'educació. A l'any 1988, es va millorar el funcionament de la SCEA mitjançant la creació de sis àmbits de treball, un d'ells l'escolar. I va ser a l'any 1993 quan es va signar un conveni de col·laboració entre Direcció General de Promoció i Educació Ambiental (DGEA) del Departament de Medi Ambient de la Generalitat (DMA), i la SCEA. Dins del conveni amb el DMA hi ha el Programa Escoles Verdes. Es va iniciar com una campanya pilot en el qual hi van començar participant 12 escoles amb la intenció de millorar ambientalment tant el currículum com el context escolar. A l'any 1998, la SCEA n'ha assumeix la coordinació tècnica i amb els anys s'amplia el nombre d'escoles, fins a 677 que n'hi ha actualment adherides [94].

El programa Escoles Verdes té com a objectiu donar suport a tots aquells centres educatius de Catalunya que volen innovar, incloure, avançar, sistematitzar i organitzar totes aquelles accions educatives que tenen la finalitat d'afrontar des de l'educació, els nous reptes del desenvolupament sostenible. Aquest Programa té tres objectius principals: promoure l'intercanvi d'experiències entre escoles, assegurar una comunitat educativa amb participació activa i cap a la millora del medi ambient; i ajudar les escoles a incorporar els valors de l'educació per a la sostenibilitat ambiental en tots els aspectes de la vida [92].

A partir del 2000 ja hi ha una maduració de tots els projectes i les escoles assumeixen els reptes necessaris per millorar l'Educació Ambiental, i el seu desenvolupament a Catalunya s'inscriu en els àmbits següents: recerca, educació docent i treball en xarxa [91], [93].

Els programes i projectes iniciats a Catalunya, s'han caracteritzat per una connectivitat progressiva amb altres xarxes escolars locals, regionals, nacionals i fins i tot internacionals d'Educació Ambiental i per la Sostenibilitat. S'han fet importants passos per diferents professionals catalans en aquests camps, per crear noves associacions que han facilitat el naixement de dues xarxes més àmplies on participen les escoles catalanes: XESC (Xarxes Catalanes per a la Xarxa de Sostenibilitat) d'àmbit regional (XESC 2014) i la Xarxa Espanyola ESenRED (Escoles d'Espanya cap a la Sostenibilitat), d'àmbit nacional (ESenRED 2014) [91].

La XESC és una xarxa que neix el curs 2009-2010, formada per la xarxa d'escoles verdes i xarxes locals que promouen programes d'educació per a la sostenibilitat adreçats als centres educatius de Catalunya. Per tant, podem definir la XESC com una xarxa de xarxes de centres educatius que desenvolupen programes d'educació per a la sostenibilitat. La seva missió és treballar en col·laboració entre administracions per promoure l'Educació per a

la Sostenibilitat i donar suport als centres educatius. Les xarxes locals adherides formen el programa Agenda 21 local, que fomenta les pràctiques participatives als centres educatius des del punt de vista de la sostenibilitat i reforça els vincles entre la ciutat i l'escola [95].

3.3 El cicle de l'aigua com a model educatiu.

Dificultats

Com s'ha comentat anteriorment per comprendre la contaminació de les aigües subterrànies és necessari comprendre mínimament el funcionament del cicle de l'aigua, sobretot, posant l'atenció en la part de les aigües subterrànies.

En aquest sentit destaca l'estudi de Márquez [96] que va estudiar com 30 nois i noies, de 12 a 14 anys, estudiants de secundària, representaven el cicle de l'aigua. A partir de la representació que aquest grup d'alumnes fan del cicle de l'aigua, ens pot aproximar a observar com un alumne s'apropia del contingut científic a través del llenguatge escrit, dels dibuixos, de com resol un problema i de com es planteja preguntes significatives. La consigna era que dibuixessin el cicle de l'aigua a partir de l'observació de l'entorn natural on es van plantejar preguntes del tipus, perquè surt aigua d'una font, perquè les rius no s'assequen quan plou o perquè cada vegada porten menys aigua. Per analitzar aquestes representacions que fan els estudiants, Márquez analitza els següents components: els components estàtics o magatzems d'aigua i els components dinàmics o canvis de lloc i d'estat de l'aigua. L'anàlisi dels esquemes dibuixats permet apropar-se a conèixer com els estudiants comprenen la circulació de l'aigua a la natura. En el mateix anàlisi també es tenen en compte el magatzems, concretament: l'atmosfera (vapor d'aigua i núvols), la zona continental

superficial (llac i rius), la zona continental subterrània (aquífer) i el mar. Els components dinàmics són l'evaporació, la transpiració, la precipitació, la circulació superficial (riu), la circulació subterrània, la circulació atmosfèrica, la infiltració i la sortida per la font o surgència. Tot té un funcionament com les causes dels diferents canvis cap a diferents magatzems que dona lloc a un model cíclic per conservar la quantitat global d'aigua.

Segons Márquez [96], de manera general, després d'haver treballat explícitament el tema tendeixen a dibuixar i descriure més magatzems i processos. Ara bé, la circulació subterrània, abans de treballar el cicle de l'aigua a la classe, només un 3% dels alumnes la dibuixa i una vegada treballat, només la meitat dels alumnes enquestats la representa. Segons Márquez, aquest baix índex de visualització de la component subterrània confirma la dificultat d'entendre la dinàmica de la circulació subterrània fet interpretable que per millorar s'han d'utilitzar recursos que permetin la seva visualització, ja siguin models a escala (maquetes), balanços d'aigua a nivell de conca hidrogràfica o situacions problema dels diferents elements que conflueixen al cicle de l'aigua.

Si es desconeix que hi ha aigua sota terra no es poden plantejar els conceptes de com hi entra, quan de temps hi està i com surt novament a la superfície. Això és el que justifica i constata les peticions dels autors referits al principi [82], [1], [83], a la introducció, que cal donar més importància als programes d'educació sobre l'aigua subterrània.

3.4 Projectes d'educació ambiental per a la sostenibilitat relacionats amb la qualitat d'aigua que poden participar les escoles de la comarca d'Osona

Les escoles de la comarca d'Osona tenen a l'abast una gran oferta de projectes d'educació ambiental, promoguts des de l'Administració pública o per Entitats sense afany de lucre, i que són escollits per la pròpia escola en funció de la seva localització geogràfica, temàtica concreta i més adient per a ells i temps de durada de l'activitat. A continuació es detallen aquells projectes d'educació ambiental que són participats per les escoles que formaran part de l'estudi d'aquesta tesi que fomenten el coneixement, protecció i millora de la qualitat de l'aigua, tant en aigües superficials com subterrànies.

3.4.1 Projecte Rius

El Projecte Rius és una iniciativa de l'Associació Hàbitats que neix l'any 1997 amb l'objectiu d'estimular la participació activa de la societat en la conservació i millora dels rius. Fomenta l'apropament de les persones al medi i permet conèixer les característiques dels ecosistemes fluvials, la biodiversitat, els valors ecològics i socioculturals, així com identificar els problemes que els afecten i reflexionar sobre com pal·liar-los, en la línia dels objectius de desenvolupament sostenible [85]. És oberta a tothom, centres escolars, entitats, empreses, administracions, famílies, grups d'amics....., que poden adoptar un tram de riu. L'adopció vol dir iniciar un projecte de custòdia del territori, amb

l'objectiu de conservar i millorar de forma més exhaustiva i decidida el riu i el seu entorn, tot realitzant-hi diferents accions de gestió ambiental i social participatives. També vol dir responsabilitzar-se i involucrar-se en la gestió, protecció i conservació d'un o més trams fluvials. Pot formalitzar-se amb la signatura d'un acord de custòdia amb propietaris de finques privades, entitats i administracions locals, on queden reflectits els compromisos i el marc d'acció, sempre en funció de les expectatives i possibilitats de cada actor implicat. Els grups proposen actuacions i des de l'Associació Hàbitats se'ls dóna els suport tècnic necessari per a tirar endavant les seves idees. En aquest sentit, l'entitat ofereix assessorament continu i eines de suport als voluntaris que adopten trams de riu.

Tant si es fa per adopció com per voluntariat, es realitzen dues inspeccions anuals a un tram de riu que ells mateixos han escollit i que, normalment, és proper al seu domicili. Associació Hàbitats proporciona als grups la metodologia per fer la recerca, el materials necessaris i una formació inicial. Es fa un estudi de l'hàbitat, del bosc de ribera, del cabal i de les alteracions presents al medi es determina la qualitat hidromorfològica del riu o riera. A partir de la mesura de diferents paràmetres fisicoquímics, com al temperatura, el pH, la concentració de nitrats o l'oxigen dissolt en l'aigua es determina la qualitat fisicoquímica de l'aigua. I, una vegada, observada la presència o absència, de certes famílies de macroinvertebrats aquàtics es defineix la qualitat biològica del riu o riera. Els resultats trobats, s'avaluen, i permeten fer un informe anual de l'estat dels rius, amb valoracions socials, ambientals i econòmiques [97].

3.4.2 El Montseny a l'escola. El Montseny i l'aigua

“El Montseny i l'aigua” és una unitat didàctica dins el programa d'educació ambiental “El Montseny a l'escola”, promogut per la Diputació de Barcelona i la de Girona, adreçat als alumnes del cicle mitjà de primària dels municipis que integren l'espai protegit del Parc Natural del Montseny. Es treballa partint dels amfibis com grup d'éssers vius i que necessiten l'aigua per viure. En aquest cas, el context de partida és el tritó del Montseny, una espècie endèmica, amb unes singularitats pròpies i amb perill d'extinció. Per entendre el seu hàbitat, s'estudia: el cicle de l'aigua, els tipus d'aigua, els usos humans de l'aigua, el canvi climàtic i la seva repercussió en l'aigua, la depuració i la dessalinització.

En la didàctica d'aquesta activitat l'objectiu general és entendre com l'aigua va passant d'un estat a l'altre i d'un dipòsit a l'altre en un procés de continu traspàs d'aigua. L'aigua en els seus diferents estats, traspassa del dipòsit mar al dipòsit núvols, per evaporació, del dipòsit núvols al dipòsit rius i aigües subterrànies, per precipitació, i retorna al dipòsit mar per filtració i escolament superficial. S'explica que els humans interposen els seus propis dipòsits intermedis entre els rius, els pous i les fonts i el mar, abans de retornar l'aigua al seu cicle natural. Així, a part del cicle natural de l'aigua, es pot comprendre el cicle antròpic de l'aigua. Dona importància a entendre que són les aigües subterrànies i com es comporten, ja que és la part de cicle més difícil de comprendre.

Amb diferents experiments, l'alumne pot adquirir els objectius d'aprenentatge fent les següents activitats: maquetes del cicle de l'aigua, construcció de petites depuradores i tast d'aigües [98].

3.4.3 Camí de l'aigua

El camí de l'aigua és una seqüència d'activitats en forma de projecte realitzat pels alumnes de cinquè curs d'una de les escoles participants a l'estudi, ubicada a prop del PN de les Guilleries Savassona, que dura tot el curs i barreja ciències naturals i socials. El projecte el camí de l'aigua es fonamenta en l'estudi del recorregut d'un torrent proper a l'escola, per conèixer les seves característiques i la seva utilitat al poble al llarg del temps.

Ressegueixen el torrent des del seu naixement fins a la seva desembocadura i al llarg del seu recorregut es fixen en aspectes d'usos i la seva vessant social, qualitat de l'aigua, geografia del torrent, la seva flora i fauna, d'on ve i on va a parar. Aprenen on neix la riera i ho situen en un mapa, a llegir i explicar les corbes de nivell, a conèixer els seus afluents, a explicar la seva conca, a conèixer les tres xarxes hidrogràfiques de Catalunya, a reconèixer la geometria a través de les seves fonts, a explicar els aprofitaments de la seva aigua i la importància de l'aigua a la vida. Se'ls dona un mapa i han de trobar la font on neix, així aprenen a calcular distàncies i a interpretar mapes i fins i tot, dediquen un matí a netejar-la. Aquest projecte parteix d'un element proper dels alumnes per arribar a conceptes [99].

3.4.4 Dia Mundial de Control de la Qualitat de l'Aigua

El Dia Mundial de Control de la Qualitat de l'Aigua (DMCCA), (World Water Monitoring Challenge) és un programa educatiu d'àmbit internacional que fomenta la conscienciació pública per a la protecció dels recursos hídrics. Hi poden participar totes les escoles i la ciutadania en general. A l'any 2006,

Espanya es va adherir a aquest programa educatiu internacional (www.monitorwater.org). L'Associació per a la Defensa de la Qualitat de l'Aigua (ADECAGUA) és qui coordina aquesta campanya a nivell nacional (www.adecagua.es). La idea principal que hi ha darrera d'aquest programa és que per crear una consciència social de respecte cap als rius i l'aigua en general, és tenir coneixement directe de recursos hídrics propers i la millor manera és fer un estudi, un dia concret de cada any, de la qualitat de l'aigua i dels ecosistemes aquàtics associats. Realitzant anàlisis bàsics, els participants poden saber els indicadors més comuns utilitzats en la valoració de la qualitat de l'aigua i d'aquesta manera s'anima a participar-hi per protegir l'aigua del seu entorn més proper.

El material per a les determinacions analítiques s'envia gratuïtament a tots els participants, gràcies a l'esponsorització de laboratoris de reactius i empreses relacionades amb la gestió i control de la qualitat de l'aigua. En una motxilla, hi ha un kit d'anàlisis per a les determinacions físic-químiques, com la temperatura i la turbidesa i amb reactius semi quantitius, el pH, la duresa, els nitrats i l'oxigen dissolt. També hi ha material per fer el mostreig de macroinvertebrats aquàtics i valoració de la vegetació de ribera i el manual amb les instruccions i les fitxes per apuntar els resultats. Aquest programa educatiu té un funcionament semblant al del Projecte Rius. L'escola, voluntari o grup de voluntaris, han d'escollir un tram de riu per fer les inspeccions. Una vegada obtinguts els resultats s'envien al coordinador i s'exposen conjuntament amb els resultats trobats a tots els rius del món i es poden consultar [100].

3.4.5 Projecte defontenfont

En el Pla Estratègic de la Vall del Ges, Orís i Bisaura (1999), en el Programa Educació, s'impulsa l'educació ambiental a les escoles dins el projecte "Escoles Verdes" que promou la Generalitat de Catalunya a l'any 1998. És per això que l'any 2006, del seminari del Pla de Formació Permanent de Zona en el que hi participen representants de centres educatius de la Vall del Ges, Orís i el Bisaura, sorgeix el "Projecte defontenfont", proposta d'educació ambiental impulsada per ajuntaments i mestres de centres educatius de primària i secundària. Des de l'any 2017 i de la mà de la Societat Catalana d'Educació Ambiental i d'entitats adherides, amb el suport del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya i l'Obra Social de "La Caixa", amplia el seu marc d'acció per esdevenir un programa d'abast nacional.

El Projecte de fontenfont és el programa centrat exclusivament en les fonts, el seu entorn i la qualitat de la seva aigua. El fet de la recuperació de fonts abandonades i de la qualitat de la seva aigua en molts casos contaminada per nitrats procedents de l'excessiva fertilització dels conreus, fa que sigui l'adient, dins l'univers educatiu, com a un element més de les propostes i mesures recollides a totes les Directives i Decrets establerts per intentar reduir els nitrats procedents de fonts agrícoles, i actuar preventivament contra noves contaminacions.

Tot i que, en l'actualitat s'ha fet extensiu a tot l'àmbit català des de que s'ha integrat a la Societat Catalana d'Educació Ambiental (SCEA), el fet d'iniciar-se en el Pla de Formació Permanent de Zona de les escoles de la Vall del Ges, Orís i Bisaura com projecte promotor de recuperació de fonts contaminades per nitrats, ha fet que el propòsit i els dossiers inicials, només el segueixin de

moment algunes escoles de la zona. Els principals objectius d'aquest projecte són [101]:

- Investigar i actuar en el propi entorn i la seva realitat.
- Prendre consciència de l'evolució del paisatge i l'ús del territori.
- Viure les fonts com a valor social i l'aigua com un recurs, ensenyant la importància de les aigües subterrànies dins el cicle de l'aigua.
- Potenciar i valorar la necessitat d'actuar col·lectivament en la recerca de solucions a problemes ambientals.
- Aprendre a observar i descriure la fauna i flora i comprendre la seva interacció amb el medi.
- Reconèixer i aprendre les característiques fisicoquímiques i biològiques de l'aigua de la font, per tenir coneixement de si són o no aptes per al consum humà i veure quins són els principals perills d'entrada de contaminants en aquestes aigües i quines activitats antròpiques s'han de vetllar per mantenir una bona qualitat de l'aigua de la font. En la línia, també, dels objectius de desenvolupament sostenible, però en aquest cas centrat exclusivament en les aigües subterrànies [85].

Als inicis, cursos 2005-2006, aquest projecte venia acompanyat de dues guies didàctiques; una per educació primària i l'altre per secundària, 5.8 Annex IX. Projecte font de font, per tenir un material didàctic d'orientació-guia, per preparar la sortida a la font i recollir la informació com a base del treball a l'aula. L'elaboració d'aquest dossier, escrit per professionals i experts de cada una de les àrees a treballar, es va fer al Seminari de treball de les escoles de la Vall del Ges, Orís i Bisaura, dins el Pla de Formació Permanent de Zona del Departament d'Educació i les aportacions del laboratori Clínic Prat de Torelló.

El funcionament del projecte inicial, es concreta en què cada escola escull una o varies fonts naturals i ho posa en coneixement del grup de treball local, per evitar duplicitats i que es pugui actuar sobre el màxim nombre possible o les més representatives de cada municipi. També s'escull un padrí o padrina, a qui l'alumnat entrevistarà. Aquest serà una persona propera a l'entorn estudiat que ajudarà a conèixer la història i l'entorn social de la font. Després de realitzar el treball previ de recopilació d'informació general a l'aula, es realitza, com a mínim, una sortida de camp durant el curs, on es procedeix a la recollida de dades i mostres, amb el guiatge dels dossiers, per a conèixer l'entorn natural de la font.

Aquesta tasca es complementa amb la de fer una analítica més complerta, per part d'algun laboratori d'anàlisi d'aigües, o del propi laboratori de l'escola si les condicions ho permeten. Aquesta mateixa analítica, més bàsica i reduïda, amb material del propi laboratori, s'ensenya a fer als alumnes de primària i secundària. A la pròpia aula es determina el pH, la conductivitat, que valora la mineralització global de l'aigua, els nitrats i es porta, a l'aula, els cultius microbiològics processats al laboratori, perquè els alumnes puguin veure el creixement de microorganismes indicadors de contaminació com els Coliformes totals i *Escherichia coli*, aquest últim, indicador exclusiu d'origen fecal. Se'n fa una interpretació de dades amb tota la informació recollida de l'entorn de la font i la seva conca hidrogràfica, i així veure la incidència que poden tenir les activitats domèstiques, agrícoles i/o ramaderes en la qualitat de l'aigua de les fonts. Tota la informació recollida i elaborada es passa a la coordinació tècnica del programa per fer-ne la corresponent sistematització i el buidatge necessari, i així incorporar-ho a l'espai web general de programa i a la dels municipis que pertanyen els centres, com a recull global, d'intercanvi i de consulta de les experiències per altres docents i públic en general [102].

En la part científica l'objectiu per als alumnes és:

- Aprendre a observar i descriure la fauna i flora. Comprendre la seva interacció amb el medi. Observar d'on pot venir l'aigua de la font, per definir la seva conca i veure geologia.
- Reconèixer i aprendre les característiques fisicoquímiques i microbiològiques de l'aigua de la font, així conèixer si l'aigua que raja és o no és apta per al consum.
- En funció de la visita a la font i dels resultats obtinguts a l'anàlisi, potenciar i valorar la necessitat d'actuar col·lectivament en la recerca de solucions a problemes ambientals.

El padrí o persona experta en el camp històric-social de la font els explica tot el que fa referència a aquest context per poder comprendre'l correctament i així veure la seva importància. El propi mestre amb l'ajuda del dossier els ensenya la flora i fauna de l'entorn, la geologia i els usos del sòl. Els alumnes faran les primeres observacions i experiments: anotar la temperatura atmosfèrica i la de l'aigua, mesurar el cabal amb un recipient de volum conegut, olorar per detectar possibles olors i veure la seva transparència i si és tèrbola o no. Recullen una mostra d'aigua en un flascó estèril i que servirà per la pràctica analítica a l'aula i per determinar els indicadors microbiològics a realitzar en un laboratori i observar els resultats i interpretar-los, a la pròpia escola [102].

3.5 Projecte de fontenfont. Pràctica d'aula per l'analítica

Les escoles participants al projecte de fontenfont una vegada realitzats els treballs de camp descrits a l'apartat anterior, feien l'analítica de l'aigua a la pròpia aula, dirigida per l'autor de la tesi amb les explicacions i manera de procedir del punt següent 3.5.1 a 3.5.4. D'aquesta manera es determinava si l'aigua que sortia per la font era apta o no apta per al consum i s'interpretava segons l'exposat a l'apartat anterior. Tot el material utilitzat l'aportava l'autor i les determinacions microbiològiques es feien al seu propi laboratori. Aquesta pràctica es realitzava amb els alumnes del cicle superior de primària d'alguns Centres d'Educació infantil i Primària de la Vall del Ges i Bisaura i altres del centre i sud de la comarca, aquests de manera puntual. També es va fer amb els alumnes d'ESO d'una escola concertada del municipi de Vic. En total s'havia fet en uns 10 centres diferents. En l'actualitat, aquesta pràctica no la fa cap centre. Veure 5.8 Annex IX. Projecte font de font.

3.5.1 Determinació del pH

Per determinar el pH de l'aigua s'explicava als estudiants que aquest paràmetre serveix per veure si l'aigua és àcida o bàsica i que no pot ser ni una cosa ni l'altra, ha de ser neutre, pH 7, i el valor que ens ha de donar a la pràctica ha d'estar entre 6,5 i 8,0, ja que el fet de tenir més o menys minerals pot fer oscil·lar aquest valor. Per comparar-ho, es mostrava, a tall d'exemple, la Figura 3-1, per tal que l'alumnat pogués entendre que la llimona és àcida i el lleixiu de la neteja de casa alcalí o bàsic, perquè és irritant i pica. Si és més o menys

ens indicarà que ha entrat un contaminant que l'ha fet pujar o baixar. Per determinar el pH es va fer amb tires reactives: cal deixar la tira en contacte amb l'aigua durant 1 segon i seguidament comparar el color produït en l'escala de colors del disc de tires.



Figura 3-1 Tires per determinar el pH amb escala de colors i valors de pH de 1 a 11 amb exemples. Font: pròpia.

3.5.2 Determinació de la conductivitat elèctrica

En el moment de determinar la conductivitat elèctrica, s'explicava que era una manera d'avaluar ràpidament la mineralització de l'aigua. S'explicava que els ions naturals dissolts tenen càrregues positives: calci, magnesi, sodi i potassi, i càrregues negatives: bicarbonats, clorurs, sulfats, nitrats. Això fa que l'aigua sigui conductora del corrent elèctric i quan més ions, més conductivitat. L'aigua d'una font, al tenir origen natural i circular sempre per el mateix terreny geològic, ha de tenir de manera constant la mateixa conductivitat elèctrica. Si

hi ha variació vol dir que han entrat ions externs contaminants. Se'ls explica també, per comparar, que l'aigua de pluja o l'aigua destil·lada que utilitza la seva mare per planxar no te minerals i la conductivitat és 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i l'aigua del mar, amb gran quantitat de sal dissolta te una conductivitat aproximada de 50000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Per a la seva determinació s'usa el conductímetre de la Figura 3-2. Només cal posar l'elèctrode dins l'aigua a analitzar i llegir el valor en la pantalla.

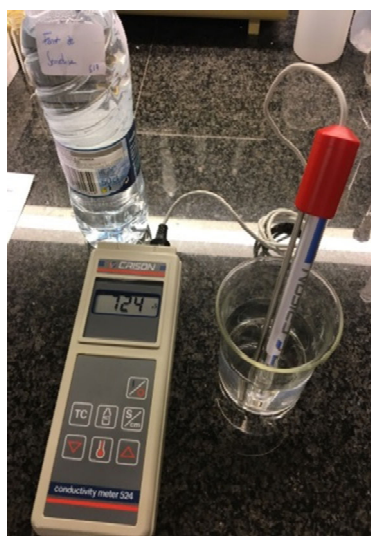


Figura 3-2. Conductímetre. Font: pròpia.

A la nostra comarca els valors de conductivitat per a aigües de fonts són molt variables ja que hi ha aigües molt riques en calci. Normalment van de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a la zona del Montseny, molt pobre en calci, fins a 800-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ al centre de la Plana de Vic, molt més rica en calci. Les aigües contaminades amb nitrats tenen valors que poden superar els 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ja sigui per que el nitrat augmenta el contingut mineral de l'aigua o perquè a la comarca d'Osona les aigües afectades per nitrats són les més mineralitzades.

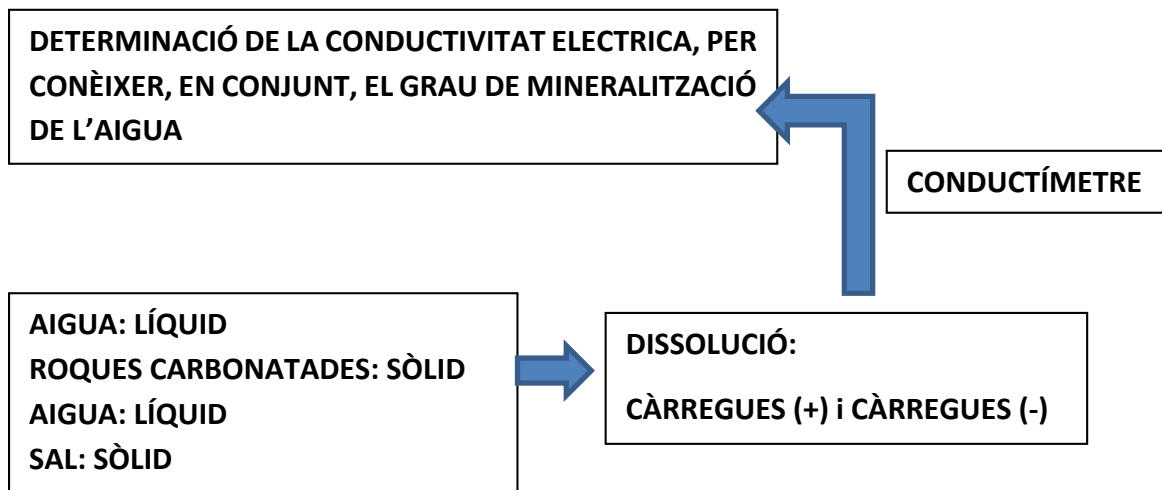


Figura 3-3 Diagrama de l'anàlisi de la conductivitat elèctrica d'una dissolució. Font: pròpia.

Per fer més comprensible l'explicació, Figura 3-3, es comentava que la cuina de casa quan afegim sal (sòlid) en aigua (líquid), es dissolt i es formen ions clorur, càrrega negativa (-) i ions sodi, càrrega positiva (+). A la natura, quan l'aigua (líquid) circula per roques carbonatades (sòlid), dissolt els minerals continguts i es formen ions bicarbonat (-) i ions calci (+). Aquests ions generen un petit corrent elèctric que es pot mesurar amb el conductímetre de Figura 3-2.

En una etiqueta d'ampolla d'aigua mineral, com la de la Figura 3-4, a la composició química ens mostra la concentració de cada un dels minerals dissolts.

COMPOSICIÓN QUÍMICA / COMPOSITION (mg/L)	
Residuo seco	352,0
Bicarbonatos / Bicarbonates (HCO ₃)	262,4
Cloruros / Chloride (Cl)	53,8
Calcio / Calcium (Ca)	93,6
Magnesio / Magnesium (Mg)	39,7
Sodio / Sodium (Na)	0,8

Laboratorio / Laboratory: Dr. Oliver Rodés. BARCELONA 2004.
Declarada Agua Mineral Natural el 16 de Mayo de 1991.

Figura 3-4 Etiqueta d'aigua mineral. Composició química. Ions majoritaris. Font: pròpia.

Per comparar i entendre el grau de mineralització se'ls donaven les següents dades de conductivitat aproximades de diferents aigües, veure Figura 3-5:

Aigua destil·lada	Aigua d'aixeta	Aigua de font	Aigua de mar
0 µS/cm	400	X	50000

Figura 3-5 Valors de conductivitat aproximats de diferents aigües. Font: pròpia.

Considerar el valor trobat X amb valors de conductivitat d'aigües de fonts del Pirineu, del Montseny, del centre de la Plana de Vic i de Cardona que es poden trobar a etiquetes d'ampolles d'aigua mineral, a la base de dades, conductivitat a 20° C de les fonts d'Osona de la taula que hi ha a 5.5 Annex V d'aquesta tesi i a la web de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Per accedir-hi, cal anar a la web de l'ACA, i allà, clicar aplicacions interactives (SDIM), consulta de dades, resultats analítics històrics del programa de seguiment i control, aigües subterrànies, paràmetres físic-químics, conductivitat i comarca d'Osona.

3.5.3 Determinació dels nitrats

Explicava als alumnes participants que les aigües naturals han de tenir molt poca quantitat de nitrats, més o menys fins a 10 mg/L, procedents de la descomposició de la matèria orgànica que hi ha a la superfície del sòl (fulles, troncs, etc.). Valors superiors normalment tenen el seu origen en els adobs aplicats de manera excessiva als camps de conreu, als abocaments incontrolats de residus ramaders, sobretot purins i a la deficient eliminació de les aigües residuals domèstiques i/o ramaderes.

Per a la seva determinació, a l'escola, es feia amb tires reactives: deixar la tira 1 segon dins l'aigua i comparar el color en l'escala de colors. El resultat es dona en mg/L, Figura 3-6.

Anàlisi de nitrats. S'examina el color de la tira amb el de l'escala de colors on diu la concentració en mg/L



Figura 3-6 Anàlisi de nitrats per tira reactiva. Comparativa de colors. Font: pròpia.

En dies previs, es portava la mostra d'aigua a un laboratori, en aquest cas, el propi, perquè determini el valor real quantitatiu de nitrats, fet per un mètode oficial segons normativa vigent.

L'aigua de beguda no ha de tenir més de 50 mg/L de nitrat, segons el RD 140/2003.

Els explicava que l'aplicació de fertilitzants orgànics, purins i/o fems, i inorgànics, als conreus, en la quantitat justa i necessària perquè la planta absorbeixi tots els nutrients a la zona d'arrels, seria suficient. Quan s'apliquen en excés, aquests nutrients, en forma de nitrats, l'arrel de la planta no els pot absorbir, n'hi ha masses, i amb la pluja i el rec, van a parar a les aigües subterrànies Figura 3-7.

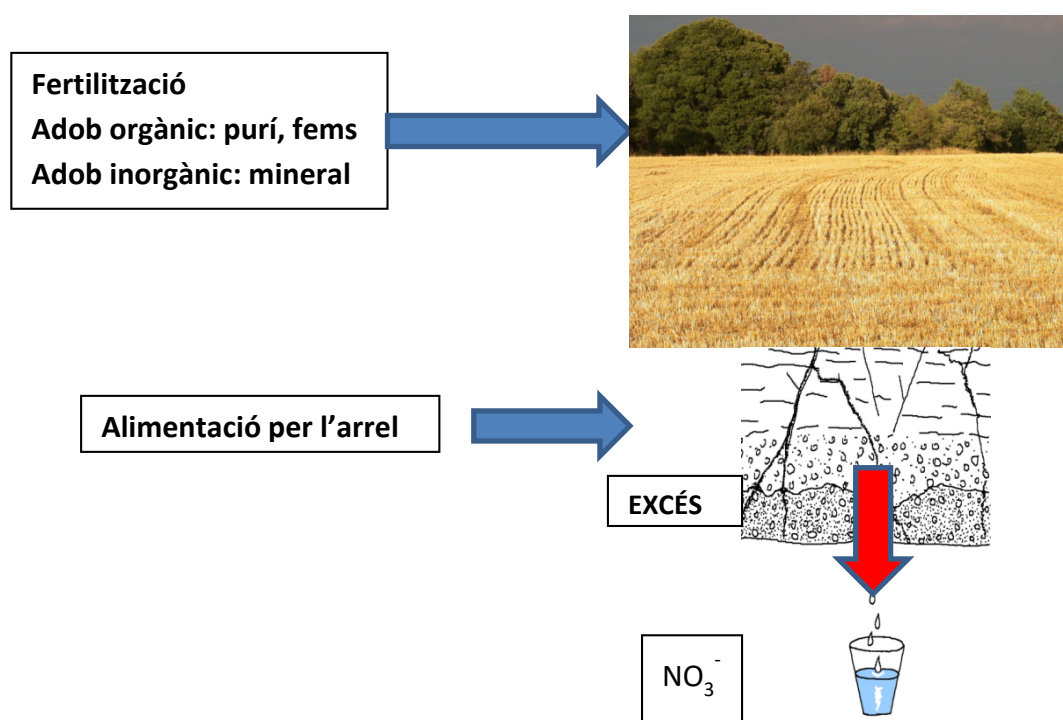


Figura 3-7 Arribada de nitrats a l'aigua de la font, procedents de la fertilització dels conreus. Font: pròpia.

La problemàtica de l'excés de nitrats a l'aigua de les fonts, genera un greu impacte ambiental, social, econòmic i sanitari. S'explicava a l'alumne que l'impacte ambiental és perquè el nitrat no és un component propi de l'aigua i que prové d'una font de contaminació externa, pot arribar a les aigües superficials, rius i mar i produir eutrofització, explicant el significat d'aquesta expressió. Impacte social perquè es deixa de consumir la seva aigua i la pèrdua del valor tradicional de l'afició a anar a buscar l'aigua de les fonts amb el consegüent deteriorament i abandonament del seu entorn i pèrdua de patrimoni.

Impacte econòmic perquè no es pot consumir aquesta aigua de les fonts i pous contaminats i per a la xarxa pública cal captar aigua del riu amb el cost que suposa la seva potabilització i la pèrdua de qualitat de l'aigua en origen. Tot això genera dubtes sobre la qualitat de l'aigua de la xarxa pública que comporta comprar-la envasada per a la beguda.

3.5.4 Paràmetres indicadors microbiològics:

Coliformes totals i *Escherichia coli*

A la pràctica a l'aula, explicava als escolars que a més dels paràmetres físic-químics analitzats, cal buscar a l'aigua de la font si hi ha microorganismes patògens i que ens poden produir una infecció. Per fer-ho cal analitzar els indicadors microbiològics Coliformes totals i *Escherichia coli*. Aquests microorganismes són propis de l'intestí de les persones i dels animals, sobretot *l'Escherichia coli*, que és exclusiu d'origen fecal. Per tant quan els trobem en l'aigua, vol dir, ens indiquen, que s'ha contaminat per aigües residuals domèstiques o ramaderes i hi ha perill d'infecció per altres microorganismes patògens continguts en aquestes aigües residuals. L'aigua potable no ha de tenir cap d'aquests d'indicadors microbiològics.

L'Escola podia concertar amb un Laboratori per fer les determinacions dels paràmetres microbiològics i una vegada realitzats portar les plaques a l'aula pràctica per fer l'observació i recompte del creixement de microorganismes i posterior interpretació.

Per a la seva detecció es fa servir el mètode anomenat "Filtració per membrana". Es tracta de fer passar l'aigua per uns filtres de diàmetre de porus molt petit (0,45 µm), de manera que l'aigua passa, però no els microbis que

queden retinguts. Llavors es posa aquest filtre sobre un medi de cultiu: aliment, ric en nutrients per aquests microorganismes, de manera que a una temperatura adequada (37° C o 44° C), creixen formant petits punts de colors, que segons la tonalitat seran uns o altres microorganismes. Cada puntet s'anomena colònia i hi ha mils de microorganismes. Com es pot observar a la Figura 3-8, per als Coliformes totals i *Escherichia coli* s'utilitza el medi m-Colibblue i les colònies que creixen a 37° C han de ser de color vermell per a Coliformes i blaves per a l'*Escherichia coli*. Si ens atenem a la Normativa ISO 9308/2014 el medi a utilitzar és el Chromocult Agar i el creixement de colònies i color és semblant, rosa-morat per Coliformes totals i blau marí per *Escherichia coli*.



Creixement de colònies vermelles de Coliformes totals i blaves d'*Escherichia coli*, en medi m-Colibblue. Colònies rosa-morat per Coliformes i blau marí per *Escherichia coli* en Chromocult-agar.

Figura 3-8 Creixement de colònies Coliformes. Mètode filtració per membrana.

Aquestes plaques, una vegada incubades les portava a l'aula per l'observació i recompte de colònies amb una lupa, com es pot veure a la Figura 3-9.



Observació i recompte de les colònies de microorganismes amb una lupa

Figura 3-9 Observació del creixement de microorganismes amb una lupa. Font: pròpia.

3.5.5 Qualificació sanitària de l'aigua de la font

A l'aula, una vegada es van obtenir els resultats de pH, conductivitat i nitrats, i observar si hi havia creixement i fer el recompte de Coliformes totals i *Escherichia coli*, ja es podia qualificar l'aigua com a apta o no apta per al consum, potable o no potable, segons la Normativa vigent RD 140/2003. Si qualsevol dels paràmetres analitzats no és conforme al valor paramètric establert en aquest Reial Decret, l'aigua serà no apta per al consum. Si tots els paràmetres estan dins o per sota del valor paramètric, l'aigua serà apta per la consum. Sempre tenint en compte, només, les determinacions realitzades.

A partir dels resultats trobats per l'alumne en la visita a la font i els trobats a la pràctica a l'aula, en feia un informe de l'anàlisi de l'aigua i la qualificava sanitàriament, segons es pot veure a la Figura 3-10.

L'AIGUA I LA FONT

L'anàlisi de l'aigua (*recollida de dades*) **Dia 19-06-13** **Hora: 15 h.**

Cabal: _____ 4 L/m. (*bastant, després de les últimes pluges*)

Temperatura ambiental: 14° C

Temperatura de l'aigua: 10,2° C

Conductivitat: 925 *microS/cm*

Indicador químic PH : 7,5 *unit pH*

Residu sec: _____

Nitrats: 134 *mg/l.*

Microbis: 22 *Coliforma total* i 0 *Escherichia*

Terbolesa: No

Olor: *Inolora.*

Sabor: No té sabor.

Aigua no potable / aigua no tractada

Aquesta font no està tractada diàriament pel consum humà. A més a més, l'alta concentració de nitrats i d'elements bacteriològics trobats, fa que la qualificació sanitària sigui d'aigua no potable.

Figura 3-10 Exemple del resultat de la pràctica a l'aula, dels valors trobats i la qualificació de l'aigua de la font. Font: pròpia.

3.5.6 Consells pràctics per conèixer possibles contaminants de l'aigua de la font

Quan els alumnes havien obtingut els resultats de nitrats i els indicadors microbiològics, se'n feia una interpretació del perquè dels valors trobats. En l'exemple adjunt d'una font apadrinada, Figura 3-11, les fletxes negres assenyalen la direcció de la pendent cap a la font, marcada amb un punt groc.

El polígon groc i les marques negres indiquen conreus, les granges i masies, possibles focus de contaminació.

Aquestes observacions les podia fer el mateix alumne en la visita a la font, observant el seu entorn més pròxim i sobretot en el sentit que surt l'aigua, però en molts casos la situació no permet veure l'entorn i per això des de l'aula s'accedia a l'aplicació Googlemaps, *GoogleEarth* o ICC Vissir de l'Institut Cartogràfic de Catalunya i comporta veure amb el mapa topogràfic els desnivells i així la conca hidrogràfica de la font i a l'ortofotomapa o la imatge veure els usos del sòl i totes les activitats antròpiques properes, susceptibles de contaminar l'aigua de la font.

Així la pròpia Escola pot arribar a un acord amb els propietaris dels conreus que hi ha propers a la font i en la seva conca, de manera que es millorin les pràctiques agràries amb la finalitat de millorar la qualitat de l'aigua.

A l'ortofotomapa i mapa topogràfic com el de la Figura 3-11, es busquen els possibles focus contaminants de l'aigua d'una font apadrinada, que poden ser:

- Camps de conreu, cases de pagès, granges agropecuàries i pastures: possible contaminació per residus ramaders, purins, adobs i fertilitzants i aigües residuals. Es detecta a l'aigua analitzant els compostos nitrogenats i els indicadors microbiològics.
- Llocs d'acampada: contaminació per residus orgànics i aigües residuals.
- Zones industrials: contaminació per residus industrials, metalls, dissolvents, microorganismes.
- Els abocaments d'origen industrial representen un risc important per a les aigües superficials i subterrànies.

- Nuclis habitats i urbanitzacions: contaminació d'origen urbà fruit de l'activitat de la població, ús domèstic, petites indústries, equipaments públics. Per tant aquestes aigües poden tenir càrrega biològica i química.
- Pluviometria de la zona: en èpoques de pluja augmenta la filtració cap al subsòl de substàncies contaminants. En èpoques de sequera pot augmentar la concentració del contaminant en l'aigua.
- Moviment de terres i sorreres: increment de la vulnerabilitat dels aqüífers subterranis i modificació de l'entrada d'aigua a l'aqüífer.
- Abocaments incontrolats de residus i deixalles domèstiques i ramaderes.

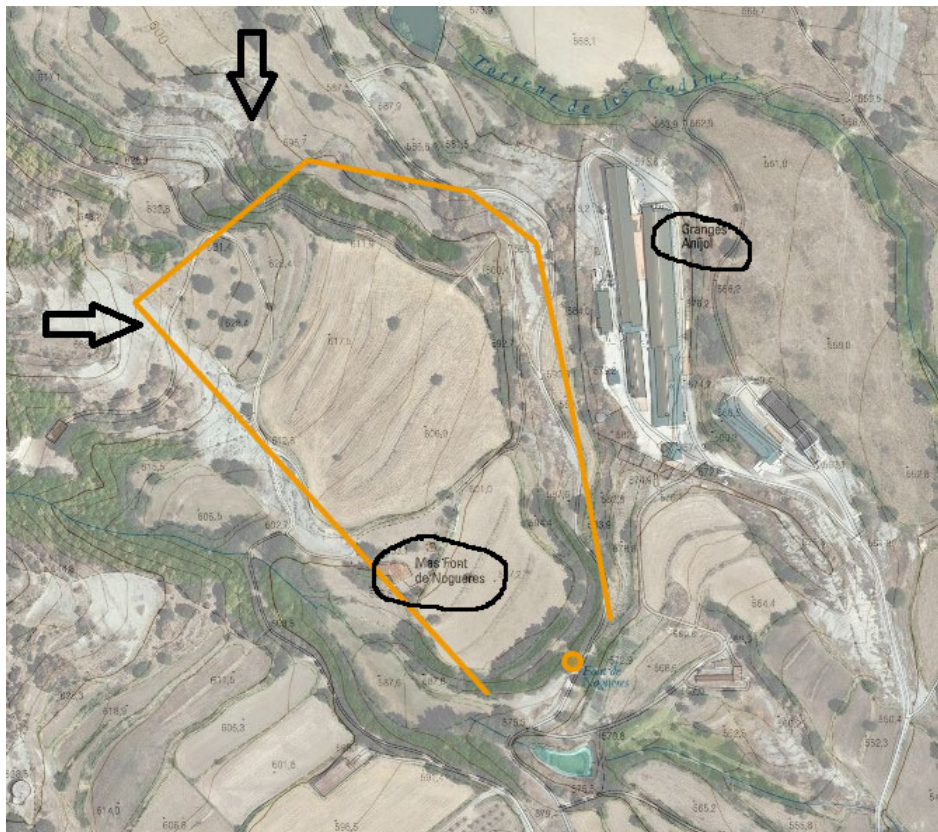


Figura 3-11 Ortofotomapa i mapa topogràfic per observar possibles focus contaminants d'origen agrícola i ramader, de l'aigua d'una font apadrinada (punt groc). En aquest cas, granges i una masia (cercles negres) i conreus (polígon groc). Les fletxes negres indiquen la direcció dels pendents i recàrrega d'aigua. Font: pròpia.

3.6 Estudi sobre el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental per a nenes i nens de Cicle Superior de primària

Per avaluar el coneixement de les fonts, la seva aigua i la problemàtica ambiental que pateixen, d'acord amb als objectius de desenvolupament sostenible (ODS) [85], i a les propostes de Custodio [82], s'ha fet un estudi a nenes i nens de Cicle Superior de primària de diferents escoles de la comarca a partir d'un qüestionari on hi ha 6 preguntes que cada un dels alumnes han contestat.

3.6.1 Objectius de l'estudi sobre el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental

- Determinar el coneixement que l'alumnat participant té sobre les fonts del poble.
- Identificar quin tipus d'aigua consumeixen habitualment a casa els participants de l'estudi.
- Determinar si l'alumnat participant de l'estudi, és capaç de diferenciar entre aigua potable, aigua no tractada i aigua no contaminada i quan van a la font, saber si la poden consumir o no.
- Identificar els fluxos i els magatzems del cicle de l'aigua que l'alumnat participant té en compte quan explica la procedència de l'aigua d'una font.
- Determinar els principals agents contaminants que l'alumnat participant identifica per explicar la contaminació de les fonts.

- Determinar l'habilitat que té l'alumnat participant per interpretar resultats provinents de tècniques analítiques simples per identificar quan una aigua és o no és apta per al consum.
- Descriure les principals solucions aportades per l'alumnat participant per tal de resoldre el problema de la contaminació de l'aigua de les fonts.

3.6.2 Metodologia de l'estudi

Per tal de poder donar resposta als objectius plantejats, s'ha dissenyat un qüestionari per avaluar el coneixement que tenen els alumnes d'unes escoles seleccionades, de l'aigua de les fonts, la seva contaminació i el seu consum amb el suport del Grup de Recerca d'Ecologia Aquàtica i el Grup de Recerca Coneixement i Didàctica (CODI) de la Universitat de Vic, Universitat Central de Catalunya..

El procés de recollida de dades va tenir lloc en tres fases consecutives que es van iniciar al darrer trimestre del 2018 i es va allargar fins al segon trimestre del 2019.

a) Elaboració del qüestionari.

L'elaboració del qüestionari va tenir lloc durant l'últim trimestre del 2018 a partir d'un procés de reflexió conjunt entre l'autor de la tesi, els directors de la tesi i investigadors de l'àrea. Amb l'objectiu que el qüestionari no només fos comprensible pel grup d'edat al qual anava dirigit, sinó que també fos útil per recollir les dades necessàries per assolir els objectius proposats.

En primer lloc, l'autor de la tesi i els directors de tesi van elaborar una primera versió del qüestionar segons estudis de Castelltort i Márquez. [103], [96]. Castelltort va evidenciar el valor educatiu de la relació entre l'escola, la comunitat i el territori [103], i com les activitats i recursos que s'ofereixen a les escoles tenen un efecte en l'aprenentatge de l'alumnat, identificant les condicions i les activitats que facilitin una assimilació més significativa sobre la qüestió de la qualitat de l'aigua des d'una mirada científica i ambiental. Amb això, les preguntes de la recerca són bàsicament semblants a les que es va plantejar en la seva tesi.

L'estudi de Márquez [96], ha servit per plantejar la pregunta de quin és l'origen de l'aigua de la font i per l'avaluació dels esquemes dibuixats i la seva interpretació, partint d'una de les conclusions del seu treball de la dificultat que tenen els escolars, per descriure la circulació subterrània, fonamental per entendre la procedència l'aigua que surt per la font.

Aquesta primera versió del qüestionari va ser revisada per investigadors del grup de recerca CODI i professorat de primària i secundària que solen col·laborar en el grup. A partir d'aquesta revisió es van incorporar un seguit de canvis, sobretot, en relació al redactat de les preguntes. A continuació, es va agafar una mostra petita d'infants de 5è d'educació primària perquè responguessin les preguntes per acabar-ne d'ajustar la redacció.

b) Contacte amb les escoles participants.

Al primer trimestre de 2019, s'estableix un contacte amb la direcció de l'escola i es concerta una entrevista amb els mestres dels alumnes de cicle superior de primària, per explicar en que consisteix el qüestionari i concretar les seves tasques durant el desenvolupament. En concret les instruccions que es donen són de fer una breu explicació al grup classe, l'espai de temps de més o menys una hora per respondre les preguntes i un cop acabat, que es recollirà a la secretaria de l'escola.

c) Resposta del qüestionari.

Al segon trimestre de 2019, es distribueixen els qüestionaris perquè els escolars ho responguin el dia que el mestre ho cregui convenient. Paral·lelament es dona al professor, un full amb informacions sobre el qüestionari on es presenta la recerca i els seus aspectes ètics, la descripció de cada una de les 6 preguntes amb els objectius concrets de l'estudi i les instruccions per passar el qüestionari, presentant l'objectiu de l'estudi, llegint les preguntes, deixant que els infants escriguin el que vulguin i controlant el temps de més o menys una hora.

També s'entrega un qüestionari, per emplenar el professorat, coordinadors del cicle, que té com a objectiu conèixer una mica millor l'escola per tal de poder contextualitzar els resultats dels qüestionaris dels alumnes. En aquest qüestionari pel professorat només han d'indicar: en quins programes i projectes d'educació ambiental i per a la sostenibilitat participa l'escola i en quin cicle, quines temàtiques ambientals treballen, si s'estudia el cicle de l'aigua i com ho fan i si es fan activitats relacionades amb les fonts, la seva

aigua i la seva contaminació per nitrats. En alguna de les escoles l'autor de la tesi hi ha estat present per possibles preguntes amb la presència del seu mestre.

Finalment, es dóna un full de consentiment informat als pares de tots els escolars participants, en què s'especifica que tota la informació recollida en aquesta enquesta serà privada i confidencial i que cap participant podrà ser identificat a través del nom en els productes que sorgeixin d'aquesta recerca. El nom del centre educatiu tampoc es farà públic i només se situarà geogràficament, s'indicarà si és centre públic o concertat, la seva participació en programes i projectes d'educació ambiental i de qualitat de l'aigua, i si és una escola d'entorn rural o urbà. Per tant, durant el procés i ús del qüestionari, es garanteix l'anonimat dels infants i de l'escola.

3.6.3 Escoles participants

Per fer l'estudi s'han escollit centres de titularitat pública de diferents zones de la comarca d'Osona de municipis de menys de 15.000 habitants. Evitant així les dues poblacions més urbanes, Vic i Manlleu, que podrien generar un biaix en els resultats. Concretament, s'han agafat escoles de la zona de la Vall del Ges-Bisaura, del Montseny-Guilleries, de la Plana de Vic i d'Osona Sud. Les escoles de la zona del Lluçanès es deixen sense representació perquè geogràficament queda separada de les zones anteriors on hi ha les fonts més contaminades i les menys contaminades.

La participació en projectes i programes d'educació ambiental de les escoles seleccionades és variable, tal com es pot veure a la

Taula 3-I. Algunes escoles participen a més de 5 projectes i programes, mentre que d'altres no participen en cap.

A continuació es fa una breu descripció de les característiques més essencials de cada escola.

Escola 1. Escola situada a un municipi del Parc Natural del Montseny. Han respost el qüestionari 8 alumnes, de 5è d'educació primària, d'edat 10-11 anys. Han treballat el cicle de l'aigua. Participen al Projecte defontenfont, però no han fet la pràctica de l'anàlisi de l'aigua de la font. Participen al Projecte Rius, Montseny a l'escola, Viu el Parc i han fet tast i anàlisi amb tires reactives d'aigua a la font.

Escola 2. Escola en municipi del nord de la comarca, a la Vall del Ges. Hi han participat 42 alumnes de 5è. d'educació primària, d'edat 10-11 anys. Han treballat el cicle natural de l'aigua, les diferents notícies que surten en diaris locals i vídeos, referents a la contaminació per nitrats de l'aigua de les fonts. Participen al Projecte defontenfont, seguint tot el que requereix el Projecte menys la pràctica de l'anàlisi de l'aigua de la font. Segueixen i interpreten les dades dels valors de nitrats i estat de les fonts, que anualment actualitza del Grup de Defensa del Ter (GDT). Han visitat l'exposició de l'Associació d'Estudis Torellonencs (ADET) que s'ha fet de les fonts del municipi a l'any 2019, on s'expliquen les característiques i la història de cada una d'elles i la qualitat de l'aigua que hi surt. També participen al Projecte Rius.

Escola 3. Escola situada en municipi de la Vall del Ges. Han respost el qüestionari 15 alumnes de 6è. d'educació primària, d'edat 11-12 anys. Participen al Projecte defontenfont i han fet la pràctica a l'aula de l'anàlisi de l'aigua de la font. Aquests van participar a 5è d'educació primària.

Escola 4. Escola situada en municipi del centre de la Plana de Vic. Han respost el qüestionari 27 alumnes de 5è d'educació primària, d'edat 10-11 anys. Han treballat el cicle de l'aigua.

Escola 5. Escola situada en municipi del sector oriental de la comarca, amb part del municipi entre la Plana de Vic i les Guilleries. Han respost el qüestionari 40 alumnes de 5è d'educació primària, d'edat 10-11 anys. Fan un projecte sobre l'aigua a 5è (Cicle Superior) i a Cicle Inicial també en fan un relacionat amb la descoberta de les fonts del poble. El de 5è, s'anomena "El camí de l'aigua", explicat a apartat 3.3, dura tot el curs i barreja ciències naturals i socials. Compten amb la col·laboració del "Projecte rius", explicada anteriorment i "Let's clean up Europe", acció comuna a tot Europa per conscienciar sobre la quantitat de residus que llencem de forma incontrolada a la natura i promoure accions de sensibilització a través de la recollida d'aquests residus abocats il·legalment als boscos, platges, marges de rius, etc.

Escola 6. Escola situada en municipi del sector sud oriental de la comarca, prop al Massís del Montseny. Han respost el qüestionari 11 alumnes de 5è d'educació primària, d'edat 10-11 anys. No participen en cap programa relacionat amb l'aigua.

Taula 3-I. Participació en projectes, programes i activitats d'educació ambiental i relacionats amb l'aigua de les escoles seleccionades. (n= nombre d'alumnes participants).

Font: pròpia.

Escola	Ubicació	defont enfont	Viu el Parc	Projecte rius	Cicle de l'aigua	Tast d'aigües	Exposició fonts ADET	Camí de l'aigua	Web GDT
Escola 1 n= 8	PN Montseny	X	X		X	X			
Escola 2 n= 42	Vall del Ges	X		X	X		X		X
Escola 3 n= 15	Vall del Ges	X							
Escola 4 n= 27	Centre Plana de Vic				X				
Escola 5 n= 40	Plana de Vic – Guillerries			X	X			X	
Escola 6 n= 11	Sud Plana de Vic								

3.6.4 Disseny i objectius del qüestionari

Les preguntes del qüestionari s'han enfocat per avaluar, el que saben les nenes i nens, en 6 conceptes de l'aigua de les fonts i de consum, d'acord amb els objectius indicats a 3.6.1.

- Coneixement físic de fonts, activitats que hi van a fer, consum d'aigua de la font i projectes de les fonts en que han participat i recorden.
- Qualitat de les diferents aigües de consum. Aigua d'aixeta, aigua embotellada, aigua de font amb rètol “no potable” i aigua de font no tractada.

- Cicle de l'aigua i procedència de l'aigua de la font [96].
- Contaminats de l'aigua, en grups genèrics: plàstics, residus i escombraries prop de la font, aigües residuals domèstiques i ramaderes, agricultura i ramaderia, indústries, moviments de terres i excavacions i automoció i contaminació atmosfèrica.
- Anàlisi bàsic de l'aigua de la font per conèixer la seva qualitat.
- Propostes de millora i decisions relatives a la contaminació de l'aigua, agrupats en 4 grups genèrics: protecció de la qualitat de l'aigua de la font (potabilitzadores a la font, anàlisi setmanal de l'aigua), protecció de l'entorn de la font (posar contenidors per deixalles i papers, cuidar l'entorn), mesures agroramaderes (controlar els purins i fems aplicats al camp, depuradores a les granges i cases de pagès) i control de les indústries i contaminació atmosfèrica (control abocaments de les fàbriques).

Finalment, les preguntes que van acabar constituint el qüestionari han estat aquestes.

1. A l'escola ha arribat la Marta una nena nova que ve d'una altra comarca i que està molt interessada en conèixer la població de l'alumne que respon el qüestionari. L'hi fa les següents preguntes:

La Marta demana si coneixes fonts de la vora. Fes un llistat de les fonts que coneixes a prop d'on vius.

La Marta també et pregunta si amb la família aneu sovint a alguna font i què hi aneu a fer. Què li contestaries?

Un dia la Marta t'explica que a la seva antiga escola havien fet diversos projectes de les fonts. A continuació explica activitats que has fet a l'escola relacionades amb les fonts.

2. A l'hora del pati, alguns nens porten aigua embotellada i d'altres beuen aigua de l'aixeta. I quan van d'excursió a una font hi poden trobar diferents rètols, segons la Figura 3-12.

Per cada tipus d'aigua indica si en beuries sense problemes, si en beuries però no cada dia o si no en beuries mai. Explica perquè has escollit aquesta resposta.



Figura 3-12. Tipus de simbologia i envasos que informen del tipus d'aigua en bevable o no. Font: pròpia.

3. En una excursió que feu a la muntanya us pareu a descansar al costat d'una font. Un teu amic et diu que mai no ha entès com és que pot sortir aigua de la font.

Per ajudar a que el teu amic ho entengui, utilitza les vinyetes que et facin falta per explicar quin és el camí que fa una gota d'aigua des que es forma fins que surt per la font de la muntanya. Descriu breument què passa a cada vinyeta.

4. A la mateixa excursió, passeu per quatre fonts. Tu vas agafant aigua de les fonts i les vas posant en ampolles de plàstic. Et diuen que aquella aigua no és potable i que està contaminada. Tu et preguntes com es deu haver contaminat la font. Fes una llista de totes aquelles activitats humanes que creus que poden haver contaminat la font. .

5. Al llarg de l'excursió has recollit aigua de les quatre fonts que heu trobat pel camí. Tres de les fonts tenien el cartell d'aigua no potable. Però com que les has posat en quatre ampolles d'aigua iguals, ara no saps quina aigua és contaminada i quina no ho és. Has portat l'aigua a l'escola i heu fet alguns experiments per veure quina de les aigües estan contaminades. Els alumnes que han participat al Projecte defontenfont han fet la pràctica a l'aula de l'escola. Tot el material necessari, tires de pH, conductímetre, tires de nitrats i utillatge per determinar indicadors microbiològics, l'he portat jo mateix. Per facilitar les respostes dels alumnes de les escoles que no han fet la pràctica, s'ha plantejat com un problema i es donen les anàlisis realitzades i els valors adients per a una aigua apta per al consum. Els experiments fets són els següents, des de la Figura 3-13 fins la Figura 3-16.

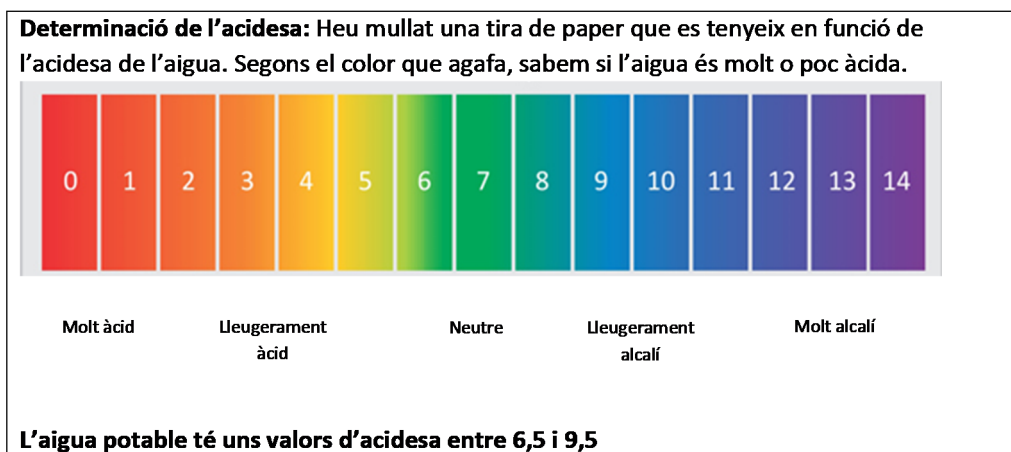


Figura 3-13 Escala de colors per determinar el pH de l'aigua de la font. Font: pròpia.

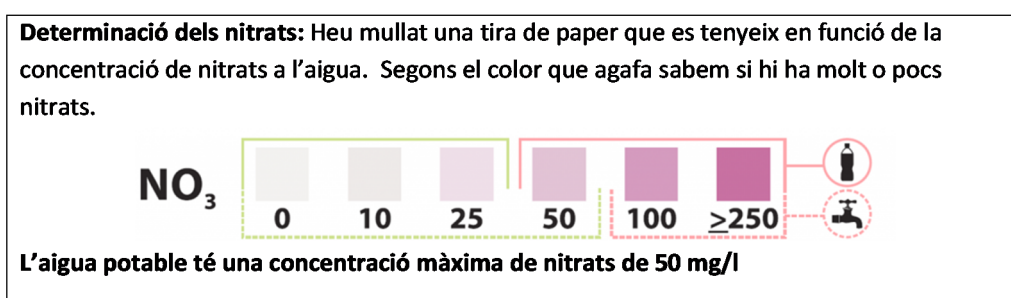


Figura 3-14 Escala de colors per determinar la concentració de nitrats de l'aigua. Font: pròpia.

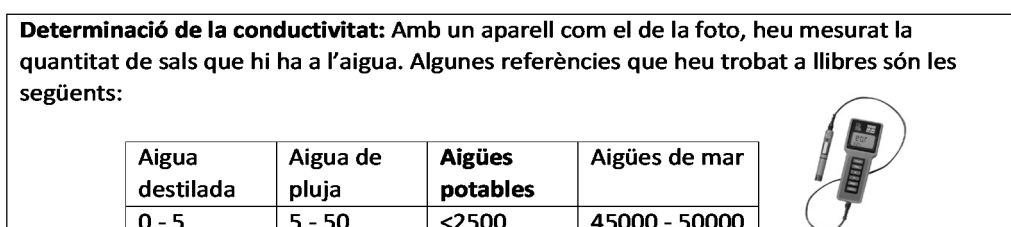


Figura 3-15 Referències de valors de conductivitat de diferents tipus d'aigua. Font: pròpia.

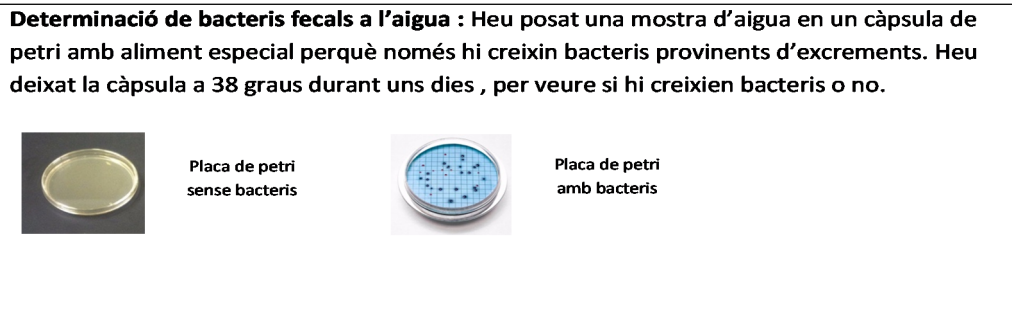
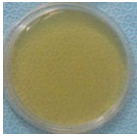
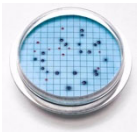
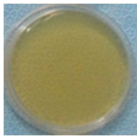
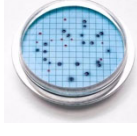


Figura 3-16 Placa de petri sense bacteris i placa de petri amb bacteris d'origen fecal per veure i comparar si hi ha creixement de bacteris a la placa de petri amb la mostra. Font: pròpia.

La determinació bacteriològica es fa en el laboratori particular. L'escola recull l'aigua i la porta en un envàs estèril per a l'anàlisi. Al laboratori es fa la sembra segons el mètode de filtració per membrana, Norma ISO 9008:2014 i explicat als paràmetres indicadors microbiològics del Projecte defontenfont. Els resultats s'interpreten a la pròpia escola i s'han obtingut els següents, detallats a la Taula 3-II.

Taula 3-II. Resultats dels colors obtinguts amb les tires reactives de pH i nitrats, valors de conductivitat trobats i creixement o no, de colònies a les plaques de petri, de cada una de les mostres d'aigua. Font: pròpia.

	Ampolla 1	Ampolla 2	Ampolla 3	Ampolla 4
Acidesa				
Nitrats				

Conductivitat	1000	2000	500	1500
Bacteris				

Marca quina de les següents ampolles té aigua potable i, per tant, no està contaminada. Justifica breument perquè creus que les altres tres ampolles són de fonts contaminades

6. A l'escola comentes als teus companys de classe que a l'excursió que has fet, has vist moltes fonts contaminades. Amb els companys de classe heu decidit que fareu una carta a l'alcalde del poble amb propostes per millorar la qualitat de l'aigua de les fonts. Quines 3 propostes escriuries en aquesta carta?

3.6.5 Objectius de les preguntes, per avaluar els coneixements dels escolars

Pregunta 1. Determinar el coneixement, localització i l'ús les fonts del poble. Si hi van a beure aigua, considerant que la majoria de fonts urbanes dins del nucli estan connectades a la xarxa d'aigua pública. Conèixer si recorden en quins projectes de l'escola, han participat, relacionats amb les fonts i l'aigua. A l'apartat de les escoles participants,

ja s'explica quins projectes, estudis i visites han fet cada una d'elles. El fet de que sigui més o menys recent l'activitat, interès, implicació i durada, pot tenir molta incidència en la resposta.

Pregunta 2. Identificar quin tipus d'aigua consumeixen habitualment i quan troben una font quina no es pot consumir en funció del rètol que hi ha.

Pregunta 3. Entendre perquè surt aigua d'una font, d'on pot venir aquesta aigua i incloure-la en el cicle natural de l'aigua.

Pregunta 4. Entendre perquè l'aigua d'una font es pot contaminar a partir dels residus superficials i les activitats humanes que hi ha al seu entorn més proper o llunyà.

Pregunta 5. Aprendre tècniques analítiques simples per identificar quan una aigua és o no és apta per al consum. Entendre la mineralització de l'aigua i l'entrada de contaminants freqüents com els nitrats i els microorganismes patògens.

Pregunta 6. Conèixer la capacitat de l'alumne per trobar solucions al problema de la contaminació de l'aigua de les fonts.

3.6.6 Limitacions de les preguntes

Al valorar les respostes donades pels alumnes participants a l'enquesta, s'ha observat que l'ambigüïtat d'alguna de les preguntes, ha donat lloc a resultats poc precisos i que poden tenir més d'una interpretació. En l'avaluació s'ha tingut en compte.

Pregunta 1. Quan es demana a l'alumne que anomeni fonts, no s'especifica si han de ser fonts naturals o connectada a l'aigua de la xarxa pública municipal. Aquest fet, pot crear confusió al descriure la procedència de l'aigua de la font.

Pregunta 2. Pot haver-hi confusió a l'explicar si beuen aigua d'aixeta o ampolla. A l'edat dels nens i nenes enquestats, és la família la que decideix el tipus d'aigua de beguda. Llavors la resposta escrita ha d'estar associada a l'àmbit familiar i separar-ho de l'àmbit escolar

Pregunta 3. L'objectiu és que dibuixin la procedència de l'aigua de la font en el conjunt del cicle natural de l'aigua, considerant sobretot l'entrada a circulació i magatzems subterranis. Hi ha qui pot entendre que només cal dibuixar el recorregut des de que precipita fins que surt per la font i sense tenir present el cicle sencer. Pot ser, també que dibuixin l'arribada de l'aigua d'una font del poble, connectada a la xarxa pública municipal i que col·loquin la potabilitzadora dins d'aquest cicle.

Pregunta 5. Pot haver-hi diferències significatives entre les escoles que han fet la pràctica a l'aula del projecte defontenfont, i les que no l'han fet. Aquests poden respondre la pregunta com un problema i no entendre realment el significat de cada una de les tècniques utilitzades per determinar la potabilitat de l'aigua de la font. S'hauria de reformular la pregunta o només fer-la a les escoles que han realitzat la pràctica a l'aula del projecte defontenfont .

3.6.7 Resultats

3.6.7.1 Avaluació en conjunt de totes les escoles

S'avalua el conjunt de les escoles participants i per pregunta, per cercar diferències entre elles, per la situació geogràfica de l'escola i en funció dels programes que participen i les activitats realitzades relacionades amb l'aigua.

PREGUNTA 1.A. Coneixement de les fonts del poble

Tal i com es pot veure a la Figura 3-17, els alumnes de l'escola 1 són els que són capaços d'anomenar més fonts naturals del municipi, un 87,5% han estat en més de 5 fonts naturals. Més d'un 60,0% d'alumnes de les escoles 2, 3 i 5 al menys han identificat, al menys, una font natural. Més d'un 40,0% d'alumnes de les escoles 2, 4 i 6 coneixen més de una font urbana. Del total d'alumnes de totes les escoles, un 64% sap anomenar al menys, una font natural i un 38,3%, al menys una font urbana. Un 15,2% dels alumnes no saben anomenar cap font.

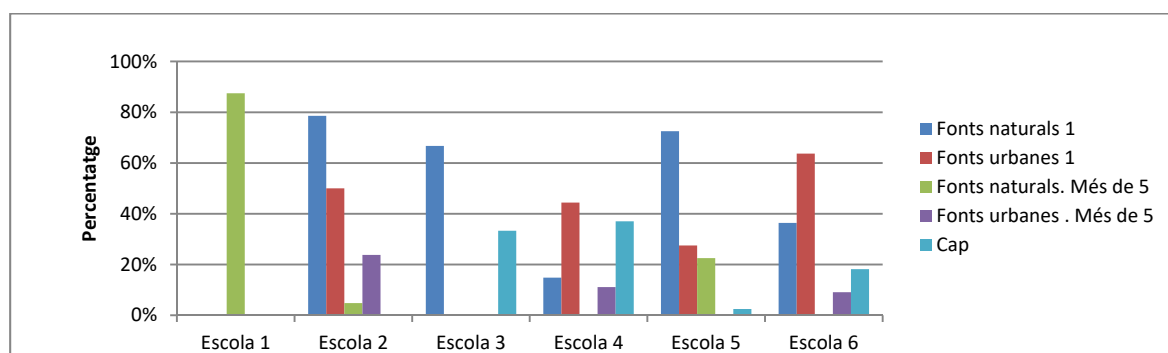


Figura 3-17 Nombre de fonts naturals i urbanes que anomenen els alumnes. Al menys una i més de cinc. Font: pròpia.

Segurament, aquestes diferències tan grans entra l'escola 1 i la resta, està relacionat amb l'entorn. L'escola 1 es troba al Parc Natural del Montseny amb un gran nombre de fonts, de fàcil accés i properes al nucli de població. A més a més, moltes d'elles, sense cap tipus de contaminació a les aigües.

En canvi, tant les escoles de la Vall del Ges (2 i 3), com l'escola 5, situada entre la Plana i les Guilleries, mantenen uns índex de coneixement semblants.

PREGUNTA 1.B. Activitats que hi van a fer a la font

Tal com es pot veure a la Figura 3-18, pocs nens i nenes van a la font a beure aigua, només l'escola 1 i l'escola 5 tenen un percentatge superior al 20%. L'escola 6 està per sota del 10%, però un 27% hi va a buscar aigua, i la resta per sota del 5%. Veiem, però, que l'activitat que ha fet acostar més a les nenes i els nens a les fonts és l'excursionisme amb la família, els amics o l'escola, en total un 29,2%. A berenar o pícnic un 20,3%. Si considerem el fet de beure aigua o, a buscar aigua, el mateix, un 24,1% del total d'alumnes de les escoles, consumeixen aigua de font. No s'ha especificat si la font era rural o urbana. No hi van mai a fer cap activitat, un 42,1% dels nens i nenes del total d'escoles.

Aquests resultats poden explicar-se segurament per la distribució geogràfica. Aquests centres es troben més a prop de l'àrea del Montseny i de les Guilleries, on hi ha menys fonts contaminades per nitrats i hi ha més confiança en l'aigua de les fonts. En canvi, on coincideixen els índex més alts de contaminació, els escolars tenen menys tendència a consumir aigua de la font.

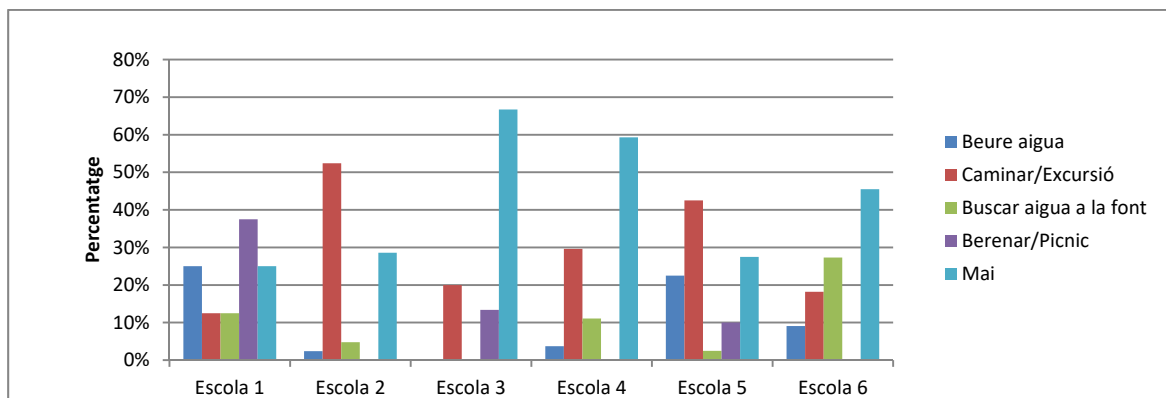


Figura 3-18 Activitats que els alumnes realitzen a la font. Font: pròpia.

PREGUNTA 1.C. Projectes relacionats amb l'aigua, que recorden els alumnes, que han fet a l'escola.

Tal i com es pot veure a la Taula 3-III, sobresurt l'escola 1, on el 100% dels alumnes esmenten que han fet tast i anàlisi d'aigua. El 100% dels alumnes de l'escola 3, fan referència al Projecte defontenfont. Els escolars de l'escola 2, un 67% recorden la visita a l'exposició de fonts de l'ADET (Associació d'Estudis Torellonencs), i més d'un 30% esmenten notícies i vídeos de fonts i el projecte de l'aigua i el seu cicle natural. A l'escola 5, el 62% recorden l'activitat "Descobrir la font" i un 45% la visita a les fonts del municipi. A l'escola 6, no en recorden cap.

Taula 3-III Percentatge d'alumnes que recorden els projectes i activitats fets a l'escola relacionats amb l'aigua. Si no hi ha valor cap alumne ho recorda. Font: pròpia.

Projecte fonts	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola 4	Escola 5	Escola 6
Cicle de l'aigua				22,2%		
Notícies sobre fonts		35,7%				
Vídeos contaminació aigua fonts		38,0%				
Projecte de l'aigua		31,0%				
Tast d'aigües i anàlisi	100,0%					

Projecte fonts	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola 4	Escola 5	Escola 6
Projecte defontenfont			100,0%			
Exposició fonts ADET		66,7%				
Visitar fonts entorn municipi					45,0%	
Descobrir la font. Camí de l'aigua					62,5%	
Cap						100,0%

PREGUNTA 2.A. Conèixer si normalment beurien aigua de l'aixeta o d'ampolla i com interpreten els rètols que poden trobar a les fonts.

Com queda representat a la Figura 3-19, a l'escola 1 el 88% dels alumnes beurien aigua de l'aixeta sense problemes, i a la resta d'escoles no arriben al 50% les nenes i nens que en beurien. Majoritàriament, diuen que d'aigua de l'aixeta no en beurien cada dia, i les causes descrites són, degut al mal gust, que porta nitrats, que no saben segur si és potable i no és molt saludable, que està poc desinfectada i conté Giàrdies (dit pel metge) i que no saben si està ben tractada. Hi ha un petit percentatge, inferior al 10%, que no en prendrien mai, perquè té mal gust i no saben si és potable. L'aigua embotellada, a totes les escoles, menys l'escola 1, en beurien sense problemes més del 90% dels alumnes, i el percentatge restant, no en beurien cada dia. A l'escola 1, el 88% en beurien sense problemes, i hi ha el cas d'algun alumne que diu que no en prendria mai, perquè el plàstic no es desintegra. Observant les dues gràfiques, aigua de l'aixeta i aigua embotellada, és significativa la diferència en percentatges de consum sense problemes d'aigua de l'aixeta i aigua embotellada.

Aquests resultats porten a pensar que majoritàriament el consum que es fa d'aigua per beure és embotellada. Aquest fet es pot vincular amb la localització geogràfica de l'escola i la contaminació per nitrats de l'aigua de les fonts del municipi on resideixen els alumnes.

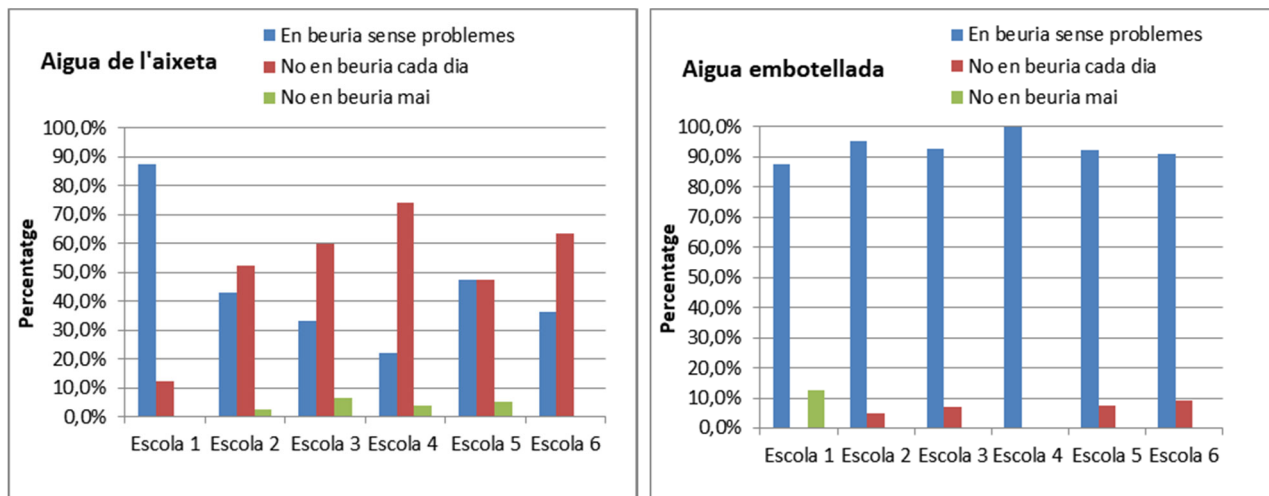


Figura 3-19 Percentatges de consum per escola, d'aigua de beguda: aigua de l'aixeta i aigua embotellada. Font: pròpia.

PREGUNTA 2.B. Saber si beurien aigua d'una font amb el cartell d'aigua no potable.

Segons s'observa a la Figura 3-20, gairebé el 100% de l'alumnat responen que no en beurien mai, tot i que a l'escola 1 hi ha dos alumnes que en beurien sense problemes o no en beurien cada dia, perquè no els ha fet mai mal o només en cas d'emergència. L'escola 1 esta situada en municipi del Parc Natural del Montseny i segurament el fet de consumir més aigua de font, segons pregunta 1B, pot fer que no es faci massa cas dels rètols si l'han consumida altres vegades i no els ha passat res.

PREGUNTA 2.C. Saber si beurien aigua d'una font, quan el rètol és d'aigua no tractada.

Segons s'observa a Figura 3-20, un 5,2% del total d'alumnes, diuen que en beurien sense problemes, en cas d'emergència o perquè no els ha fet mai mal quan n'han begut d'una font amb aquest rètol. Un 21,7% no en prendrien cada

dia, perquè no diu si és bona o dolenta, o mirarien si hi ha camps de conreu o bestiar vora la font. Un 72,9% escriuen que no en beurien mai.

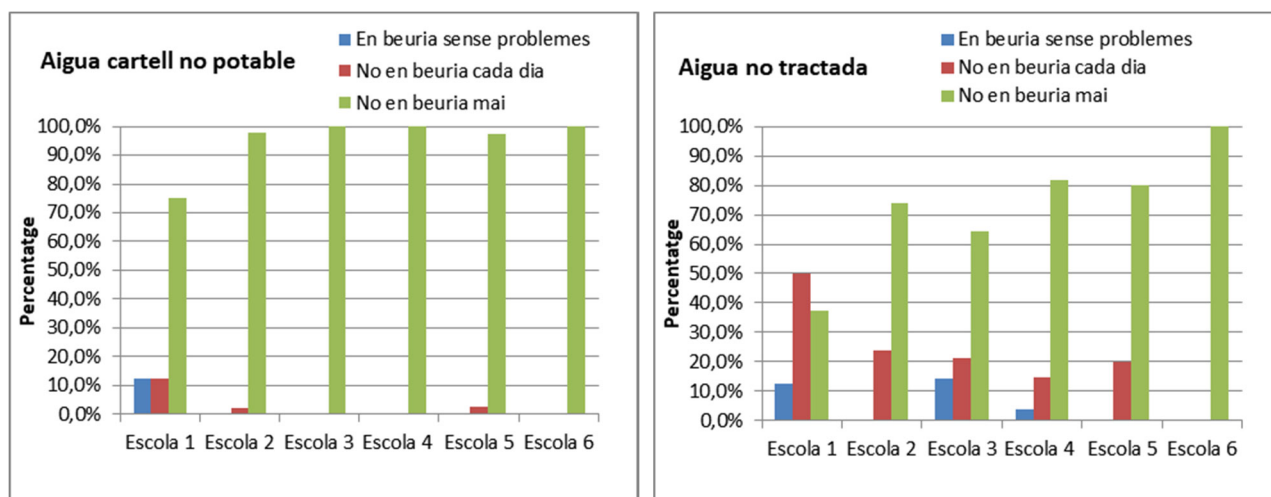


Figura 3-20 Percentatges de consum d'aigua de font amb cartell no potable i amb cartell aigua no tractada. Font: pròpia.

PREGUNTA 3. La finalitat d'aquesta pregunta és entendre perquè surt aigua d'una font, d'on pot venir aquesta aigua i incloure-la en el cicle natural de l'aigua.

A partir de l'explicació del cicle de l'aigua, comprendre com arriba l'aigua a la font, col·locant la gota d'aigua a cada un dels magatzems, mar, núvols, rius o llacs i aqüífers, i el moviment que fa aquesta gota d'aigua, components dinàmics, evaporació, circulació atmosfèrica, transpiració, precipitació, circulació superficial i/o subterrània e infiltració, segons l'explicat per Márquez, 2007

Segons es pot veure a les Taula 3-IV, Taula 3-V i Figura 3-21 i Figura 3-22, els alumnes de les escoles 1 i 2 són els que enumeren més magatzems i components dinàmics, i en més del 87,5% dels casos, expliquen el cicle sencer, des del mar

a la font, excepte la transpiració i la circulació atmosfèrica, segons es pot veure als exemples de la Figura 5-1 i Figura 5-2. A les escoles 3 i 6 més del 50,0% dibuixen el cicle sencer des del mar però pocs mencionen la circulació subterrània, un 13,3% màxim, segons es pot veure a la Figura 5-3 i Figura 5-4 on hi ha un exemple del dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 3 i d'un alumne de l'escola 6. L'escola 5 expliquen els components dinàmics de la precipitació a la font, més del 60,0% dels alumnes, però menys del 55,0% els magatzems. A l'escola 6 fins a un 63,0 % dibuixen els magatzems i els components dinàmics, excepte la circulació subterrània i l'aquífer que només ho expliquen el 9,1% més dibuixats són la precipitació, L'evaporació des del mar o riu, l'expliquen el 15% a l'escola 4, el 54% a l'escola 6, el 47% a l'escola 3 i el 27% a l'escola 5. Cap dels alumnes de les escoles ha dibuixat el component dinàmic transpiració.

Tal i com s'observa a la Figura 3-23, del total d'alumnes, dibuixen el magatzem núvols el 57,2%, els llacs i rius el 50,9%, l'aquífer el 39,0%, el mar el 46,0% i no contesten un 11,0%. Dels components dinàmics, expliquen l'evaporació el 52,8%, la transpiració, cap alumne, 0%, la circulació atmosfèrica el 4,4%, la precipitació el 78,6%, la circulació superficial el 60,8%, la circulació subterrània el 52,4%, la infiltració el 46,7% i la sortida a la font el 80,5%. Almenys, el 50% d'alumnes dibuixen que hi ha una evaporació del mar o dels rius, es formen els núvols, que l'aigua precipita i per una circulació superficial o subterrània arriba a la font. Els alumnes de les escoles 4, 5 i 6 hi dibuixen la potabilitzadora com a part d'aquest cicle, abans d'arribar a la font. També s'observa a la gràfica de la dreta de la figura 3-22 que un 80% dels escolars enquestats dibuixen que l'aigua de pluja arriba a la font.

Les escoles 1, 2, i 5 que treballen explícitament el cicle de l'aigua són les que identifiquen més magatzems i més components dinàmics. L'escola 4 també el treballen però sense integrar-ho a altres projectes relacionats. No s'ha dibuixat

en cap cas la interrelació aqüífer/ aigua subterrània/riu, per veure que el riu no s'eixuga quan no plou i el propi riu pot alimentar aqüífers propers. No es demanava a la pregunta, però ho podien haver integrat al cicle natural.

Taula 3-IV Magatzems del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. (n= nombre d'alumnes que han participat). Font: pròpia.

Escola	1 (n=8)	2 (n=42)	3 (n=15)	4 (n=27)	5 (n=40)	6 (n=11)	Total
Magatzem	%	%	%	%	%	%	%
Atmosfera núvols	87,5	85,7	53,3	14,8	47,5	54,5	57,2
Zona continental (llacs/rius)	87,5	52,4	6,7	59,3	45,0	54,5	50,9
Zona continental (aquífer)	62,5	92,8	0	14,8	55,0	9,1	39,0
Mar	62,5	42,8	60,0	22,2	25,0	63,6	46,0
Potabilitzadora	0	0	0,0	11,1	30,0	27,3	14,5
No contesta	12,5	0	0	18,5	7,5	27,3	11,0

Taula 3-V Components dinàmics del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. (n= nombre d'alumnes que han participat). Font: pròpia.

Escola	1 (n=8)	2 (n=42)	3 (n=15)	4 (n=27)	5 (n=40)	6 (n=11)	Total
Components dinàmics	%	%	%	%	%	%	%
Evaporació	87,5	85,7	46,7	14,8	27,5	54,5	52,8
Transpiració	0	0	0	0	0	0	0
Precipitació	87,5	100	93,3	44,4	82,5	63,6	78,6
Circulació superficial (riu)	87,5	57,1	80,0	48,1	37,5	54,5	60,8
Circulació subterrània	87,5	100	13,3	44,4	60,0	9,1	52,4
Circulació atmosfèrica	0	0	6,7	7,4	12,5	0	4,4
Infiltració	87,5	100	13,3	22,2	57,5	0	46,7
Font	87,5	100	66,7	77,7	87,5	63,6	80,5

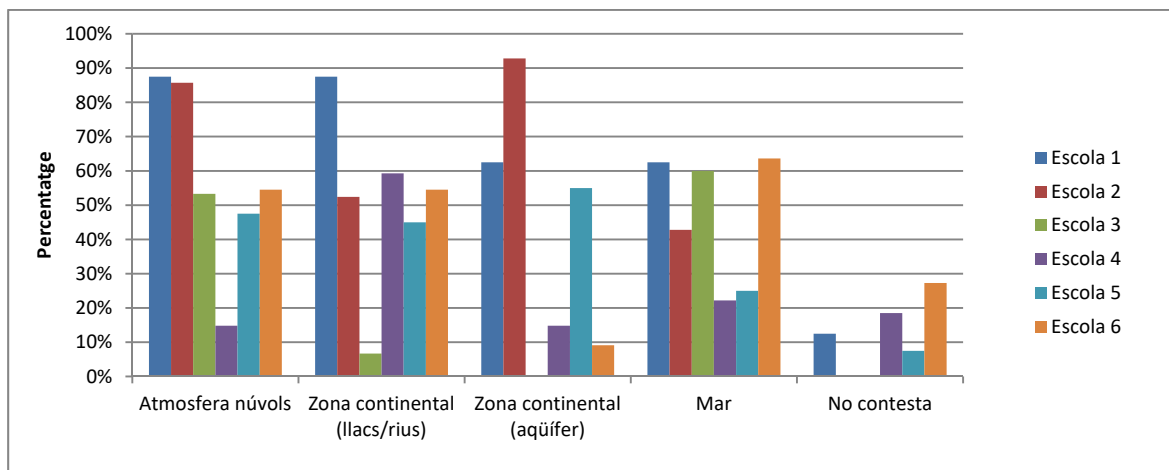


Figura 3-21 Magatzems del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. Font: pròpia.

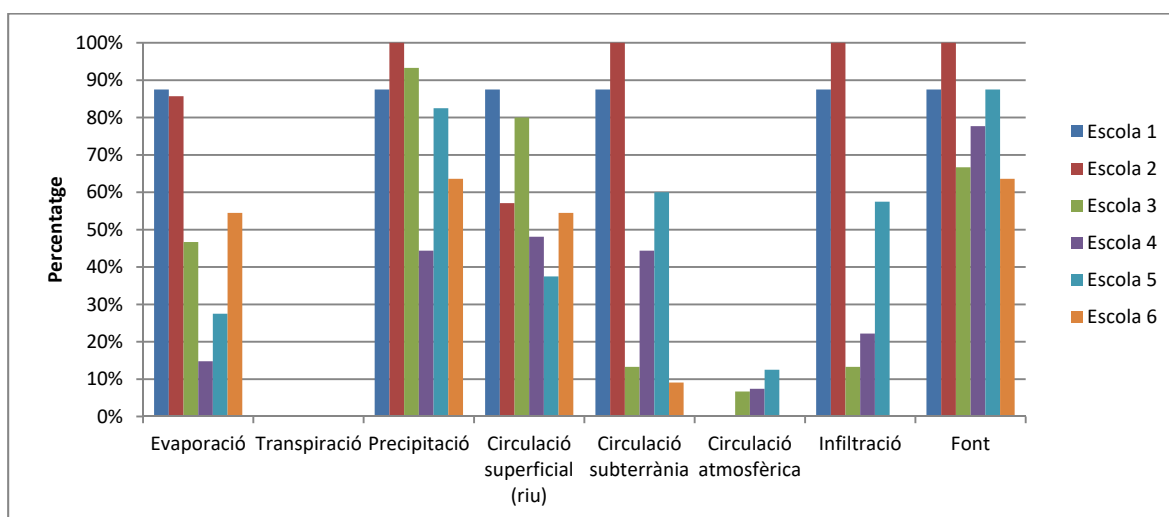


Figura 3-22 Components dinàmics del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats de cada escola. Font: pròpia.

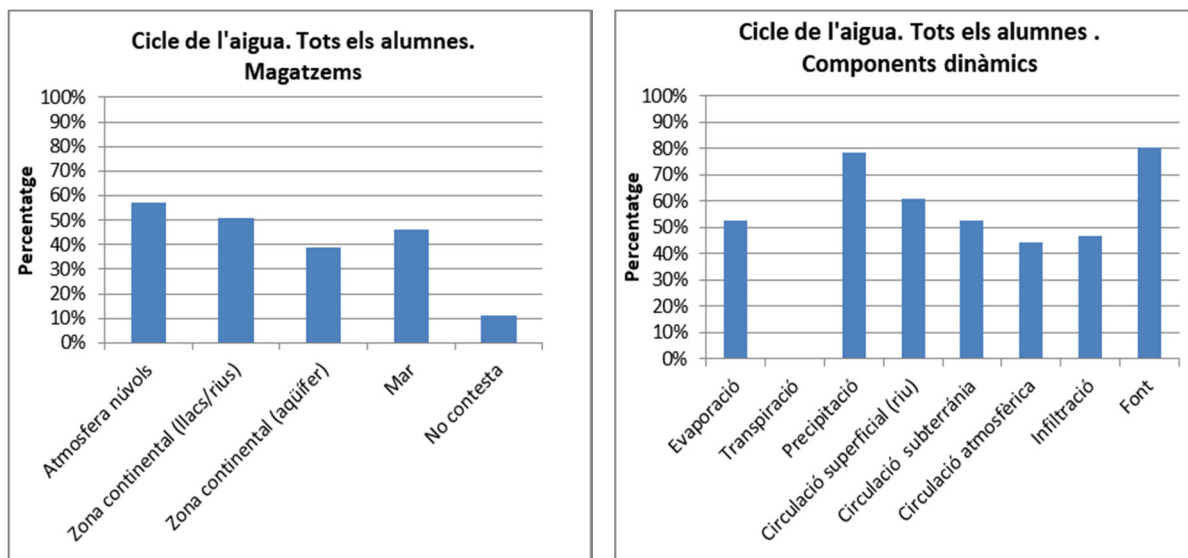


Figura 3-23 Magatzems i components dinàmics del cicle de l'aigua i percentatges dibuixats per tots els alumnes. Font: pròpia.

PREGUNTA 4. El seu objectiu és conèixer si l'alumne comprèn el perquè l'aigua d'una font es pot contaminar a partir dels residus superficials i les activitats humanes que hi ha al seu entorn més proper o llunyà.

Tal i com es pot observar a la Figura 3-24, les activitats que, segons els alumnes, més poden contaminar l'aigua de la font són els plàstics, residus i escombraries que hi ha el seu entorn. És l'activitat contaminant que han respost més majoritàriament, superior al 60%, les escoles 1, 4, 5 i 6. Les escoles 2 i 3, els alumnes que l'anomenen no arriba al 40%. Les aigües residuals domèstiques i ramaderes, procedents de cases de pagès i del bestiar, ho responen un 38% dels alumnes de l'escola 4. L'agricultura i la fertilització dels conreus amb fems i purins i la ramaderia de pastura, ho contesten un 88% a l'escola 2 i 76% a l'escola 3, situades a la Vall del Ges i participants del programa defontenfont. Les fàbriques i les activitats industrials, ho responen només un 5% a l'escola 6 i un 67% a l'escola 2, segurament per el coneixement e importància que ha tingut al municipi la contaminació d'origen industrial, dels seus pous de captació. Els moviments de terres i excavacions ho expliquen un 7% a l'escola

2. I la contaminació de les fonts per la contaminació atmosfèrica i els vehicles ho escriuen un 13% a l'escola 1, un 7% a l'escola 4 i un 31% a l'escola 2.

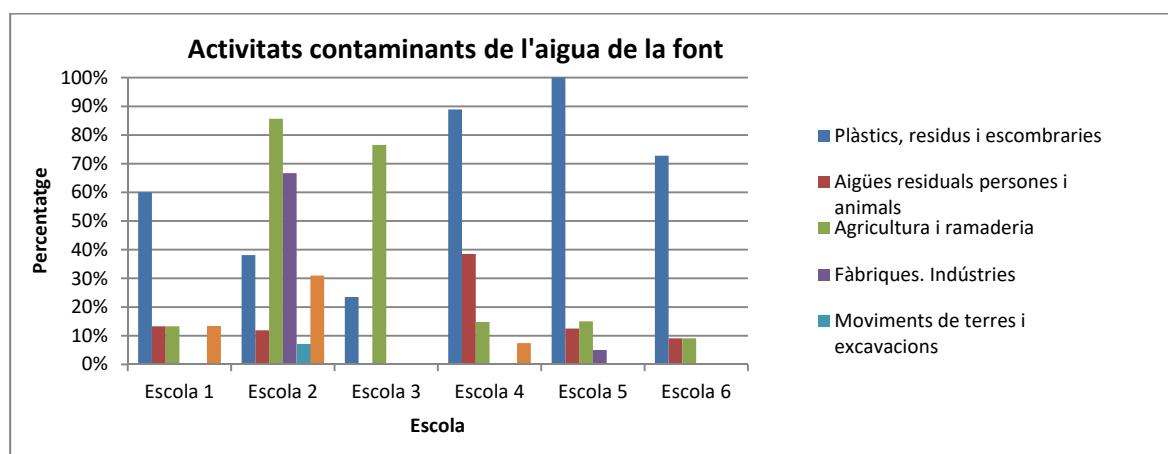


Figura 3-24 Percentatge de respostes de cada una de les possibles activitats contaminants de l'aigua de la font. Font: pròpia.

D'aquestes respostes es pot deduir que el que és més visible per a l'alumne a l'entorn més proper de la font és el que suposa que pot contaminar. Les nenes i els nens relacionen la contaminació amb allò que poden veure, però no amb la part més invisible. Veure contaminants més probables ho consideren els alumnes de les escoles de la Vall del Ges que han treballat explícitament projectes relacionats amb aquell contaminant i ho demostra els nitrats procedents dels purins utilitzats com a fertilitzants ja que més d'un 75% d'alumnes de les escoles 2 i 3, els menciona. També, un 67% d'alumnes del municipi de l'escola 2, menciona com a activitat contaminant, les indústries i fàbriques, ja que un dels pous de captació del municipi té un greu problema de contaminació per dissolvents industrials.

PREGUNTA 5. L'objectiu d'aquesta és aprendre tècniques analítiques simples per identificar quan una aigua és o no és apta per al consum. Entendre la mineralització de l'aigua i l'entrada de contaminants freqüents com els nitrats i els microorganismes patògens. Han portat l'aigua a l'escola i han fet alguns experiments per veure quina de les aigües estan contaminades i a partir dels resultats trobats. La pràctica a l'aula correspon a la del projecte defontenfont.

Segons es pot veure a la Figura 3-25 i a la Figura 3-26, més del 81% dels alumnes han respost correctament que l'ampolla d'aigua apta per al consum era la 3. Però que hi ha bacteris a 2 i 4 i hi ha nitrats a 1 i 2, per tant l'ampolla bona és la 3, només ho responen el 34,3% dels alumnes. D'aquests, majoritàriament de l'escola 2.

Aquesta pregunta és de difícil avaluació, ja que tot i que la majoria l'han respost correctament, no han explicat bé el perquè i segurament és un problema de com està feta la pregunta. El fet de que la majoria d'alumnes no han fet la pràctica a l'aula, no te massa valor els seus resultats i no els considerarem a les interpretacions finals.

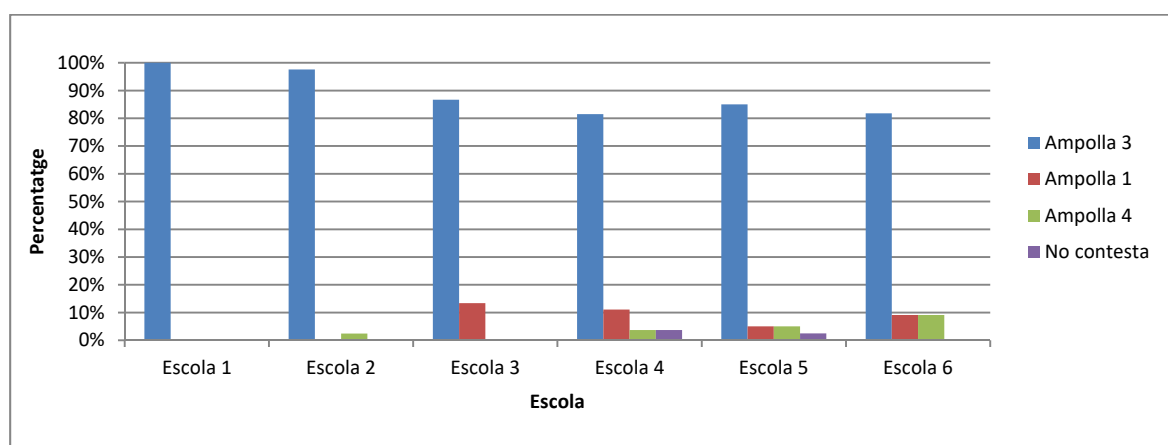


Figura 3-25 Percentatge de respostes de quina és l'aigua apta per a la beguda. Font: pròpia.

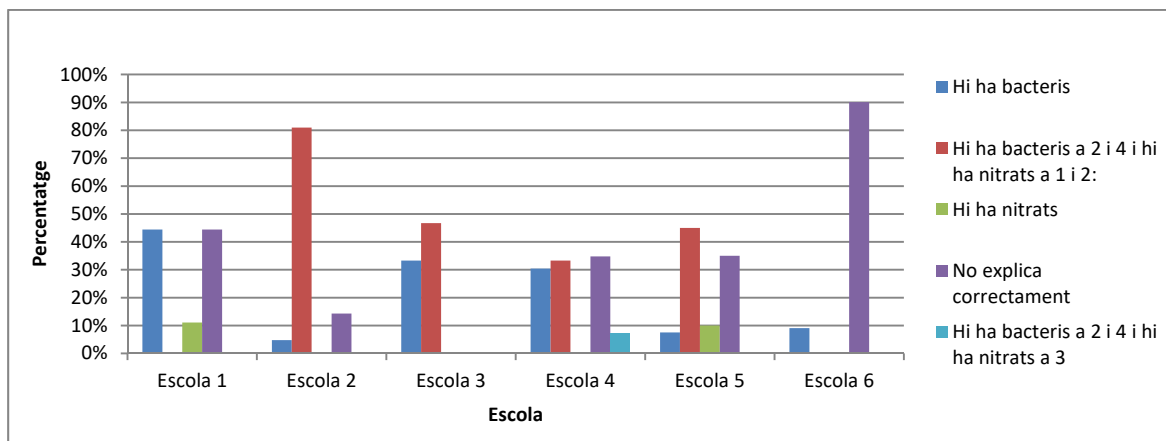


Figura 3-26 Percentatge de respostes de l'ampolla d'aigua bona i el perquè, segons els resultats de la pràctica. Font: pròpia.

PREGUNTA 6. El seu objectiu és conèixer la capacitat de l'alumne per trobar solucions al problema de la contaminació de l'aigua de les fonts.

Els alumnes, una vegada feta l'excursió a la font, han decidit, amb els companys de classe, fer una carta a l'alcalde del poble amb propostes per millorar la qualitat de l'aigua de les fonts. Han escrit 3 propostes cada un.

Tal i com es pot veure a la Figura 3-27, les mesures agroramaderes (controlar els purins i fems aplicats al camp, depuradores a les granges i cases de pagès), ho demanen a l'alcalde, majoritàriament, les escoles 2 i 3, que a la pregunta 4 havien posat les activitats agrícola ramaderes com a contaminants. Un 42,6% d'alumnes de l'escola 2 demanen que es controlin els abocaments industrials, que a la pregunta 4, ja havien escrit les fàbriques com a possibles focus de contaminació. La protecció de l'entorn (no tirar residus i deixalles a terra i el riu, cartells de no tirar deixalles a les fonts i al riu, vigilància que ningú tiri deixalles, posar contenidors per deixalles i papers) i de la qualitat de l'aigua de la font (potabilitzadores a la font, cartells a les fonts que no n'hi ha, cuidar i protegir l'entorn de la font, anàlisi setmanals de l'aigua de fonts i rius, arreglar les fonts), és el que demanen la majoria d'alumnes de les escoles 4, 5 i 6,

d'acord amb el que contesten a la pregunta 4 i que entenen que qualsevol residu sòlid a l'entorn de la font, pot ser un possible contaminant de l'aigua.

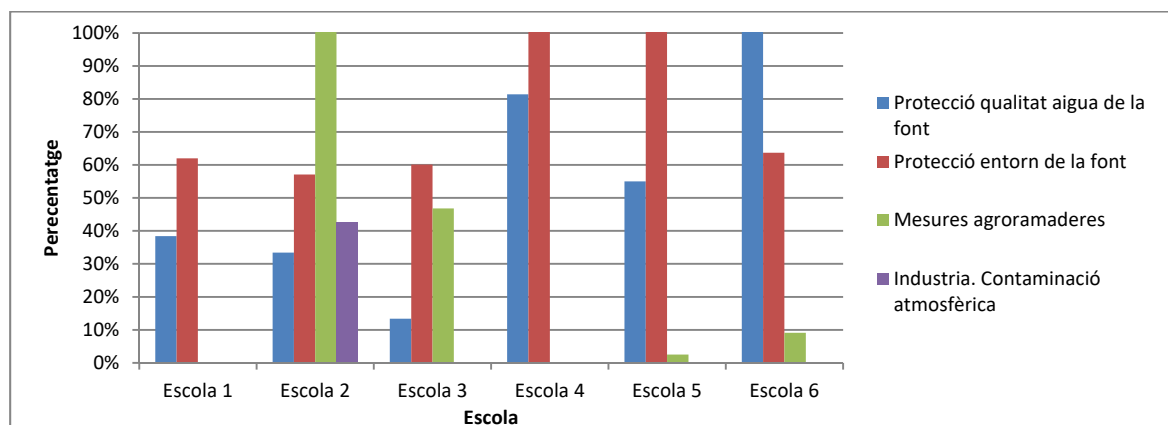


Figura 3-27 Percentatge de propostes adreçades a l'alcalde, per a la millora de la qualitat de l'aigua de la font. Font: pròpia.

3.6.7.2 Avaluació per pregunta i cada una de les escoles

Per cada una de les preguntes del qüestionari es detalla els percentatges del que han respost el conjunt dels escolars de cada una de les escoles, que han respost l'enquesta, per observar el compliment dels objectius indicats al punt 3.6.5 per avaluar els coneixements dels escolars. En algunes d'elles intentar relacionar-ho amb els programes d'educació ambiental vinculats amb l'aigua que participen les escoles.

Tal i com es pot veure a les figures de percentatges de cada una de les escoles en funció dels objectius cercats a les preguntes del qüestionari, es dedueix que:

Segons es pot veure a la Figura 3-28, les escoles 1, 2, 3 i 5 són les que coneixen més fonts naturals. L'escola 1 és la que n'ha visitat més, un 87,5% dels alumnes. Un 64% del total de totes les escoles al menys n'han visitat una.

Un 24,1% del total d'alumnes enquestats van a beure o a buscar aigua a la font. L'escola 1, és la que més en beu, segurament per estar situada en un entorn amb moltes fonts, sense retolar, i la 5 per entendre-ho, en part, com a aigua potabilitzada.

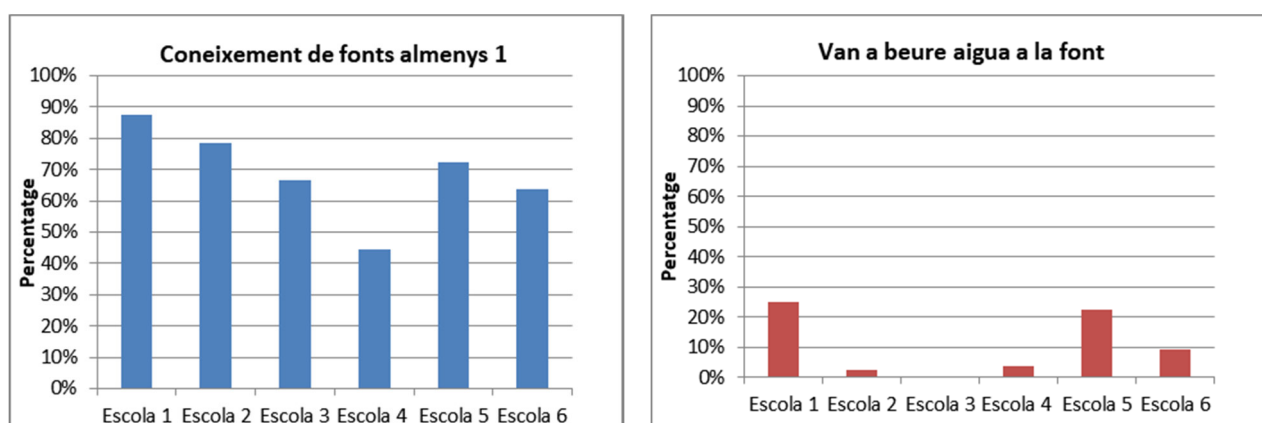


Figura 3-28 Percentatges de cada una de les escoles del coneixement de fonts i que hi van a beure aigua. Font: pròpia.

Segons es pot veure a la Figura 3-29, menys del 50% del total d'alumnes beurien aigua de l'aixeta de la xarxa municipal. A l'escola 1, el 88% d'alumnes en beurien. Aquest fet és inherent als hàbits familiars.

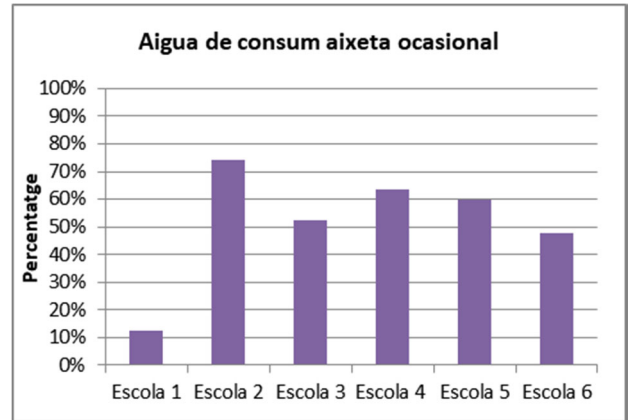
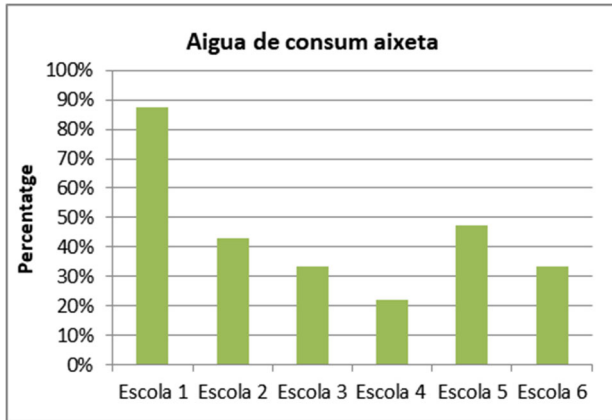


Figura 3-29 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que beurien aigua de l'aixeta. Font: pròpia.

Segons es pot veure a la Figura 3-30, més del 90% d'alumnes beurien aigua envasada. Igual que el punt 3, també està lligat als hàbits familiars.

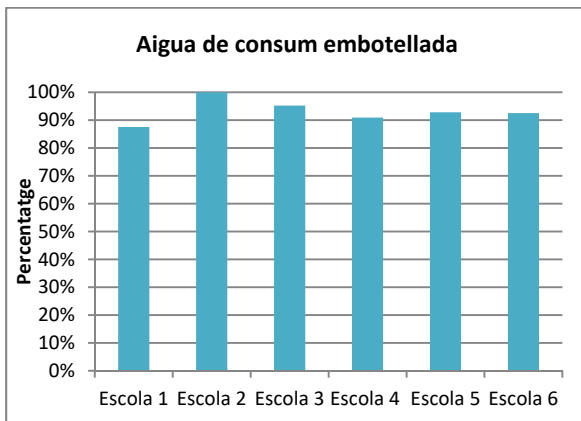


Figura 3-30 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que beurien aigua embotellada. Font: pròpia.

Segons es pot veure a la Figura 3-31, gairebé el 100% no es beuria aigua amb el rètol "No apta per al consum" i un 73% del total d'alumnes no es beurien aigua d'una font amb el rètol "Aigua no tractada".

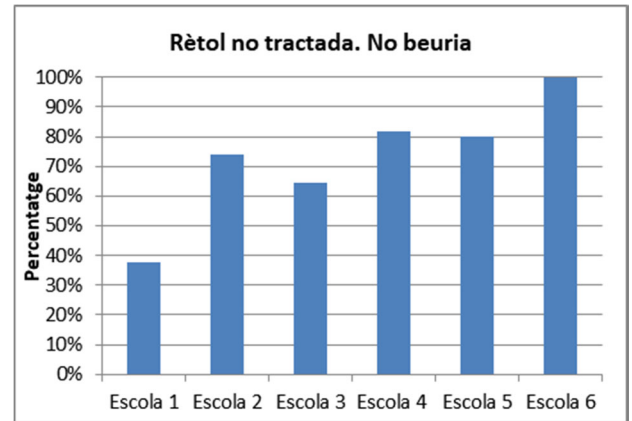
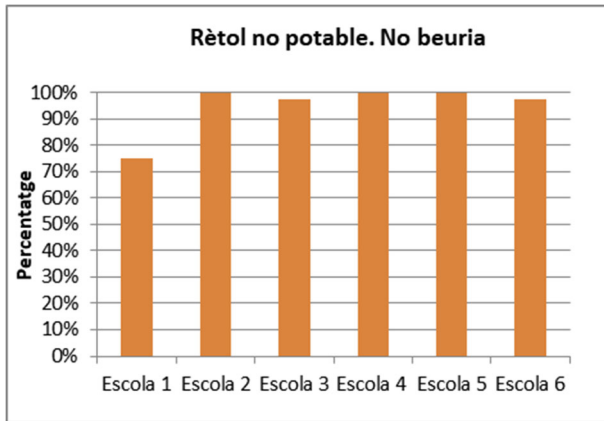


Figura 3-31 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que beuriem aigua amb rètol no potable (gràfica de la dreta) i amb rètol no tractada (gràfica de l'esquerra). Font: pròpia.

Segons es pot veure a la Figura 3-32, les escoles 1, 2 i 5 que són les que fan més projectes i activitats relacionades amb l'aigua i els seus alumnes són els que ho recorden més, els seus alumnes són els que dibuixen més complet el cicle natural de l'aigua. Els alumnes d'aquestes escoles són els que tenen una perspectiva més àmplia i descriuen més magatzems i components dinàmics de l'aigua, sobretot l'escola 2, i són els que han participat, al menys, a més de tres projectes i activitats.

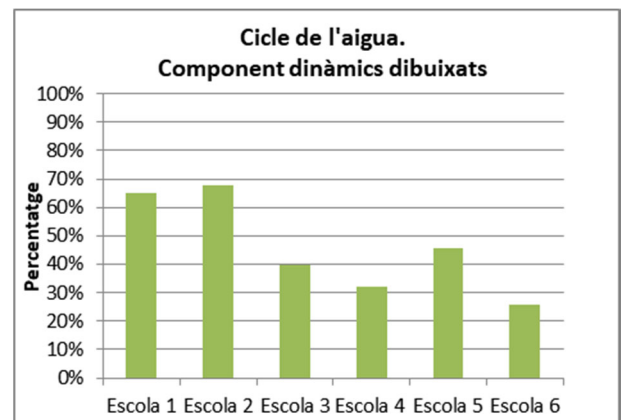
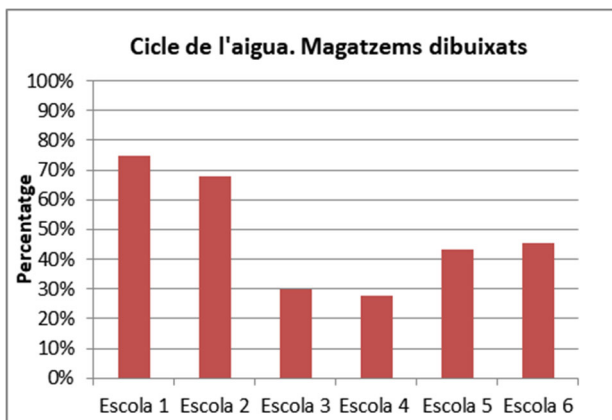


Figura 3-32 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que dibuixen magatzems i components dinàmics del cicle de l'aigua. Font: pròpia.

Gairebé el 80% d'alumnes dibuixen que l'aigua de pluja arriba a la font, segons Figura 3-33, dreta, segurament pel fet d'estudiar el cicle de l'aigua, a la pròpia escola, i que és la part més fàcil de veure. Segons es pot veure a la Figura 3-33, la infiltració, la circulació subterrània i l'aquífer ho dibuixen a l'escola 2, més d'un 92,5% dels alumnes. Expliquen, a l'escola 1 més d'un 87,5% i a la 5, més del 57,5%. Aquests són elements indispensables per comprendre com arriba l'aigua a la font. A les escoles 3, 4 i 6, no arriba al 50% els alumnes que ho representen.

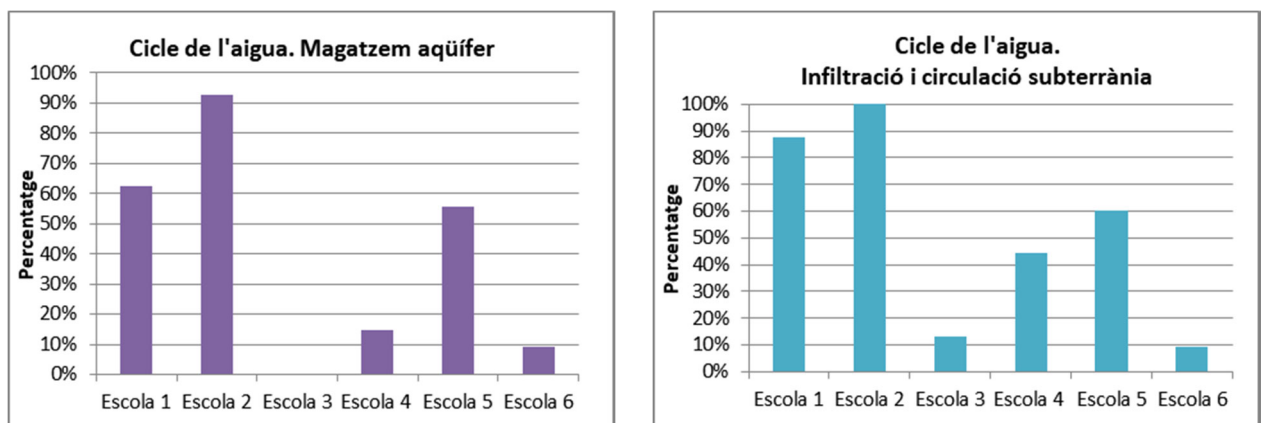


Figura 3-33 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que dibuixen el magatzem aquífer i components dinàmics infiltració i circulació subterrània del cicle de l'aigua. Font: pròpia.

Del conjunt de les escoles, doncs, el component dinàmic aigua subterrània, el que forma la font, ho dibuixen el 52,4% d'alumnes. Ho corroboren els estudis de Márquez, 2007 [96] i Castelltort, 2015 [103], quan els alumnes fan representacions del cicle natural de l'aigua, la dinàmica de l'aigua subterrània costa d'entendre o no és coneix, perquè és la part que no es visualitza. La part del cicle de l'aigua que no es veu (subterrània) és la que menys s'explica a la

resta d'escoles 3, 4 i 6 i que han treballat menys programes. L'escola 3 participa la programa defontenfont, però el fet de que els alumnes enquestats ho havien fet l'any anterior, en pot ser la causa.

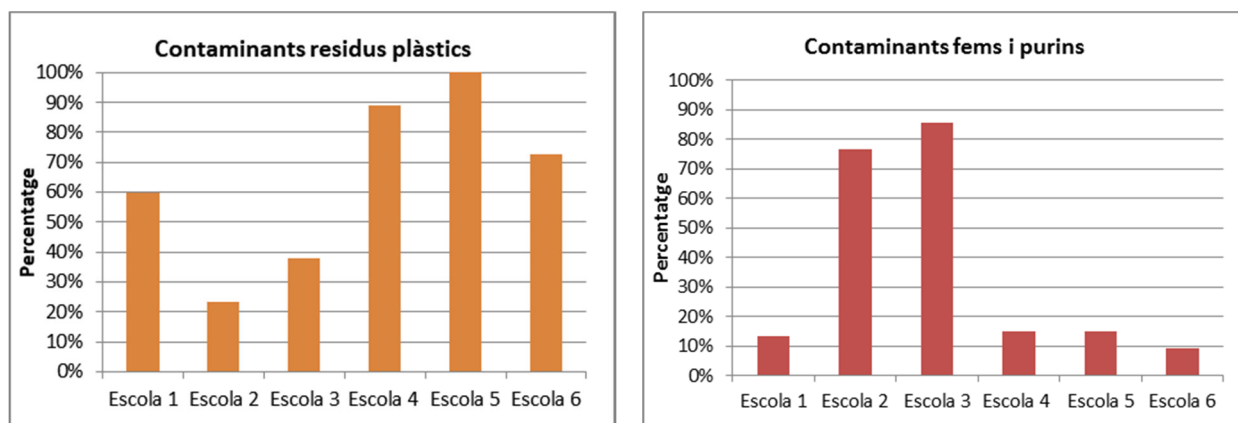


Figura 3-34 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que identifiquen els residus plàstics (gràfica de l'esquerra) i els fems i purins (gràfica de la dreta) com a contaminants de l'aigua de la font. Font: pròpia.

Segons es pot veure a la Figura 3-34, més del 70% d'alumnes de les escoles 2 i 3, que participen al Projecte defontenfont, exposen que les activitats agrícoles i ramaderes és la causa principal de la contaminació de l'aigua de les fonts i també són els que manifesten que cal prendre mesures de control agroramaderes per prevenir-ho. Són les dues úniques escoles i a la Vall del Ges, que participen en aquest Projecte, creat justament per aquest Consorci de municipis com a eina pedagògica per a la prevenció. Segons més del 60% dels alumnes de les escoles 1, 4, 5 i 6, expliquen que els residus plàstics són els responsables de la contaminació de l'aigua, segurament al ser elements fàcilment visibles. El 67% d'alumnes de l'escola 2 esmenta les activitats industrials com a font de contaminació de les aigües subterrànies.

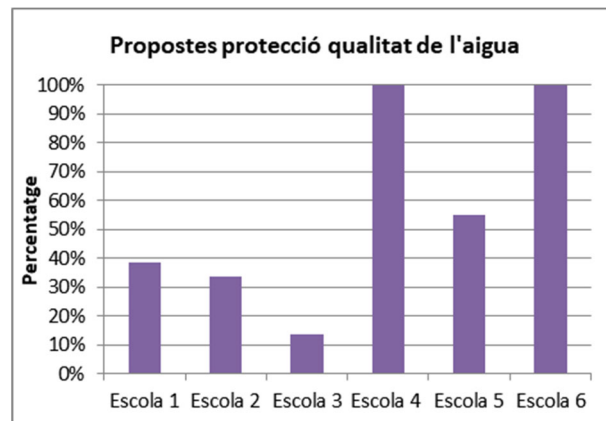
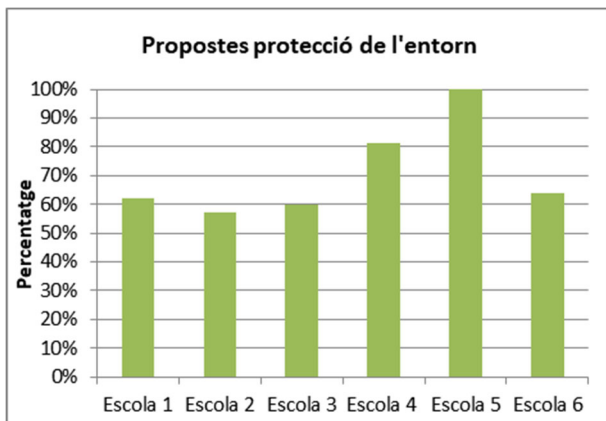


Figura 3-35 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que proposen mesures de protecció de l'entorn de la font (gràfica de l'esquerra) i mesures de protecció de qualitat de l'aigua (gràfica de la dreta). Font: pròpia.

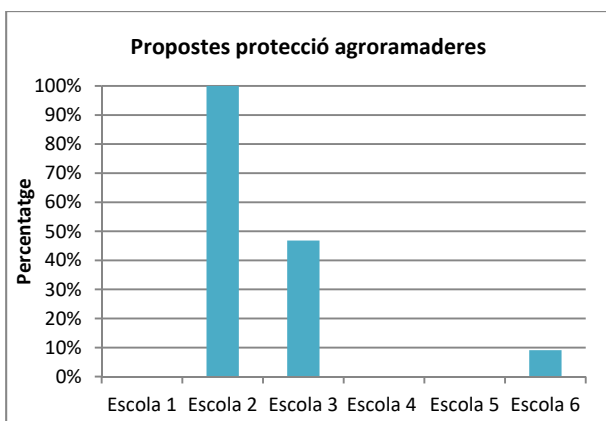


Figura 3-36 Percentatges d'alumnes, de cada una de les escoles, que proposen mesures de protecció agroramaderes per millorar la qualitat de l'aigua de les fonts. Font: pròpia.

Segons es pot observar a la Figura 3-35 i a la Figura 3-36, les propostes adreçades a l'Alcalde són majoritàriament de protecció de la qualitat de l'aigua i de l'entorn. Els alumnes de les escoles 2 i 3 proposen en major proporció que calen mesures de control agroramaderes.

3.7 Conclusions

Els factors que semblen influir en el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental són:

Quan més projectes treballats més comprensió de les fonts, del cicle de l'aigua i més bé valoren el consum d'aigua de l'aixeta, tal com es pot veure en els resultats de l'escola 1 (4 projectes), l'escola 2 (5 projectes) i l'escola 5 (3 projectes).

La ubicació geogràfica de l'escola sembla influir en el consum d'aigua de l'aixeta ja que els llocs on hi ha més fonts i les seves aigües estan menys contaminades (escola 1), en consumirien més. Un 88% de les nenes i nens participants de les escola 1 consumirien aigua de l'aixeta. La resta d'escoles no arriben al 50% els alumnes que en beurien. També la situació geogràfica de l'escola sembla condicionar el consum d'aigua de font retolada no tractada, ja que només el 37% afirmen que no en consumirien mai, quan a la resta d'escoles superen el 65%.

Els alumnes de les escoles 1, 2 i 5 són els que tenen una perspectiva més àmplia dels magatzems i components dinàmics de l'aigua, incloent l'aigua subterrània, sobretot la 2, i són els que han treballat més projectes de l'aigua. Els escolars de 1 i 5 comprenen el cicle de l'aigua però no la contaminació de l'aigua per nitrats. Gairebé el 50% d'alumnes no representen la circulació subterrània del cicle natural de l'aigua.

La majoria d'alumnes només entenen la contaminació per elements visibles a l'entorn de la font i demanen protecció per evitar-ho. Les escoles que han treballat la contaminació de l'aigua per excés de fertilització a través del Projecte defontenfont (2 i 3), argumenten l'agricultura i ramaderia com a focus

contaminants de l'aigua, i són les que demanen accions per prevenir-ho i proposen accions coherents amb el problema socioambiental generat.

Per comprendre la contaminació de l'aigua per nitrats, la més problemàtica i de més impacte del conjunt de les aigües subterrànies, calen projectes que se centrin explícitament en les causes d'aquesta problemàtica ambiental, com els desenvolupats a les escoles 2 i 3 (Defontenfont). Tenir fonts contaminades al municipi no garanteix comprendre la causa d'aquesta contaminació, si no es treballa explícitament en cap projecte, tal com es mostra en els resultats per l'escola 4, 5 i 6 situades en municipis amb fonts contaminades i poc percentatge d'alumnes descriuen el problema. Però també és important recalcar que escoles que han treballat amb molta profunditat el cicle de l'aigua (escola 1 i 5), tampoc assegurin una comprensió de les causes de l'entrada de nitrats a les aigües subterrànies.

Cap escola ha participat al DMCCA, segurament el projecte més fàcil de participar i el que proporciona millor material per fer la determinació de les característiques de l'aigua.

3.8 Implicacions educatives

Gairebé el 50% dels alumnes que han respost el qüestionari, a la pregunta 3, no han dibuixat la circulació d'aigua subterrània, així ho corroboren, també, els estudis de Márquez, 2007 i Castelltort, 2015. A la primera Jornada de la Xarxa Aigua, Educació i Comunitat, a l'any 2018, organitzada per la Càtedra de l'Aigua, Natura i Benestar de Sant Hilari Sacalm, es van exposar un conjunt d'experiències, amb petites caixes de plàstic transparent plenes de sorra de platja i de diferent mida de grànul. Amb una petita regadora es simula aigua de pluja, que es va infiltrant cap a les capes més baixes, i fet amb pendent, l'aigua segueix un curs subterrani. D'aquesta manera, amb reproduccions en miniatura, es pot fer entendre fàcilment a l'alumnat l'entrada de l'aigua cap el subsòl i si s'afegeixen gotes de colorant a la superfície de la sorra, es pot observar la difusió del contaminant (colorant) cap a aquestes aigües infiltrades. Aquest experiment és molt adient per comprendre l'entrada de nitrats a les aigües subterrànies i molt fàcil de practicar a totes les escoles, com ja esmenta Márquez [96], que per entendre la dinàmica de la circulació subterrània s'han d'utilitzar recursos que permetin la seva visualització, com els models a escala o maquetes. També, transcriu un article que vaig escriure, per exposar, com a partir d'un Seminari que vaig participar, es podia entendre molt bé la part subterrània del cicle de l'aigua, que és el recorregut que segueix l'aigua de pluja fins que surt per la font i que podia servir com a exemple pedagògic per ajudar a comprendre aquest indret poc conegut i que serveix per interpretar la hipòtesi d'aquesta tesi doctoral.

“El viatge d'una gota d'aigua”

Vaig tenir l'oportunitat d'assistir a una xerrada organitzada pel Parc Natural del Cadi Moixeró, on científics de l'Institut de Diagnosi Ambiental i estudis de

l'aigua del CSIC (Centre Superior d'Investigacions Científiques) explicaven, de manera didàctica, el viatge d'una gota d'aigua des de la pluja fins al torrent o fins a la font. I La pregunta que es feien, molt conseqüent, era: on va l'aigua de pluja que cau a la serra del Cadí?

L'aigua pot caure sobre prats i boscos o terrers, i aquest és un fet que té les seves conseqüències, ja que, a part de la més o menys evaporació provocada per les diferents condicions atmosfèriques, les diferències estructurals entre bosc, herba i sòl sense vegetació també comporten diferències en els processos hidrològics dominants. Dit d'una altra manera, quan hi ha vegetació, la intercepció o redistribució de l'aigua no és la mateixa que quan la pluja cau directament sobre terrer, perquè en el primer cas es produeix tot un procés de transpiració o extracció a través de les plantes, les arrels i les fulles, cosa que no ocorre en el segon cas. En els boscos, es considera que les pèrdues per intercepció són del 15 al 24%, en funció del tipus d'arbre i el seu desenvolupament. Les pèrdues per transpiració són més complicades de calcular i estan en funció de la temperatura, la humitat de l'aire, la radiació solar, la velocitat i direcció del vent i la humitat del sòl.

La gota de pluja que ha superat aquests processos segueix tota una successió de fets que poden durar des de minuts fins a anys, depenent de si aquesta gota té un escolament superficial i va directament al torrent o si s'infiltra al sòl i alimenta els mantells d'aigua subterrània.

La gota que ha penetrat cap a l'escolament subterrani té un recorregut, fins que arriba a la font o alimenta un riu. Per saber per on ha circulat es pot estudiar fent una anàlisi de la composició mineral de l'aigua de la font, cosa que permet de conèixer alhora quines formacions geològiques ha anat trobant al llarg del seu trajecte. El factor decisiu que fa possible l'enriquiment químic i la mineralització de la gota és la seva capacitat per interaccionar amb la roca,

degut al poder dissolvent que té l'aigua de pluja, rica en diòxid de carboni i oxigen i al seu lent moviment.

La composició química de l'aigua variarà en funció de diferents factors, com ara les classes de minerals presents en la litologia drenada, el temps que la gota ha estat en contacte amb una determinada formació geològica o –el que sol ser equivalent– la distància recorreguda des de la zona en què la gota d'aigua s'ha infiltrat en el terreny fins que surt per la font. En aquest procés també és important la composició de l'aigua d'infiltració original: aigües de precipitació, de retenció i d'escolament hipodèrmic (rius, llacs, embassaments), així com les activitats antròpiques a la zona de recàrrega.

Tenint present tot això, l'aigua que cau a la Serra del Cadí i segueix diferents itineraris, els uns superficials, on produirà erosió del sòl, valorable en forma de sediments, i els altres subterranis, on es carregarà de minerals, de manera que al final presenta diferents composicions químiques segons per on hagi circulat.

El cas de la gota d'aigua a la serra del Cadí pot ser extrapolat a qualsevol altre lloc del territori i ser estudiat encara amb més detall. Per a això, ens cal tenir un mapa topogràfic, un de geològic i un ortofotomapa. Amb l'ajut d'aquest material, podrem començar a fer-nos la pel·lícula de tot el que aquesta gota que veiem sortir d'una font o baixar per un riu s'ha anat trobant al llarg del recorregut. Si, a més, fem una anàlisi química i microbiològica d'aquesta aigua, encara podrem conèixer molt més bé tots els fets: on s'ha pogut infiltrar, quin tipus de roques ha travessat, quan temps hi ha estat o quines activitats humanes l'han pogut contaminar. I si conegut això, encara podem fer a més el trajecte caminant, segurament que encara podrem obtenir més elements superficials que expliquin per què l'aigua té una determinada composició.

Podem fer aquesta pràctica, per exemple, al massís del Montseny. Observar una gota d'aigua d'una font qualsevol d'aquestes muntanyes, i poder-nos

imaginar tot el recorregut que ha pogut fer des que ha caigut al cim del Matagalls fins que arriba al mar; és un exercici en el qual s'ajunten moltes branques de la ciència. Les aigües del Montseny es dirigeixen a la Mediterrània a partir de tres conques principals que solquen el massís: el riu Congost, la Tordera i la Riera Major. Totes tres reben les aigües de rieres i torrents tributaris que s'omplen a partir de les aproximadament 700 fonts que es creu que hi ha al Montseny. Aquesta gran quantitat de fonts és deguda, d'una banda, a l'elevada pluviometria del lloc (quasi 1.000 mm (l/m²) per any), però també a les característiques geològiques del terreny, molt poc permeable i molt fissurat. Ara bé, una gota d'aigua d'una font del municipi de Viladrau, al nord, o del municipi d'Aiguafreda, a ponent, tenen un grau de mineralització global molt diferent tot i tenir una composició mineral similar. En un estudi recent de les fonts del Montseny, s'ha trobat que, al nord, la mineralització mitjana de totes les fonts analitzades, valorada en conductivitat, és de 191 µS/cm i a ponent de 706 µS/cm, gairebé 3,5 vegades més. Els ions majoritaris en ambdós casos són el bicarbonat i el calci. Ara bé, al nord la mitjana de bicarbonat és de 94,9 mg/L i de 25,7 mg/L de calci, i a ponent, la mitjana de bicarbonat és de 354,2 mg/L i de 109,4 mg/L de calci. Gairebé 4 vegades més a l'oest. Això ens indica que les aigües de les fonts que surten al municipi de Viladrau han circulat per roques ígnies i metamòrfiques, que transfereixen molt pocs minerals a l'aigua i l'hi confereixen una composició mineral molt equilibrada i característica. A ponent, les aigües de les fonts, també han circulat per aquests tipus de roques, però, a més han corregut per roques calcàries, que es troben a les parts més baixes del massís. Si en un ortofotomapa seguim el curs que ha pogut tenir aquesta gota d'aigua fins la font, veurem en quins punts altres gotes d'aigua han entrat per llocs amb activitat humana, agrícola o ramadera, i que poden contaminar aquesta gota inicial. Realitzant una anàlisi de nitrats i d'indicadors microbiològics d'origen fecal, ens pot quedar confirmada la nostra sospita. I

això és el que succeeix a les fonts del municipi de Centelles i en algunes del Brull, amb certa activitat agrícola.

Només ens pot quedar un dubte: quant temps tarda una gota de pluja que cau a tocar del Matagalls fins que arriba a la font del Noi Gran, a Viladrau, o a la font dels Enamorats, a Aigua freda? Depèn de molts factors. Probablement triga molts anys, però aquesta és una qüestió que els hidrogeòlegs ens podrien matisar millor.

Si seguim les gotes d'aigua d'aquestes fonts cap a la Riera Major i cap a la riera de l'Avencó, i, respectivament, cap als rius Ter i Congost i cap al mar i altra vegada als núvols –amb evaporació que novament precipitaran– ja tenim tancat el cicle d'aquest viatge.

Un haiku de Joaquín Araujo ho defineix com cal

“Acaso lo más sobrecogedor, lo que escapa casi por completo a la comprensión sea saber que el agua siempre fue, es y será la misma”.

(Joaquín Araujo Ponciano, *Agua*. Editorial Gadir. Madrid 2012)

4 Conclusions finals i reflexions

La contaminació per nitrats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona és un greu problema que es va començar a detectar a finals dels anys 80 del segle passat, continua en l'actualitat i és degut a la fertilització excessiva dels conreus i a la gestió inadequada de les dejeccions ramaderes, ja que afecta els municipis amb més superfície de conreu. Són els del centre de la comarca, a la Plana de Vic, i alguns del Lluçanès, els que tenen la concentració mitjana de nitrats a l'aigua de les fonts més alta, superior als 100 mg/L. Els municipis on els valors de nitrats són més baixos, sempre inferior als 50 mg/L, es corresponen al nord de la comarca i les àrees del nord-est, est, i sud-est, i als espais d'interès natural i protegits de Bellmunt-Puigsacalm, Cabrerès-Collscabra i Montseny-Guilleries. El contingut en nitrats de les aigües de les fonts no ha variat significativament en els darrers 18 anys, i es manté més o menys en 70 mg/L de mitjana, molt per sobre dels 50 mg/L, valor paramètric per nitrat, segons RD 140/2003, tot i que el percentatge de fonts amb valors de nitrats superior a 50 mg/L ha disminuït lleugerament del 50% al 47%. Hi ha municipis on la tendència és cap a la millora i reducció de la contaminació per nitrats de l'aigua de les fonts i d'altres amb tendència a l'augment de la concentració. Aquests últims són: Rupit i Sant Sadurní d'Osormort, tot i que de moment la mitjana està per sota dels 25 mg/L, Sant Boi de Lluçanès, Sant Pere de Torelló, Santa Maria de Besora, Sobremunt i Vilanova de Sau, on la mitjana no arriba als 50 mg/L i Balenyà, Calldetenes, Centelles, Collsuspina, Folgueroles, Gurb, Malla, Sant Vicenç de Torelló, Santa Cecília de Voltregà, Santa Eugènia de Berga, Santa Eulàlia de Riuprimer, Taradell i Torelló, on la mitjana de nitrats excedeix els 50 mg/L. Ens aquests municipis per recuperar la qualitat de l'aigua caldria un control i seguiment més estricte dels valors i causes que provoquen la

contaminació. Gràcies a aquests controls i seguiment, en la darrera Ordre de la Generalitat de Catalunya de revisió de les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries, s'hi ha inclòs els municipis de Centelles i Vilanova de Sau.

La pluviometria és un factor coadjuvant de la contaminació ja que accentua la lixiviació dels nitrats retinguts al sòl i utilitzats en la fertilització dels conreus, cap a les aigües subterrànies. Però la particular geografia de la comarca i el diferent règim pluviomètric, favorable i més abundant, en molts casos superior a 1000 mm, a les àrees sense contaminació per nitrats, que és on hi ha la recàrrega majoritària dels aquífers de la comarca, insinua que la recuperació de l'aigua de les fonts podria ser fàcil si la gestió dels residus ramaders i la fertilització dels conreus fos correcta.

A la comarca d'Osona la determinació del valor de nitrats i conductivitat a l'aigua de les fonts ens indica l'estat químic qualitatiu de l'aigua subterrània tal i com es descriu MITECO a la Guia d'Avaluació de la qualitat de les aigües superficials i subterrànies [73].

Les mesures agronòmiques utilitzades fins al moment no han tingut l'èxit desitjat i no han permès reduir els valors de nitrats de les aigües de les fonts de la comarca, com ho confirmen les resultats trobats, els darrers informes de la Generalitat de Catalunya i les noves normatives d'activitats agràries i ramaderes i de protecció d'aquífers. Aquest greu problema ambiental, continua essent, doncs, un repte per a l'agricultura.

L'educació pot ser una eina adient, però per comprendre la contaminació de l'aigua per nitrats, calen projectes específics, que posin el focus en el cicle de l'aigua i en les causes de la contaminació de les fonts per nitrats procedents de la fertilització dels conreus, com els desenvolupats a les escoles que participen al Projecte defontenfont. Aquest fet es va explicar en un dels reptes del darrer

del Congrés Nacional d'Educació Ambiental 2020-21 (CNEA), que va proposar fer una tasca d'identificació i seguiment dels problemes socioambientals més rellevants a cada territori amb una educació ambiental específica, per poder los treballar a les seves escoles. Una de les iniciatives podria ser aquí, Osona i les seves aigües contaminades. Aquesta eina resultant podria utilitzar-se per ajudar els membres de la comunitat a seleccionar les situacions que serveixin per iniciar experiències ambientals veritablement transformadores.

La contaminació per nitrats genera greus problemes socials, ambientals, econòmics i de salut pública, comentats a l'apartat 2.1. Els resultats de la tesi n'evidència de socials i econòmics.

- Problemes socials per la pèrdua del valor patrimonial i cultural – i potser també etnològic-, de tot el que està relacionat amb les fonts, la seva història i les seves tradicions. Tal com mostren els resultats, a les poblacions amb fonts més contaminades les nenes i els nens són incapaços de conèixer fonts d'origen natural i evitarien beure de la font i, fins i tot, de l'aigua de l'aixeta. En canvi, les poblacions amb fonts menys contaminades les nenes i els nens reconeixen més fonts d'origen natural i consumirien aigua de l'aixeta. La contaminació de les fonts, per tant, té una efecte en com la població es relaciona no només amb la font en sí, sinó amb la seva pròpia aigua i amb la de l'aixeta.
- Problemes ambientals, perquè segons conclusions del SICEF 19, explicades a l'apartat 2.1.4., per efecte del canvi climàtic i per l'augment de massa forestal, la recàrrega dels recursos subterranis i el cabal dels rius, disminuirà com a conseqüència de l'augment de la temperatura, de l'evapotranspiració i de la variació del règim pluviomètric. Per això, pot augmentar la proporció de transferència d'aigües subterrànies contaminades per nitrats als rius de la comarca i en pot augmentar el

perill d'eutrofització, a part de l'increment de períodes intensos de pluja [104] que augmentaran l'escorrentia de les aigües procedents dels conreus amb gran quantitat de nutrients, cap a les aigües superficials.

De les anteriors conclusions finals se'n poden extreure unes reflexions:

El seguiment i control de la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona, demostra que als darrers 18 anys el percentatge de fonts amb valors de nitrats superior a 50 mg/L ha disminuït lleugerament del 50% al 47%, aquest fet ens indueix a pensar que el problema s'està solucionant, però també augmenta el percentatge de fonts amb valors entre 25 i 50 mg/L. Llavors cal veure els propers anys quina direcció prenen aquestes aigües, tenint present que la quantitat de pluja caiguda controla els nitrats retinguts al sòl.

Ha quedat demostrada la hipòtesi de que els nitrats trobats a l'aigua de les fonts de la comarca d'Osona, procedeixen de l'excés de fertilitzants aplicats als conreus. Aquests fertilitzants són, en la majoria de casos, purins de porc, que a part de contenir els nutrients necessaris que ajuden al creixement de les plantes, poden incloure altres ions com el clorur i el sodi, microorganismes fecals que poden produir malalties infeccioses i fàrmacs o els seus metabòlits, procedents del tractament del bestiar, compostos susceptibles, tots ells, de contaminar les aigües subterrànies, juntament amb els nitrats.

Per efectes del canvi climàtic s'intueix una disminució del cabal dels rius i un augment de nitrats a les aigües superficials amb el greu perill d'eutrofització que això representa. Gairebé tota l'aigua de la xarxa de distribució pública dels municipis de la comarca d'Osona, procedeix d'aigües superficials, principalment del riu Ter, per tant, cal pensar en una disminució de la quantitat i de la qualitat d'aquestes aigües. A la tesi s'exposa l'elevada pluviometria caiguda als municipis del nord, nord est i sud est de la comarca, entre 900 i 1000 mm de mitjana anual, de les més altes de Catalunya i en una superfície

majoritàriament forestal, el que representa que les aigües infiltrades estan lliures de nitrats. Així doncs, hi ha aigua de qualitat i la quantitat l'hauria de certificar un estudi hidrogeològic, que per la pluviometria caiguda sembla que podria ser satisfactòria per abastir a bona part dels municipis del centre de la comarca. D'aquesta manera al captar aigua de més qualitat en origen, comportaria menys cost de tractament i evitar futurs problemes deguts al canvi climàtic.

5 Annex

5.1 Annex I

Taula 5-I Taula de la concentració de nitrats anual de l'aigua de les fonts dels municipis d'Osona. Font: pròpia.

Municipi	Punt de mostreig	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		Nitrats mg/L																	
Alpens	Font de la Llena	0,3	0,4	0,4	0,2	0,6	0,7		0,6	0,9	1,0	0,7	1,3	0,9	1,0	0,8	0,8	0,6	0,6
Alpens	Font del Pi	0,6	0,7	0,4	0,8				0,7	0,8	0,9	1,1	1,1	0,9		0,9		0,8	1,0
Alpens	Font de Sant Antoni	3,7																	
Alpens	Font de Cal Andri	35,8																	
Alpens	Font dels Veïns	19,1																	
Alpens	Font Vedellar	1,3																	
Alpens	Font de Teixoneres	6,2																	
Alpens	Font del Sidro	2,3																	
Alpens	Font de la Pixarella		1,6		1,9				1,6	1,9	1,7	1,4	2,0	2,1		1,0	2,0	1,3	1,8
Alpens	Font Vella de la Vall	0,7																	
Alpens	Font Serrallong de Baix	0,2																	
Alpens	Font Horta de la Vall	16,9																	
Alpens	Font de la Boixa	0,4																	
Alpens	Font de Comià	1,2																	
Alpens	Font Bona															78,5		21,0	33,6
Balenyà	Font de l'Obi	16,3												4,5					

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Balenyà	Font del Molí Verdaguer	81,4												323,1					
Balenyà	Font de la Talaia		127,3	93,8	139,0	164,6		198,2	217,8	233,4		226,2	150,1	176,1	203,4	200,3	178,2	134,2	
Balenyà	Font del Puig	9,5											43,0						
Balenyà	Font de l'Abeurador		26,4	25,7	66,9			53,0	84,4	40,2	35,9	33,4	44,1	27,4			16,7	15,5	14,5
Balenyà	Font de la Tria	5,5	104,3	152,6	96,2			150,6		117,3	143,1			136,1			140,8	167,5	176,7
Balenyà	Font del Mas Hospital	109,9																	
Balenyà	Font de les Tres Albes	176,3																	
Balenyà	Font Roquetes	15,8																	
Balenyà	Font Tarradell	47,5																	
Calldetenes	Font del Figueral	151,9	179,5	179,2	219,4	169,1	156,5	120,7	218,9	195,7	156,8	194,5	186,4	157,3	174,3	203,5	181,2	156,4	182,1
Calldetenes	Font de la Gana	167,3	262,4	184,7	261,4	179,4	126,4	274,7	332,0	184,8	341,5		226,4	280,4	123,6	153,5		314,8	492,2
Calldetenes	Font de la Boga	135,3	189,8	228,7	208,0	219,4		122,2	228,7	249,1	230,3		228,9	223,4			154,5	226,2	292,2
Calldetenes	Font Vermella Altarriba	110,3																	
Calldetenes	Font de la Teuleria de Can Tona	93,7																	
Calldetenes	Font Llopart	76,0																	
Calldetenes	Font de la Sauleda	73,3																	
Calldetenes	Font de les Eres	3,5																	
Calldetenes	Font de St. Martí	3,9																	
Centelles	Font Grossa	103,7	97,4	72,7	128,6	16,5	72,3	120,1	111,4	110,3	109,9	93,9	103,1	119,0	93,5	92,1	104,5	127,2	138,7
Centelles	Font Calenta	30,8	29,5		23,6	77,4	174,1	55,9		118,0	99,1	89,3	83,8	68,9	116,1	68,8	106,1		
Centelles	Font de Sauva Negra		0,9	0,3	0,9	0,1	1,0	0,8	1,0	1,1	2,2	0,6	0,0	2,0	1,7	1,3	1,0	1,1	1,3
Centelles	Font de Rossell	70,9	58,8																
Centelles	Font del Llobató	40,4																	
Centelles	Font del Forn de la Rovira	158,6																	
Centelles	Font de Terrades	58,1																	
Collsuspina	Font de la Pullosa		102,1	109,0	99,8			107,1	111,4	114,6		106,1	107,2	94,8					

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Collsuspina	Font de Can Regàs	96,5	74,6	74,3	95,5	60,3		100,8	115,0	97,1	91,9	78,5	103,0	100,4	77,8	144,3	93,2	106,0	84,4
Collsuspina	Font del Solà																		
Collsuspina	Font de Can Picanyol	51,1																	
Collsuspina	Font del Camp	13,0																	
Collsuspina	Font pública C/Major	7,5																	
Collsuspina	Font de la Borada	43,7																	
El Brull	Font del Faig			1,1	1,2	0,7	0,7	1,6	1,6	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4		1,5		1,6	0,9
El Brull	Font d'en Bresc		0		0,0			0,1	4,4	0,2				0,0		0,0		0,1	0,0
El Brull	Font Pomereta		0,1	0,6	1,3	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,8	1,1	1,3	1,3	0,9	4,0	1,3	0,8	1,0
El Brull	Font d'en Vinyes		0,3																
El Brull	Font de Barbota	19,3																	
Espinelves	Font del Tell		1,8	1,7	1,0	0,5	0,7	1,3	1,2	1,2	3,6	1,1		1,0					
Espinelves	Font de Can Formiga						18,7	18,2	18,2										
Espinelves	Font del Torrent Verd	0,1	0,5	1,8	1,0	0,7	1,0	1,4	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	1,8	5,9	1,9	2,6	0,0
Espinelves	Font Fresca	0,4	0,3	1,1	0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	1,2	1,4	1,0	1,1	0,6
Folgueroles	Font del Rector																		
Folgueroles	Font del Desmai	130,5																	
Folgueroles	Font de la Teuleria o Can Tona	103,0																	
Folgueroles	Font Trobada		77,3	100,9	83,1	106,5	52,7		81,2	95,7	129,1	83,7	85,0	81,2	74,5	54,9	45,8	155,0	132,7
Folgueroles	Font de la Ricardera	57,4	58,0	43,6	55,4	60,8	36,5	56,6	59,3	56,0	67,3	48,7	55,1	59,6	42,5	47,9	47,7	63,5	58,4
Folgueroles	Font del Glaç	40,0	46,6	58,6	34,5	34,1	44,3	25,5	41,2	39,2	32,0	36,0	43,6	54,5	53,0	53,9	56,5	67,6	51,5
Folgueroles	Font del Pou Nou	28,2																	
Folgueroles	Font del Cargol o Bauma	26,6																	
Folgueroles	Font Casa Pou de Vidre	157,4																	
Folgueroles	Font de l'Amat	92,3																	
Folgueroles	Font Poudevida	182,5																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Folgueroles	Font de Cal Guarda									45,8									
Gurb	Font del Güell																		
Gurb	Font Salada	216,8	268,9	274,4	315,2	283,1	258,6	385,2	353,3	398,6	420,4	345,5	319,7	343,9	305,5	293,6	285,9	341,6	289,6
Gurb	Font de les Cases d'amunt						72,6												
Gurb	Font de les Cases d'Avall		211,8	100,9	199,9	92,8		299,6	117,5	193,4	268,7	98,2	113,8	300,7	118,1	128,3	80,7	298,2	142,0
Gurb	Font de Sant Pere								105,4										
Gurb	Font de la Vila		44,3		30,3			42,3	30,0	30,6	43,2			51,9		62,1		62,2	
Gurb	Font de Maria																		
Gurb	Font de Can Pademill	31,1																	
Gurb	Font dels Plans	109,1																	
Gurb	Font del Borrell	221,4																	
Gurb	Font Caseta del Vinyets	91,1																	
Gurb	Font de Can Cargolera	265,5																	
Gurb	Font de l'Olivera	297,9																	
Lluçà	Font de Can Manyagues		3,7																
Lluçà	Font dels Bous				166,6				177,2	138,6	174,4	136,9	118,9	98,6		92,2	127,5	82,4	109,0
Lluçà	Font de les Mosqueres		69,3		42,8				37,6	61,4	91,3	47,0	54,0	65,6		38,0		49,6	35,7
Lluçà	Font de les Coves	122,6	228,1	212,7	103,3	248,0	205,4		198,5	162,1	145,3	95,4	150,9	175,3	215,7	104,3	149,0	199,5	120,6
Lluçà	Font del Circuit	2,5					2,9												
Lluçà	Font del Gorg de l'euga	4,8																	
Lluçà	Font Canaleta	1,5																	
Lluçà	Font del Raig (Miralles)	1,9																	
Lluçà	Font Codoleda	0,2																	
Lluçà	Font de Casellas	1,0																	
Lluçà	Font de Camp Soler	1,4																	
Lluçà	Font del Baguet	1,5																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Lluçà	Font de la Tomba	1,0																	
Lluçà	Font de la Garsa	3,7																	
Lluçà	Font de la Casanova	19,2															30,9		
Malla	Font de Malla	71,3	95,4	102,3	84,8	97,4		75,4	99,1	111,0	140,0	108,0	86,9	104,4	100,1	76,5	80,7	119,9	112,2
Malla	Font de la Roca	51,1	62,1	39,3	91,4	17,1		190,9	215,8	84,7	75,5	29,3	25,5	50,8		32,5	116,8	63,0	135,7
Malla	Font Plaça de l'Església	15,7																	
Malla	Font de la Font	68,0																	
Malla	Font del Vilar	82,1																	
Manlleu	Font de la Teula	27,7																	
Manlleu	Font de l'Arç	209,0							231,2	166,6	241,8								
Manlleu	Font del Molinot								374,0	353,8	325,3	318,0							
Manlleu	Font dels Enamorats		353,4	466,4	377,9		292,2			328,8									
Manlleu	Font de la Mare de Déu	151,7	216,4	215,2	215,5	239,9	184,2	195,9	229,5	246,0	224,5	122,2	134,4	228,2	109,4	110,8	81,5	243,9	151,5
Manlleu	Font de la Cadenera	141,5	283,2						246,3	235,7	260,0	187,6	172,7	306,9	245,3	180,9	193,5	335,4	245,3
Manlleu	Font de Tarrés	241,6	293,3	226,4	300,7	238,7	133,8	261,1	202,4	191,2	251,9	154,8	162,4	232,9		211,9	175,3	182,8	218,5
Manlleu	Font de la Miranda										157,1		99,2	125,4			80,7		
Manlleu	Font de Mas Xiquet	300,5																	
Manlleu	Font de Moisès	134,9																	
Manlleu	Font de St. Jaume Nou	4,0																	
Manlleu	Font Molinot de baix (Jubilats)	77,9																	
Manlleu	Font de St. Isidre	148,5																	
Manlleu	Font de les Tres Creus	3,5																	
Masies de Roda	Font de les Bruixes	40,6																	
Masies de Roda	Font de les Cametes	49,0													39,0	153,7	121,5	79,2	113,5
Masies de Roda	Font del Freixa	264,9																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Masies de Roda	Font de la Teula	219,7	354,5	272,9	329,2	274,1	204,3	390,2	252,4	189,8	375,3	248,2	198,3	333,8	193,6		138,8		247,9
Masies de Roda	Font de Molins		204,6	166,3	155,4	180,3	132,2	200,4	124,5	150,6	211,0	192,6		180,1					
Masies de Roda	Font Fresca	126,7	146,1	119,1	104,9	95,1	104,7	115,1	92,7	85,7	84,2	90,1	71,7			77,7	81,8	101,7	103,8
Masies de Roda	Font St. Salvador	115,1																	
Masies de Roda	Font Bassa d'en Pla Bosch	196,8																	
Masies de Roda	Font de la Mesquita	162,3																	
Masies de Roda	Font de la Teuleria	227,1																	
Masies de Roda	Font del Pont	127,1																	
Masies de Voltregà	Font del Parató (Despujol)	201,1	217,8	276,1	207,7	232,9	179,7	190,9	220,3	254,7	246,3	215,0	187,3	215,5	213,1	169,6	167,9	250,9	226,5
Masies de Voltregà	Font de la Serratosa	5,7	8,4	3,0	9,9	4,4	7,2	22,8	17,0	10,3	6,0	7,0	7,3	10,5	5,5	2,1	8,4	5,0	29,0
Masies de Voltregà	Font de St. Miquel d'Ordeig		366,0	147,6	135,5	86,8		173,8		230,9	161,5	102,0	136,1			198,2	124,5		
Masies de Voltregà	Font de la Gleva o del Batlle	89,2																	
Montesquiu	Font de Planeses	28,9	17,5	3,7	16,2			26,0	25,0	27,2			25,4		27,3	19,8		30,0	48,1
Montesquiu	Font del Castell	26,0	30,8	29,6	21,2	25,0	24,1	22,4	23,1	22,3	26,2		21,5	26,0	20,8	19,7	20,6	32,2	44,3
Montesquiu	Font Nova del Castell	0,7															0,4		
Montesquiu	Font de les Mares	2,0																	
Muntanyola	Font del Dalmau		0,5	0,1	0,7	0,0	0,2	0,2		0,3	0,1	0,3	0,2	0,0	0,4	0,2	0,7	0,0	0,2
Muntanyola	Font de Canamera o la Roca		0,7	1,0	1,7	0,1	0,8	1,2	1,5	1,9	2,2	1,4	1,6	2,0	1,7	1,6	2,3		3,1
Muntanyola	Font Freda	1,2	1,3	1,6	1,8	1,3		2,1		1,6	1,4	1,6	1,7	1,3	1,5	1,9		1,2	1,4
Muntanyola	Font de les Urpieres	0,4		1,8															
Muntanyola	Font de les Albes	0,4																	
Muntanyola	Font de Joana	0,4																	
Muntanyola	Font de l'Aliberch	0,7																	
Muntanyola	Font de St. Quirze	16,0																	
Olost de Lluçanès	Font del Llop	66,6													89,0				
Olost de Lluçanès	Font del Pastoret	46,1																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Olost de Lluçanès	Font de l'Eugènia o Lliscas	31,9																	
Olost de Lluçanès	Font del Pont	62,0																	
Olost de Lluçanès	Font de la Casanova		182,2		96,0			148,4	85,5	67,9	66,8	52,1	38,1	49,6				108,6	109,8
Olost de Lluçanès	Font Pont de la vila	56,7		68,9															
Olost de Lluçanès	Font del Molí Nou					99,7													
Olost de Lluçanès	Font de la Vila	18,3	148,1	7,1	10,9			52,8											
Olost de Lluçanès	Font Camí de la font	78,2							127,8			68,5							
Olost de Lluçanès	Font del Gorg negre o Patrocini	56,5	82,4	80,6	66,2		56,4	65,2	85,8	91,7	93,9								
Olost de Lluçanès	Font Gran														60,4				
Olost de Lluçanès	Font de la Riera	1,4																	
Orís	Font del Campàs	37,5																	
Orís	Font de Bajalou	4,2																	
Orís	Font de la Noguereda	19,4																	
Orís	Font dels Plàtans	11,1	9,5	4,1				62,7		38,2	27,0							7,5	15,7
Orís	Font de les Donzelles	1,3	4,1		6,5	5,0		6,2	3,9	4,3	4,0		4,5	2,9		8,0	13,4	4,1	6,3
Orís	Font de la Baga	0,7	2,0	1,6	1,1	1,3	1,8	1,0	0,8	0,7	0,9	0,9	0,7	0,8	1,6	0,8	1,2	0,9	3,7
Orís	Font del Camp Gran	37,1																	
Orís	Font d'en Berga	11,0																	
Orís	Font de l'Hostalot	40,1																	
Orís	Font del Conill	0,0																	
Oristà	Font Salada	0,6	0,0	0,5	0,4	0,3		0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	0,7	0,7	0,9	0,8	0,6
Oristà	Font de la Torre d'Oristà		157,7	180,1	238,2	178,0	167,7	165,7	171,9	165,4	156,8	155,4	195,1	137,8		136,6	129,5	134,5	144,5
Oristà	Font de la Baga	15,0	8,0	32,6	17,3	45,4		23,0	30,2	28,0	26,0	31,1	6,0	5,3	42,1	28,4	41,4	19,0	25,3
Oristà	Font del C/ de la font										108,1								
Oristà	Font del Pobre	3,9																	
Oristà	Font de la Serra	197,6																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Oristà	Font de la Sella	172,2																	
Oristà	Font de Gurrians	163,1																	
Oristà	Font de Viladroguer	27,0																	
Oristà	Font del Pèlegs	146,9																	
Oristà	Font de Rocaguinarda	41,5																	
Oristà	Font del Plà	77,4																	
Perafita	Font del Gorg negre	11,5						32,6	23,1		42,2	32,4							
Perafita	Font de la Perera	3,9			14,3		5,3	60,3	53,6	42,1	53,2	59,9	109,9						65,4
Perafita	Font de l'Hostal Nou		93,3		90,3			144,2	126,3	97,6	101,7			93,2		91,7	98,6	92,2	95,1
Perafita	Font de la Bauma	3,9			3,7		3,2			10,4	34,0	14,4	10,5						
Perafita	Font del Raig		121,9	111,4	196,5			158,7	118,5	82,3	65,7	61,4	52,2	58,1		41,0	53,2	60,4	95,9
Perafita	Font Vella	116,9					124,4	166,3	157,6	116,4	62,6	86,9			72,4				
Perafita	Font Nova	86,1	140,2	126,4	130,3	97,3		129,4	119,4	93,5	101,5	87,9	97,1	92,4	67,2	67,4	92,2	112,4	113,3
Perafita	Font de la Tria	63,8																	
Perafita	Font de la Plaça St. Antoni	53,9																	
Prats de Lluçanès	Font del Marçal	24,7	68,9	43,0	48,7		57,9	85,0	66,9	71,5	83,9	61,9	52,8	62,1	51,2			72,8	56,0
Prats de Lluçanès	Font de la Vila		130,7	129,2	121,3			111,8		115,6		78,1	78,3	70,0	61,0			52,2	59,2
Prats de Lluçanès	Les Tres fonts	101,5	179,4	128,5	155,7	110,0	95,3	192,3	116,7	129,4	116,9	95,9	83,4	96,2			70,1	84,9	79,0
Prats de Lluçanès	Font Casanova Pedregosa	15,3																	
Prats de Lluçanès	Font de la Cabra	73,7																	
Prats de Lluçanès	Font Calenta	84,2																	89,5
Prats de Lluçanès	Font del Clotet	120,0																	
Prats de Lluçanès	Font de Baix	74,0																	
Roda de Ter	Les Tres fonts	204,1	274,0	191,7	227,6	183,1	142,8	265,6	176,4	182,2	239,9	164,1	178,9	216,7	151,0	125,1	133,3	222,6	204,7
Roda de Ter	Font Carrer del Pont	42,9																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Rupit	Font de la Sala	15,9	20,0	13,1	40,2	3,4	5,9	42,1	21,5	18,6	11,2	9,3	15,7	9,3	5,5	25,7	6,9	9,1	24,8
Rupit	Font del Saltiri	1,0	1,9	1,8	1,3	4,3	6,5	5,9	6,8	2,8	2,8	3,4	2,6	2,3	2,7	2,1	4,1	1,8	1,7
Rupit	Font del Carreguell	2,4	5,3	6,4	5,8	3,3	3,8	4,5	5,9	10,0	6,4	6,2	6,8						
Rupit	Font de la Guitarra	10,5	8,7										17,6	17,4	17,2	16,5	15,6	16,5	15,6
Seva	Font de la Serra	13,7	17,5	15,3	14,2	20,4		10,7	14,9		16,4	15,3	14,2	11,4	13,4	6,8	14,3	10,6	8,5
Seva	Font del Sors	38,1	43,8	45,4	39,5	48,0	50,3	50,5	47,3	45,8	44,2	47,6	39,2	37,0	35,6	37,0	38,8	35,6	34,5
Seva	Font de Montmany	45,4	54,9	65,7	46,2	59,2					68,7	69,7	57,3	54,5	51,3	43,8	53,4	44,7	40,8
Seva	Font de les Llobateres	6,3																	
Seva	Font de la Clavella	5,1																	
Seva	Font dels Enamorats	3,1																	
Seva	Font de les Codines	91,6																	
Seva	Font Llobera	165,6																	
Seva	Font Casa Nova del Montanyà	10,9																	
Seva	Font del Montanyà	130,3																	
Seva	Font de Valldoriola o Musclo	15,9																	
Sobremunt	Font Conjunta	1,5	5,7	11,0	5,1	12,4	11,2	4,3	4,4	2,8	2,1	5,0	2,7	1,6	2,8	1,5		0,3	3,7
Sobremunt	Font de la Roca	41,4	51,1	49,6	46,7	61,1	56,3	50,5	36,5	32,5	43,8	23,0	47,6	26,0	21,4	41,1	60,5	33,0	39,0
Sobremunt	Font de Putellas	43,4																	
Sobremunt	Font de Sta. Lluçia	57,9	38,3	30,1	27,5	28,7	19,9	32,0	18,8	10,1		12,5	13,3		10,9	13,7	32,7	19,0	18,5
Sobremunt	Font de Cuspinera	8,8																	
Sobremunt	Font del Grau													13,8			59,6		
Sobremunt	Font de Can Calet													64,3		125,1	326,8	33,7	17,8
Sora	Font de la Teula	0,5	1,9	0,8	6,4	1,3		4,6	25,6	3,9	3,1	2,3	4,4	4,7	4,4	12,8	2,2	4,5	8,0
Sora	Font del Molí	23,8	34,1	35	34,8			26,6		28,9	26,8		23,7	24,0			22,5	20,9	
Sora	Font de Sant Joan								6,2										
Sora	Font de l'Espadaler de dalt	36,0	143,4	53,1	129,4	69,0		130,3	69,7	73,1	83,7	44,5	64,5	80,8	25,8	55,1	53,0	71,1	76,8

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Sora	Font de Masdemunt	0,5																	
Sora	Font del Boixader	2,4																	
Sora	Font Horta Tremolosa	0,6																	
Sora	Font de Vilademunt	4,9																	
Sora	Font del Rocal	6,8																	
Sora	Font de Vilardell	0,2																	
Sora	Font del Tubau	1,1																	6,9
Sora	Font del Camps	63,8																	
St. Agustí de Lluçanès	Font Casacuberta							102,7											
St. Agustí de Lluçanès	Font de les Vinyes Grosses	1,6			7,4			14,7	13,5	12,2	20,8		2,7	11,5	3,8	16,6			10,8
St. Agustí de Lluçanès	Font de les Vinyes xiques	33,1																	
St. Agustí de Lluçanès	Font dels Veïns	17,9	27,3	20,8	34,3		19,6		24,0	23,6	15,2	19,4	13,8	10,6	13,2	36,5		16,5	22,2
St. Agustí de Lluçanès	Font Coloma	2,9				21,7		28,2											
St. Agustí de Lluçanès	Font de les Mosqueres	12,4	23,6	12,1	17,8	22,5	18,3	20,0	17,3	13,6	21,6	13,9	14,6	14,1	10,4	12,8	19,0	12,7	18,7
St. Agustí de Lluçanès	Font de Perenoguera		144,5	96,2	93,2	69,2			13,3	65,0									
St. Agustí de Lluçanès	Font del Molí de Perenoguera	78,6																	
St. Agustí de Lluçanès	Font de Montorro	0,9																	
St. Agustí de Lluçanès	Font Rano				2,0					4,5									
St. Agustí de Lluçanès	Font de Canal							45,4			45,4						29,7		36,1
St. Agustí de Lluçanès	Font del sol		2,9																
St. Bartomeu del Grau	Font de la Teula	113,8	135,7	107,9	98,5	43,4		83,9	94,2	76,6	89,7			101,2	95,4	104,5	88,0	84,7	46,5
St. Bartomeu del Grau	Font de la Plaça	91,7	104,8	101,3	104,5	99,8		99,4	99,4	93,4	92,9		87,3	77,7	68,3	63,3	66,8	77,3	43,5
St. Bartomeu del Grau	Font del Boix	9,3	14,5				62,9			8,4	13,5		1,9						
St. Bartomeu del Grau	Font del Vicari	10,1	11,4	17,7	6,8	29,2		13,9	20,5	8,2				10,0	11,3	12,4	12,5	13,4	1,3
St. Bartomeu del Grau	Font dels arços										1,3								
St. Bartomeu del Grau	Font de Pol	8,3																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
St. Bartomeu del Grau	Font Horta de Vilanova	41,8																	
St. Bartomeu del Grau	Font de Canaleta	22,6																	
St. Bartomeu del Grau	Font del Carrer nou	169,5																	
St. Bartomeu del Grau	Font del Cabrit		4,1																
St. Boi de Lluçanès	Font de la Prada	7,5	12,1	12,5	14,5	14,4	16,6	20,7	21,3	22,2	24,9	25,0	27,6	28,3	27,2	27,0	28,0	25,2	23,8
St. Boi de Lluçanès	Font del Boix	1,4	2,9	2,2	5,8	1,8													
St. Boi de Lluçanès	Font dels Plàtans				75,0				64,3	64,3			48,2		3,7				
St. Boi de Lluçanès	Font de l'Horta vella							15,8	8,7	2,1			6,0						
St. Boi de Lluçanès	Font de la Mina	0,6	3,9	0,5	3,2	0,3	0,6	2,2	1,3	4,2	0,8		0,4	0,6	0,4	0,7	1,0	3,8	4,8
St. Boi de Lluçanès	Font dels Veïns	18,3																	
St. Boi de Lluçanès	Font de Mosqueres	10,4																	
St. Boi de Lluçanès	Font de la Boixa	30,1							13,9	10,8	21,4	15,9	17,2	10,8		13,4	8,4	9,9	11,2
St. Hipòlit de Voltregà	Font de la Sala	12,7	187,3	80,4	58,2	32,5	8,9	64,1	43,5	40,7	49,7	52,7	39,6		57,8	50,7	40,5	72,3	25,2
St. Hipòlit de Voltregà	Font del Bac	26,5	238,7											32,5				125,2	72,4
St. Hipòlit de Voltregà	Font del Volador	201,1	253,8	210,5	58,5	189,8	179,6	153,1	155,1										
St. Julià de Vilatorrada	Font de Casadevall	64,7																	
St. Julià de Vilatorrada	Font de la Riera	0,6	2,9	3,7	2,1	0,7		1,1	19,3	1,3		1,5	2,2	1,5		4,2	6,9	1,6	5,3
St. Julià de Vilatorrada	Les Set fonts	22,1	31,2	25,2	21,3	22,7	17,5	19,8	23,7	22,6	41,3	23,9	27,5	33,8	26,4	25,7	27,1	54,7	
St. Julià de Vilatorrada	Font d'en Pep	46,4	58,6	64,6	56,1	59,3	60,2	51,5	63,8	59,9	60,1		55,1	47,9				57,4	56,1
St. Julià de Vilatorrada	Font de Puiglagulla	0,6																	
St. Julià de Vilatorrada	Font d'en Fèlix															11,3	27,6	53,2	56,5
St. Martí d'Albars	Font de La Blava		101,6						91,0								54,9		
St. Martí d'Albars	Font del Bullidor					3,9													
St. Martí d'Albars	Font de Carboneres	93,4				184,5													
St. Martí d'Albars	Font de les Escaredes		147,7	112,9	161,3				193,7		154,0	108,5	144,2	109,3	93,8	99,7	118,0	78,3	
St. Martí d'Albars	Font Cal Blanc o St. Martí		126,2	98,4	119,9	102,4	87,5		149,8	232,9	145,0	120,2	116,4	102,9	98,0	101,6	104,2	102,7	106,9

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
St. Martí d'Albars	Font de l'Horta	53,2																	
St. Martí d'Albars	Font de la Coromina	1,5																	
St. Martí de Centelles	Font Rectoria Valldenuu		5,7	1,4	1,7				0,4		2,0		2,1	7,9	14,8				
St. Martí de Centelles	Font Alzines de l'Oller		59,9	5,2	66,1	71,5	17,1	15,4	15,8	40,1	38,1	24,1	29,7	12,4	7,5	11,2	33,6	12,8	42,2
St. Martí de Centelles	Font de St. Martí		25,1	16,9	46,7	19,0		62,0	47,6		37,2	29,4	29,4	40,4	27,1	31,5	26,3	41,1	35,4
St. Martí de Centelles	Font Ermita Valldenuu		5,7	8,2															
St. Martí de Centelles	Font de Can Corpus	9,5																	
St. Martí de Centelles	Font del Castell	36,5																	
St. Pere de Torelló	Font de la Redortra								2,0				8,4	10,0		5,6			
St. Pere de Torelló	Font de la Figuera	55,9							92,9	90,8				94,9	100,1				
St. Pere de Torelló	Font d'en Ridaura	38,7								106,4	107,3	74,5	79,4	97,8	59,6	63,5		68,9	78,0
St. Pere de Torelló	Font de la Vola	4,1																	
St. Pere de Torelló	Font del Cementiri	123,8																	
St. Pere de Torelló	Font Tosquera							0,2											
St. Pere de Torelló	Font Santa		0		0,1														
St. Pere de Torelló	Font Vidranesa	2,9	2,2	3,0	4,9	2,1	2,9	2,8	2,6	4,7	2,9	3,6	4,3	7,0		6,9		2,8	4,0
St. Pere de Torelló	Font de la Riera	3,4	6,2	5,2	8,8		11,2	13,3	7,6	8,2	6,9	7,7	8,5	17,7		15,8			
St. Pere de Torelló	Font d'en Falcó	355,8																	
St. Pere de Torelló	Font de les Perdius	27,3																	
St. Pere de Torelló	Font del Ruixol	84,7																	
St. Pere de Torelló	Font dels Desmais	30,3																	
St. Pere de Torelló	Font Nova	17,8																	
St. Pere de Torelló	Font de les Cogules	25,1																	
St. Pere de Torelló	Font Santa del Raig		127,1																
St. Quirze de Besora	Font del Bufí	22,1	69,9	90,4	61,1								63,1	25,5					

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
St. Quirze de Besora	Font de l'Espadaler	44,1	91,1	70,6	72,9	56,0	41,7	79,5	51,9	52,5	70,4	52,2	26,4	50,2	49,4	42,4	39,5	87,6	68,6
St. Quirze de Besora	Font de la Petxa	59,1	48,5	39,5	80,8														
St. Quirze de Besora	Font Fresca	3,9														4,7	4,6	5,3	
St. Sadurn d'Osormort	Font dels Peons o Font Santa	7,3	8,5	8,1	7,6	8,1	8,3	8,5	8,0	8,0	8,3	8,2	10,2	11,6	12,4	33,1	14,9	15,0	18,1
St. Sadurn d'Osormort	Font del Tei	0,5			9,6														
St. Sadurn d'Osormort	Font Torrents del Prat	0,1																	
St. Sadurn d'Osormort	Font del Rifà	16,9	8,9	9,5		9,2	9,6	9,7	10,4	11,4	12,0	13,1	13,1	14,7	13,1	13,4	14,4	15,3	16,3
St. Sadurn d'Osormort	Font de Masferrer	1,4	1,5	1,3	2,6	2,2		4,7		3,8	5,1	4,7			6,5				
St. Sadurn d'Osormort	Font de Masjoan									1,6	1,4	1,3							
St. Vicenç de Torelló	Font de Vilardell																		
St. Vicenç de Torelló	Font del Bassalet	75,6	94,6	90,1	80,1	76,0	76,1	99,4	92,2	107,5	117,3	95,7	97,8	130,5	107,7	101,7	105,0	142,0	139,0
St. Vicenç de Torelló	Font de Nogueres	98,7	120,5	117,4	96,3	118,4	115,4	120,5	109,6	119,8	126,9	121,9	113,2	133,5	144,6	41,5	143,5	125,2	94,5
St. Vicenç de Torelló	Font del Viver	49,5	77,6	86,4	81,7	88,9	72,5	82,0	85,7	81,7	84,4	67,5	62,8	89,3	97,7	90,2	87,9	105,8	103,1
St. Vicenç de Torelló	Font del Parc	2,7																	
St. Vicenç de Torelló	Font de la Palmarola	0,3																	
Sta. Cecília de Voltregà	Font de Puig Pelat		0,9	1,8	1,1	1,0	1,7	6,7	1,3	1,6	1,3	1,7	1,7	1,2		1,5	2,1	0,9	2,5
Sta. Cecília de Voltregà	Font de Gallisans		179,2	214,7	231,5	251,0	250,2	251,2	265,6	301,8	335,9	407,5	393,6	353,4	430,2	424,6	432,6	395,6	465,8
Sta. Cecília de Voltregà	Font de Sta. Cecília	83,3	214,4	147,3	121,9	111,0	79,8	176,9	176,9	175,5	215,5	145,3	187,6	238,0	176,2	137,8	169,1		317,2
Sta. Eugènia de Berga	Font Xica	139,7		140,8	188,7	150,3	107,3	172,2	161,0	187,3	213,6	180,0	192,3	223,1	154,4	123,2	112,5	217,9	155,8
Sta. Eugènia de Berga	Font del Paradís	119,6	128,0		60,1			96,2	56,0		81,9			73,2		84,6	65,5	77,4	83,8
Sta. Eugènia de Berga	Font d'en Manon	75,7	139,9	109,3	123,1	93,1	56,4	117,4	91,3	101,6	165,7	91,7	92,0	140,1	81,4	72,2	69,0	156,0	90,3
Sta. Eugènia de Berga	Font Saladeures	122,0																	
Sta. Eugènia de Berga	Font Rodona o de Sta. Eugènia	56,3	108,7																
Sta. Eugènia de Berga	Font Freda	133,7																	
Sta. Eugènia de Berga	Font de Can Bailón	139,8																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Sta. Eugènia de Berga	Font de Fontanelles	40,1																	
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font de les Planes	40,2	9,0	11,8	164,3	12,5	3,2	74,6		18,8		33,6	10,5			3,6	1,8	18,5	25,7
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font Gran	41,0	54,6	37,1	60,8	36,7	34,3	65,5	39,9	48,9	60,1	43,1	46,2						68,6
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font Codina	89,6		114,3	104,4			132,7	117,5	145,9	159,0	132,4	129,6	133,5	122,7	135,2	132,5	156,1	141,2
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font de la Vall		122,0																
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font de Torruella	3,7		3,4															
Sta. Maria de Besora	Font del Gorg de la Guilla	2,9	5,4	3,4	3,7	2,3	2,6	6,7	4,8	4,5	5,9	6,1	6,4	7,0	5	8,8	5,5	7,9	7,3
Sta. Maria de Besora	Font del Revell	24,5	52,1	27,1	56,4	35,3	2,9	9,2	60,1	53,0	54,6	35,6	37,1	43,9	8,5	35,1	55,9		31,6
Sta. Maria de Besora	Font del Molí del Mir	1,2																	
Sta. Maria de Besora	Font del Gorg Negre	1,0																	
Sta. Maria de Besora	Font de l'Adam	15,7																	
Sta. Maria de Besora	Font del Ferrers	0,5	0,0	0,7	1,1	0,7	1,1	6,6	0,2		0,5		0,2	0,1					
Sta. Maria de Besora	Font de Sobrerroca	0,2																	
Sta. Maria de Besora	Font del Ginebre	1,0																	
Sta. Maria de Besora	Font del Tei (Mas Plà)	2,9															22,9		3,5
Sta. Maria de Besora	Font del Pontarró	5,7																	
Sta. Maria de Besora	Font de Càrpiles	1,6																	
L'Esquirol	Font de la Parra	79,0					14,1	48,5	57,6										
L'Esquirol	Font de l'Escudella	31,6																	
L'Esquirol	Font del Campàs	7,6																	
L'Esquirol	Font de la Senayada	39,6																	
L'Esquirol	Font de la Sala	164,4																	
L'Esquirol	Font de Cabrera	5,9	5,1	5,9	4,4	5,4	6,6	4,5	7,9	4,6	4,4	6,3	3,9		5,8				
L'Esquirol	Font de la Foradada	4,1	6,0	4,3	10,9					9,2	6,6	6,0	8,0	6,6			16,2	4,8	8,6

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
L'Esquirol	Font de les Fontiques	91,5	88,9	98,1	97,8	95,6	98,7	49,9	42,9	52,8	17,1	62,7	60,8			60,3			
L'Esquirol	Font de Comermena	230,5	106,4	66,6	60,8				77,7		74,0	58,9	55,4	60,5	44,4	86,5	50,8	51,0	69,9
L'Esquirol	Font Molí del Campàs	116,1																	
L'Esquirol	Font de la Teula (St.Julià)	0,2																	
L'Esquirol	Font de Can Franc	2,6																	
L'Esquirol	Font de l'Osca	3,5																	
L'Esquirol	Font Bona	3,0																	
L'Esquirol	Font Mareta (Aiats)	0,2																	
L'Esquirol	Font de la Tuta	17,1																	
L'Esquirol	Font Fosca/Negre	1,1																	
L'Esquirol	Font del Rector	0,1																	
L'Esquirol	Font de St. Julià	0,4																	
L'Esquirol	Font del Vilar	19,0																	
L'Esquirol	Font Tornall	18,0																	
L'Esquirol	Font el Pontarró	190,3																	
L'Esquirol	Font la Roca	11,3																	
L'Esquirol	Font la Falcia	39,3																	
L'Esquirol	Font la Bardissa	288,9																	
L'Esquirol	Font de l'Arç	1,3																	
L'Esquirol	Font de les Alsines	17,3																	
L'Esquirol	Font Els Manlleus	139,7																	
L'Esquirol	Font Teuleria del Collell	0,6																	
L'Esquirol	Font dels Enamorats				0,4						2,8			0,0					
L'Esquirol	Font del Rajolí	11,3									39,0			95,9	54,7	21,3	25,0	12,0	8,3
L'Esquirol	Font Negre	1,2																	
L'Esquirol	Font del Faig	0,4																	

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Taradell	Font de la Madriguera						114,2	133,9	132,0	151,5	180,6	130,3	131,6	174,2	124,6	108,7	114,0	172,2	151,3
Taradell	Font de Masgrau	0,3																	
Taradell	Font de Cassanell		272,2		398,0	229,5		452,3	358,9	350,5	419,9	330,0	360,6	456,9				456,8	344,8
Taradell	Font Gran	78,6	98,8	45,4	14,0	21,4	9,9	79,2	13,5	55,7	66,1	27,2							
Taradell	Font del Rabató	12,3	96,1	3,9	3,0	3,1	2,6	93,6	91,5	16,0	131,8	105,9	21,0	124,3	18,9	104,5	19,0	164,6	91,0
Taradell	Font del Raig	62,6											122,3	157,7	144,1	88,5	109,0	158,7	
Taradell	Font del Gos	126,1																	
Taradell	Font Antiga	139,4																	
Tavèrnoles	Font del Castell		66,6	28,0	36,8	12,7		42,4	40,5	21,1	18,6	8,9	9,2	9,5		6,7	10,6	15,8	9,7
Tavèrnoles	Font de la Baronessa		3,5	3,0	2,4	2,4	2,7	1,8	1,7	3,5	3,1	3,4	4,8	4,1	4,6	7,4	2,5	2,3	2,8
Tavèrnoles	Font del Pujol	31,6		81,6	63,1	83,0	78,3	55,0	63,8	66,2	82,2	69,6	67,9	61,3	66,6	44,3	51,1	76,0	66,8
Tavèrnoles	Font de Can Roquet		129,4																
Tavèrnoles	Font dels Foquers	81,7																	
Tavertet	Font de Rajols		4,9	2,7	5,6	4,6	4,7	4,2	6,1	4,8	4,4	7,3	8,3	6,2	6,0	6,6	8,2	6,3	7,7
Tavertet	Font del Puig	19,1																	
Tavertet	Font del Gorgàs		2,5	1,3						1,5		3,8	2,1	1,4				2,1	1,3
Tavertet	Font de les Piques									0,4	0,6	0,3	0,9	0,0				0,9	0,8
Tona	Font dels Trèmols	2,0																	
Tona	Font del Prat	91,8																	
Tona	Font de Sant Miquel	57,4																	
Tona	Font del Pi tort	140,2																	
Tona	Font de Barbat	22,7																	
Tona	Font de la Suissa	101,6	103,1	98,0	99,9	91,4		83,6	101,9	222,5	121,8	89,2	76,4	84,5	67,1	55,7	60,6	88,6	71,9
Tona	Font Sorell	127,7	171,7	175,5	83,8			230,1	222,5	218,6	239,3	204,1	193,4	197,4					
Tona	Font de Güells	8,4	19,7	11,5	17,2	15,3	13,5	26,7	19,7	10,7	15,4	10,4	13,1	15,7	11,7	19,2	11,1	15,1	42,2

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Tona	Font de la Talaia	104,2																	
Tona	Font de Can Regàs	76,9																	
Torelló	Font de Martorell		124,3						90,4										
Torelló	Font del Raig	198,7	110,4						190,1	228,9			241,5	200,1		262,2	241,7	177,4	264,8
Torelló	Font de Puigrobí	116,9	134,0	149,5	134,2	76,0	124,5	93,6	115,9	145,6	170,5	135,2	149,5	143,7	109,9	100,2	90,0	146,2	130,7
Torelló	Font de Sanayàs							79,9	82,5										
Torelló	Font dels Ocells	90,6	81,6	95,8	97,6	106,6	126,9	107,8	147,6	164,3	184,5	132,2	149,5	158,0	131,2	134,7	127,9	125,8	131,9
Torelló	Font de Baix	68,6																	
Torelló	Font nova	116,9																	
Vic	Font del Ferro	0,2		8,1			5,9	16,0	10,9	44,5	80,1	19,7	13,1	77,7	9,9	2,8	2,7	81,4	46,8
Vic	Font de la Talaia	209,0	149,8	47,0	285,0	21,7	45,6	229,5	67,9	93,1	153,7	52,2	49,3	123,7	44,1	45,7	29,0	178,1	311,3
Vic	Font de Fontarnau																		
Vic	Font de la Codina nova	444,8							433,3	444,0	387,4	348,6	280,6	227,4	245,6	151,0	191,0	410,6	212,7
Vic	Font del Cantarell	105	217,5	152,9	371,2	160,1	109,6	209,9	167,1	169,6	208,8	159,6	156,2	195,8	149,9	122,3	118,5	225,7	
Vidrà	Les Nou Fonts	1,3	1,6	2,1	2,1	2,1	1,9	1,9	2,5	2,2	1,5	1,2	2	2,6	2,5	3,4		2,4	2,0
Vidrà	Font Martingala	10,7	9,8	10,2	12,6	8,8	15,0	9,4	12,6	7,4	6,6	7,5	6,7	5,6	6,8	11,2	7,2	4,1	6,0
Vidrà	Font de St. Bartomeu	5,1	6,3	6,1	8,5	5,3	6,1	9,5	12,3	7,0	4,4	11,1	9,2	10,0	5			9,7	4,8
Vidrà	Font de Torrents	6,1																	
Vidrà	Font de la Comassa	11,2																	
Vidrà	Font del Pujol	0,1																	
Vidrà	Font de la Coma del Ges	0,2																	
Vidrà	Font de la Vilavella	3,0																	
Vidrà	Font de l'Abeurador	6,1																	
Viladrau	Font de les Delícies	0,0									0,5	0,4							
Viladrau	Font del Castanyer																		
Viladrau	Font de les Ametistes		0,0	0,3	0,5	0,2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,0		0,2	0,5		1,3	0,4		

		2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipi	Punt de mostreig	Nitrats mg/L																	
Viladrau	Font del Noi Gran	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Viladrau	Font de les Paitides	14,7								14,9	14,8				15,1	15,3		16,4	14,3
Viladrau	Font del Ferro	0,3																	
Viladrau	Font de l'Oreneta	0,3																	
Viladrau	Font dels Enamorats	20,9																	
Viladrau	Font d'en Miquel	29,8									16,0	13,1							
Viladrau	Font Rupitosa		0,6	1,4	1,2	1,4	1,7	0,8	1,1	1,2	1,3	1,1	1,0	1,3	1,6	0,9	1,4	1,2	0,7
Viladrau	Font de la Gonara	15,7																	
Viladrau	Font de Can Feliu									0,6	0,7	0,5	0,9						
Vilanova de Sau	Font de la Coromina	24,2	18,9	29,6	26,4	22,4	19	17,3		34,7	38,9	29,1	32,8	45,6	32,1	28,5	33,0	57,5	31,3
Vilanova de Sau	Font del Raig	32,1	34,1	11,7	20,5	5,7	4,9	45,4	3,0	12,4	22,0	12,1	7,0	31,2	8,8	60,5	31,0	36,2	16,2
Vilanova de Sau	Font del Bisbe	0,6	0,4	0,8	1,0	0,7	1,0	0,9	0,2	1,1					1,2	1,1	1,2	1,1	1,0
Vilanova de Sau	Font Vella	3,0																	
Vilanova de Sau	Font de la Plaça	2,9																	
Vilanova de Sau	Font d'en Martí	0,5																	
Vilanova de Sau	Font de l'Eureda	15,8																	
Vilanova de Sau	Font del Crous	0,6																	
Vilanova de Sau	Font de les Fagedes	24,3																	
Vilanova de Sau	Font de la Moreneta	3,7																	
Vilanova de Sau	Font de Vallbodeny	1,3																	
Vilanova de Sau	Font del Rector	6,7																	
Vilanova de Sau	Font de Coll de Ravell	3,3																	
Vilanova de Sau	Font Crta. Vallclara	0,1																	
Vilanova de Sau	Font Sta. Maria de Vallclara	0,1																	
Vilanova de Sau	Font Codina								4,9										

5.2 Annex II

Taula 5-II Taula de la mitjana anual de la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona de l'any 2002 a 2011. Font: pròpia.

Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Alpens	6,8±10,8	0,9±0,62	0,4±0	1±0,86	0,6±0	0,7±0	0,7±0	1±0,55	1,2±0,60
Balenyà	57,8±60,9	86±52,8	90,7±63,5	100,7±36,2	164,6±0	164,6±0	133,9±74,0	151,1±94,3	130,3±97,2
Calldetenes	90,6±58,7	210,6±45,1	197,5±27,1	229,6±28,1	189,3±26,5	141,5±21,2	172,5±88,4	259,9±62,6	209,9±34,4
Centelles	77,1±47,4	46,7±41,2	36,5±51,1	51±68,1	31,3±40,7	82,5±86,9	58,9±59,7	56,2±78,0	76,5±65,3
Collsuspina	36,8±35,6	88,4±19,4	91,7±24,5	97,7±3,04	60,3±0	60,3±0	104±4,45	113,2±2,54	105,9±12,3
El Brull	19,3±0	0,1±0,15	0,9±0,35	0,8±0,72	0,4±0,42	0,5±0,35	0,8±0,75	2,3±1,89	0,8±0,56
Espinelves	0,3±0,21	0,9±0,81	1,5±0,37	0,9±0,11	0,6±0,10	5,3±8,91	5,5±8,50	5,3±8,60	1,3±0,20
Folgueroles	90,9±57,3	60,6±15,5	67,7±29,7	57,7±24,3	67,1±36,6	44,5±8,10	41,1±21,9	60,6±20,0	59,2±25,3
Gurb	158,5±99,3	175±116,	187,7±122,	181,8±143,	188±134,	165,6±131,	242,4±178,	151,6±139,	207,5±184,
L'Esquirol	52,6±76,0	51,6±53,6	43,7±46,4	43,5±42,7	50,5±63,7	39,8±51,1	34,3±25,8	46,5±29,4	22,2±26,6
Lluçà	13,4±34,7	100,4±115,	212,7±0	104,2±61,9	248±0	104,2±143,	104,2±0	137,8±87,3	120,7±52,6
Malla	57,6±25,9	78,8±23,5	70,8±44,5	88,1±4,66	57,3±56,7	57,3±0	133,2±81,6	157,5±82,5	97,9±18,5
Manlleu	131±96,8	286,6±56,1	302,7±141,	298±81,2	239,3±0,84	203,4±80,9	228,5±46,1	256,7±67,4	253,7±74,2
Masies de Roda	152,9±75,0	235,1±107,	186,1±78,7	196,5±117,	183,2±89,5	147,1±51,4	235,2±140,	156,5±84,5	142±52,5
Masies de Voltregà	98,7±98,0	197,4±179,	142,2±136,	117,7±100,	108±115,	93,5±121,	129,2±92,5	118,7±143,	133,5±134,
Montesquiu	14,4±15,1	24,2±9,40	16,7±18,3	18,7±3,53	25±0	24,1±0	24,2±2,54	24,1±1,34	24,8±3,46
Muntanyola	3,2±6,28	0,8±0,41	1,1±0,76	1,4±0,60	0,5±0,72	0,5±0,42	1,2±0,95	1,5±0	1,3±0,85
Olost de Lluçanès	38,2±24,7	137,6±50,7	52,2±39,4	57,7±43,1	99,7±0	56,4±0	88,8±51,9	99,7±24,3	79,8±16,8
Orís	16,2±16,3	5,2±3,86	2,9±1,76	3,8±3,81	3,2±2,61	1,8±0	23,3±34,2	2,4±2,19	2,5±20,6

Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Orietà	84,5±77,5	55,2±88,8	71,1±95,7	85,3±132,	74,6±92,3	167,7±0	63,1±89,5	67,5±91,5	64,7±88,3
Perafita	48,6±44,1	118,5±23,6	118,9±10,6	87±80,7	97,3±0	44,3±69,3	115,3±55,4	99,8±50,5	73,7±39,6
Prats de Lluçanès	70,5±38,2	126,3±55,3	100,2±49,5	108,6±54,6	110±0	76,6±26,4	129,7±55,8	91,8±35,2	105,5±30,2
Roda de Ter	123,5±113,	274±0	191,7±0	227,6±0	183,1±0	142,8±0	265,6±0	176,4±0	182,2±0
Rupit	7,5±7,01	9±7,85	7,1±5,68	15,8±21,2	3,7±0,55	5,4±1,41	17,5±21,3	11,4±8,75	10,5±7,91
Seva	47,8±56,3	38,7±19,2	42,1±25,3	33,3±16,8	42,5±19,9	50,3±0	30,6±28,1	31,1±22,9	45,8±0
Sobremunt	30,5±24,2	31,7±23,4	30,2±19,3	26,4±20,8	34,1±24,7	29,1±23,9	28,9±23,2	18,4±16,0	14,1±15,4
Sora	12,8±20,5	59,8±74,1	29,6±26,5	56,9±64,4	35,2±47,8	35,2±0	53,8±67,1	33,8±32,5	35,3±35,0
St. Agustí de Lluçanès	21,1±27,8	49,6±64,1	43±46,2	30,9±36,9	37,8±27,1	19±0,91	42,2±35,7	17±5,00	23,8±24,0
St. Bartomeu del Grau	58,4±60,1	54,1±61,4	75,6±50,2	69,9±54,7	57,5±37,3	62,9±0	65,7±45,5	71,4±44,1	46,7±44,8
St. Boi de Lluçanès	7,6±11,2	6,3±5,04	5,1±6,49	24,6±33,9	5,5±7,74	8,6±11,3	12,9±9,58	23,9±24,8	23,2±25,5
St. Hipòlit de Voltregà	80,1±105,	226,6±34,8	145,5±91,9	58,4±0,21	111,2±111,	94,3±120,	108,6±62,9	99,3±78,9	40,7±0
St. Julià de Vilatorrada	30,1±28,3	30,9±27,8	31,2±30,8	26,5±27,3	27,6±29,6	38,9±30,1	24,1±25,4	35,6±24,5	27,9±29,6
St. Martí d'Albars	49,4±46,0	125,2±23,0	105,7±10,2	140,6±29,2	96,9±90,4	87,5±0	87,5±0	144,8±51,5	232,9±0
St. Martí de Centelles	23±19,0	24,3±25,5	7,9±6,59	38,2±33,0	45,3±37,1	17,1±0	38,7±32,9	21,3±24,0	40,1±0
St. Pere de Torelló	64,1±98,6	33,9±62,2	4,1±1,55	4,6±4,35	2,1±0	7,1±5,86	5,4±6,93	4,1±44,4	52,5±53,6
St. Quirze de Besora	26,1±24,2	69,8±21,3	66,8±25,6	71,6±9,91	56±0	41,7±0	79,5±0	51,9±0	52,5±0
St. Sadurní d'Ososmort	5,2±7,13	6,3±4,16	6,3±4,38	6,6±3,60	6,5±3,76	9±0,91	7,6±2,61	9,2±1,69	7,7±4,36
St. Vicenç de Torelló	45,4±43,6	97,6±21,6	98±16,9	86±8,92	94,4±21,7	88±23,7	100,6±19,2	95,8±12,3	103±19,4
Sta. Cecília de Voltregà	83,3±0	131,5±114,	121,3±108,	118,2±115,	121±125,	110,6±127,	144,9±125,	147,9±134,	159,6±150,
Sta. Eugènia de Berga	103,4±39,9	125,5±15,7	125,1±22,2	124±64,3	121,7±40,4	81,9±35,9	128,6±39,2	102,8±53,4	144,5±60,5
Sta. Eulàlia de Riuprimer	43,6±35,2	61,9±56,8	41,7±50,5	109,8±51,9	24,6±17,1	18,8±21,9	90,9±36,4	78,7±54,8	71,2±66,4
Sta. Maria de Besora	5,2±7,77	19,2±28,6	10,4±14,5	20,4±31,2	12,8±19,5	2,2±0,96	7,5±1,47	21,7±33,3	28,8±34,2
Taradell	69,9±57,0	155,7±100,	24,7±29,3	138,3±224,	84,7±125,	42,2±62,4	189,8±176,	149±148,	143,4±149,
Tavernoles	56,7±35,4	66,5±62,9	37,5±40,1	34,1±30,4	32,7±43,8	40,5±53,4	33,1±27,8	35,3±31,3	30,3±32,3
Tavertet	19,1±0	3,7±1,69	2±0,98	5,6±0	4,6±0	4,7±0	4,2±0	6,1±0	2,2±2,28
Tona	73,3±49,0	98,2±76,1	95±82,0	67±43,8	53,4±53,8	13,5±0	113,5±104,	114,7±102,	150,6±121,

Municipi	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Torelló	118,3±49,2	112,6±22,8	122,7±37,9	115,9±25,8	91,3±21,6	125,7±1,69	100,7±13,9	136±44,2	179,6±43,7
Vic	189,7±190,	183,6±47,8	69,3±74,9	328,1±60,9	90,9±97,8	53,7±52,3	151,8±118,	169,8±187,	187,8±178,
Vidrà	4,9±4,15	5,9±4,11	6,1±4,05	7,7±5,29	5,4±3,35	7,7±6,68	6,9±4,35	9,1±5,74	5,5±2,89
Viladrau	10,2±11,6	0,2±0,34	0,6±0,73	0,6±0,51	0,6±0,72	0,8±0,81	0,6±0,2	0,5±0,52	3,5±6,40
Vilanova de Sau	7,9±10,6	17,8±16,8	14±14,5	16±13,2	9,6±11,3	8,3±9,46	21,2±22,5	2,7±2,36	16,1±17,0

5.3 Annex III

Taula 5-III Taula de la mitjana anual de la concentració de nitrats a l'aigua de les fonts dels municipis de la comarca d'Osona de l'any 2012 a 2019. Font: pròpia.

Municipi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alpens	1,2±0,43	1,1±0,35	1,5±0,47	1,3±0,69	1±0	11,9±38,8	1,4±0,84	5,9±10,0
Balenyà	89,5±75,8	129,8±136,	97,1±61,5	133,4±128,	203,4±0	112±0	111,9±84,5	105,7±79,8
Calldetenes	242,9±92,9	201,7±0	213,7±23,8	220,4±61,6	148,9±35,8	178,5±35,3	167,9±18,8	232,5±79,3
Centelles	70,4±59,3	61,3±52,5	93,5±54,8	63,3±58,7	70,4±60,5	54,1±47,1	70,5±60,2	64,2±89,1
Collsuspina	91,9±0	92,3±19,5	105,1±2,96	97,6±3,95	45±0	144,3±0	93,2±0	106±0
El Brull	1,2±0,49	1,3±0,28	1,4±0,07	0,9±0,78	1±0	1,8±2,02	1,3±0	0,8±0,75
Espinelves	1,9±1,37	1,2±0,36	1,5±0,49	1,3±0,51	1,5±0,42	3,6±3,18	1,5±0,63	1,9±1,06
Folgueroles	76,1±49,1	56,1±24,7	61,2±21,3	65,1±14,1	56,7±16,3	52,2±3,78	50±5,70	95,4±51,6
Gurb	244,1±189,	221,9±174,	216,8±145,	232,2±157,	211,8±132,	161,3±119,	183,3±145,	234±150,
L'Esquirol	24±27,9	33,5±31,5	32±30,2	40,8±45,6	35±25,7	56±32,8	30,7±17,9	22,6±24,8
Lluçà	137±42,1	93,1±44,9	107,9±49,3	113,2±56,2	215,7±0	78,2±35,3	102,5±62,9	110,5±78,8
Malla	107,8±45,6	68,7±55,6	56,2±43,4	77,6±37,9	100,1±0	54,5±31,1	98,8±25,5	91,5±40,2
Manlleu	260,7±54,5	195,7±85,8	142,2±32,9	223,4±74,5	177,4±96,0	167,9±51,7	132,8±60,1	254±76,8
Masies de Roda	223,5±145,	177±80,2	131,7±89,5	257±108,	116,3±109,	115,7±53,7	114±29,2	90,5±15,9
Masies de Voltregà	137,9±121,	108±104,	110,2±92,7	113±144,	109,3±146,	123,3±105,	100,3±82,4	128±173,

Municipi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Montesquiu	26,2±0	22,7±0	23,5±2,75	26±0	24,1±4,59	17,3±0,07	10,5±14,2	31,1±1,55
Muntanyola	1,2±1,05	1,1±0,7	1,2±0,83	1,1±1,01	1,2±0,7	1,2±0,90	1,5±1,13	0,6±0,84
Olost de Lluçanès	89,6±19,1	60,3±11,5	38,1±0	49,6±0	74,7±20,2	74,7±0	74,7±0	108,6±0
Orís	10,6±14,2	0,9±0	2,6±2,68	1,9±1,48	1,6±0	4,4±5,09	7,3±8,62	4,2±3,30
Oristà	61,1±72,3	62,4±81,9	67,2±110	48,1±77,7	21,4±29,2	55,2±71,8	57,3±65,7	51,4±72,5
Perafita	65,8±26,7	57,2±29,3	67,4±45,3	81,2±20,0	69,8±3,67	66,7±25,3	81,3±24,5	88,3±26,2
Prats de Lluçanès	100,4±23,3	78,6±17,0	71,5±16,3	76,1±17,8	56,1±6,92	104,9±0	70,1±0	70±16,5
Roda de Ter	239,9±0	164,1±0	178,9±0	216,7±0	151±0	125,1±0	133,3±0	222,6±0
Rupit	6,8±4,21	6,3±2,95	8,4±7,15	9,7±7,55	8,5±7,69	14,8±11,8	8,9±5,99	9,1±7,35
Seva	43,1±26,1	44,2±27,3	36,9±21,6	34,3±21,6	33,4±19,0	29,2±19,6	35,5±19,7	30,3±17,6
Sobremunt	22,4±29,4	13,5±9,04	21,2±23,4	26,4±27,1	11,7±9,32	45,3±55,6	119,9±138	21,5±15,6
Sora	37,9±41,4	23,4±29,8	30,9±30,6	36,5±39,5	15,1±15,1	33,9±29,9	25,9±25,5	32,2±34,7
St. Agustí de Lluçanès	25,8±13,4	16,7±3,88	15,2±6,65	12,1±1,81	9,1±4,82	20,6±11,0	19±0	14,6±2,68
St. Bartomeu del Grau	65,4±48,7	14,9±0	44,6±60,3	63±47,3	58,3±42,9	60,1±46,1	55,8±38,9	58,5±39,2
St. Boi de Lluçanès	12,9±13,0	20,5±6,43	19,9±18,9	13,2±14,0	13,8±14,6	13,7±13,1	12,5±13,9	13±11,0
St. Hipòlit de Voltregà	49,7±0	52,7±0	39,6±0	32,5±0	57,8±0	50,7±0	40,5±0	98,8±37,4
St. Julià de Vilatorrada	50,7±13,2	12,7±15,8	28,3±26,4	21,2±23,7	26,4±0	13,7±10,9	20,5±11,8	41,7±26,8
St. Martí d'Albars	149,5±6,36	114,4±8,27	130,3±19,6	106,1±4,52	95,9±2,96	100,6±1,34	92,4±33,1	90,5±17,2
St. Martí de Centelles	25,8±20,5	26,8±3,74	29,6±15,8	20,2±17,6	16,5±9,90	16±14,3	30±5,16	27±20,0
St. Pere de Torelló	39±59,1	28,6±39,8	4,3±36,2	45,5±46,6	79,8±28,6	9,4±27,4	9,4±0	35,9±46,7
St. Quirze de Besora	70,4±0	52,2±0	44,8±25,9	27,1±17,4	49,4±0	23,5±26,6	22,1±24,6	46,5±58,1
St. Sadurní d'Osona	8,5±4,52	8,7±5,04	11,7±2,05	13,2±2,19	10,7±3,62	23,2±13,9	14,7±0,35	15,2±0,21
St. Vicenç de Torelló	109,5±22,2	95±27,2	91,3±25,8	117,8±24,6	116,7±24,7	77,8±31,9	112,1±28,4	124,3±18,1
Sta. Cecília de Voltregà	184,2±169	184,8±205	194,3±196	197,5±179	303,2±179	187,9±215	201,3±217	198,3±279
Sta. Eugènia de Berga	153,7±66,6	135,9±62,4	142,2±70,9	145,5±75,0	117,9±51,6	93,3±26,5	82,3±26,1	150,4±70,4
Sta. Eulàlia de Riuprimer	109,9±69,9	69,7±54,5	62,1±61,1	96,1±0	83,6±0	69,4±93,0	67,2±92,4	87,3±97,2
Sta. Maria de Besora	20,3±29,7	20,9±20,8	21,8±19,7	17±23,5	6,7±2,47	22,3±13,1	30,7±35,6	5,7±3,11

Municipi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Taradell	199,6±154,	148,4±128,	62,9±143,	182,6±153,	95,9±67,3	106,6±10,6	80,7±53,4	238,1±145,
Tavernoles	34,6±41,9	27,3±36,7	27,3±35,2	25±31,5	35,6±43,8	19,5±21,5	21,4±26,0	31,4±39,2
Tavertet	2,5±2,68	3,8±3,5	3,8±3,97	2,5±3,25	6±0	6,6±0	8,2±0	3,1±2,83
Tona	125,5±111,	101,2±97,4	94,3±91,4	99,2±91,7	39,4±39,1	37,4±25,8	35,9±35,0	51,9±51,9
Torelló	177,5±9,89	133,7±2,12	149,5±53,1	167,3±29,3	120,6±15,0	165,7±85,3	153,2±78,9	149,8±25,9
Vic	207,5±131,	145±148,	124,8±120,	156,2±67,9	112,4±106,	80,4±68,2	85,3±86,1	224±138,
Vidrà	4,2±2,55	6,6±5,01	6±3,65	6,1±3,72	4,8±2,15	7,3±5,51	7,2±0	5,4±3,81
Viladrau	4,8±7,26	3,1±5,62	3,6±0,43	0,6±0,61	5,6±8,26	3,8±7,30	0,6±0,72	5,9±9,14
Vilanova de Sau	30,5±11,9	20,6±12,0	19,9±18,2	38,4±10,1	14±16,1	30±29,7	21,7±17,8	31,6±28,4

5.4 Annex IV

Taula 5-IV Taula de la pluviometria anual (mm) dels municipis de la comarca d'Osona de l'any 2001 a l'any 2019. Meteosona.

Municipi	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cantonigròs	780,5	1336	1402	972,3	656,3	610,6	615,3	897,5	955,5	1025	956	554	733,2			672,6	612,8		718,5
Centelles	585,9	869,2	716,7	587,8	592,9	528,6	465,3	874,5	634,2	801,0	846,3	487,6	575,4	787,7	411,6	616,3	525,3	922,6	614,5
Espinelves	771	1020	1195	1071	823,5	857	626	1040	729,5	1025,0	1300,0	669,2	771,8	780,0	644,4	853,7	767,2	1460,0	791,0
Folgueroles	541,2	792,4	644,8	651,1	667,4	650,6	511,1	877,3	700,7	823,2	966,0	561,2	888,3	867,4	474,1	573,0			574,4
Gurb	574,8	780,4	760,9	703	630,2	542,7	491,9	766,2	622,4	771,6	834,7	504,6	817,8	880,2	524,9	595,6	565,6	1167,8	539,6
Hostalets de Balenyà	485,1	768,6	624	551,2	519,8	505,6	440,6	787,1	596,6	780,9	825,2	467,8	640,5	787,3	503,0	711,9	561,8	1033,6	701,1
L'Esquirol	602,9	1031	1111	801,3	590,6	598	534,7	795,2	883,6	1005,9	1131,9	572,9	751,4		603,3	652,1	674,7	910,2	438,8
La Gleva	466,7	772,4	800,6	685,5	574,6	495,3	447,4	807,3	866,1	939,4	809,5	485,1	805,8	938,5	517,7	663,5	449,0	870,8	472,0
Lluçà	522,5	789,5	800,5	608	505,2	386	301,8	706,7	612	953,7						749,2			
Malla	507,5	783,4	681,3	696,6	501,8	635,2	551,7	790	656,7	868,8	807,1	499,7	747,0	870,2	433,5	655,5	500,0	902,0	607,6

Municipi	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Manlleu	572	780,5	789,5	652	698	667	496	873	679,2	810,0	905,0	507,6	729,4	954,8	575,6	633,2	528,6	1108,0	512,2
Muntanyola				689,7	479,4	482,8	405,8	792,3	571,7	746,5	749,5	447,5	606,3	752,0	466,4	635,4	551,0	1077,0	640,6
Olost del Lluçanès	566,5	788,3	655,3	700,9	621,8	489,2	382,5	908,9	825,9	912,7	800,1	574,2	783,5	970,0	562,2	731,9	547,0	1058,4	598,6
Oristà					513,7	393	351		601	758,1	767,8	535,8	652,9	667,1	502,9	608,1	619,9		497,4
Prats de Lluçanès	549	642,5	704	631	582,3	475	391,7	807,1	625,5	910,3	703,8	662,7	700,3	888,4	544,9	657,4	423,4		518,7
Roda de Ter	555,5	787,6	796,5	775	688,1	622,4	517,8	897,2	789,9	880,4	960,3	473,9	811,7	940,6	527,0	584,6			498,4
Rupit	730,3	1317	1389	1112	967,9	826,1	789,1	1195	943,4	1122,7	1323,9	670,7	908,5	995,7	675,0	763,0	691,6	1200,2	618,4
Sentfons	583,8	873,4	660,1	705,3	778,8	572,9	537	884,6	632	836,8	608,5	510,5	786,3	862,1	505,2	633,2	573,0	1111,0	560,1
St. Boi de Lluçanès	600,5	855,1	754,6	711	736	554,2	466,2	905,9	930,8	1022,2	892,4					578,9	567,0	1429	628,0
Sta. Eulàlia de Riuprimer	595	859	708,3	698,5	686,5	517,6	453	887,1	655,6	848,8	796,4	523,5	736,2	861,2	543,6	618,8	601,6	1185,0	619,2
St. Hipòlit de Voltregà	506,7	755,3	688,7	711,5	575,7	515,2	528,2	836,6	765,6	864,4	795,2	481,1	787,4	952,9	499,8	634,3	490,7		435,0
St. Julià de Vilatorrada	620,4	907,2	849	705,5	678,5	596,1	416,9	761,8	590,5	655,1	965,4	601,6	837,1	1011,3	586,4		670,0	1126,6	572,5
St. Pere de Torelló		1076	922,8	729	594,8		535,8	1044	909	967,0	1082,9	605,8	915,5	1112,3	658,7	764,4	598,8	1091,2	648,1
Taradell	544,1	885,1	791,7	782,1	693,7	659	535,5	865,9	758,7	963,0	803,8	502,6	740,2	889,4	554,2	733,2	609,4	1113,6	669,4
Tavernoles		858,5	901,8	878,4	794,8	794,8	556,6	961	813	930,6	1059,2	607,4	978,4	995,6	613,0	710,6	781,0	1190,0	578,2
Torelló	513	825,7	700,4	720,8	596,8	539,5	463,8	979,6	780,1	870,2	891,5	523,0	781,1	1139,6	636,2	716,4	585,5	1208,4	484,9
Vic	569,2	739,4	635,1	806	634,7	549,6	482,8	844,8	644,7	811,1	754,2	494,9	794,2	918,8	559,5	641,3	531,1	1148,8	562,0
Vidrà							628	1074	885,9	1024,3	1272,9	701,5	1084,9	1145,9		895,9	538,4	1543,4	1003,4
Viladrau	663,8	1074	1246	998,8	619,9	719,5	614,4	1131	730,8	1102,6	1257,7	769,6	1358,9	1012,6	754,9	862,7	755,7		813,1
Alpens																		1293,8	
Calldetenes						581	478		636	662,0	905,3	466,6	20,4		476,4	560,0	585,8	1083,8	540,0
Coll fred (Vidrà)		1650	1646	1112	934,5	847,9	859,9	1421	1235	1304,0	1497,4	755,2	1416,6						
Collsuspina		849,5	838,5	632,5	582,5	550	516	900,5	643,5	734,7	807,9	495,6	738,3	860,3	410,8	730,9	522,2		683,0
El Brull	670,5	1015	895,5	762	783	704	547	1092	743,5	916,5	1035,1	614,3	998,7	1066,9	696,7	749,5	653,2		835,1
Ciuret (Vidrà)	797,9	1578	1354	1246	858,4	877,2	743	1269	1060		1356,1	692,1	1339,0	1165,8	791,4	951,3	778,9		809,9
Sau																	676,4	1183,9	801,6
Sora	694	1095	845	844	750	560	437,7	1027	969		1020,6								

Municipi	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Santuari de Bellmunt																	609,0		572,4
St. Bartomeu del Grau	519,5	689,5	674,5	712	595,5	535,5	545,8	927,5	803	971,1	848,0		830,2	1007,0	615,7	755,0			
Sta. Eugènia de Berga						679,3			684,1		853,4	467,7	629,0						475,4
St. Vicenç de Torelló	533,5					472	381,5		863	878,6	923,3	521,4	829,6	998,0	420,0	712,2			436,8
Vilanova de Sau	546	948,5	811	926	740,5	654	446,8	810	687	933,0	1069,0	525,0	669,5	883,7	465,0	546,2			735,5
Seva																			1030,6
St. Quirze de Besora																			1022,4

5.5 Annex V

Taula 5-V Taula anual de conductivitat a 20º C de l'aigua de les fonts dels municipis d'Osona. Font: pròpia.

Any		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Alpens	Font de la Llena	545	545		570	540	498	524	528
Alpens	Font del Pi	674	685		714		633		713
Alpens	Font de la Pixarella	647	387		667		625	625	650
Alpens	Font Bona						886		940
Balenyà	Font de l'Obi				736				
Balenyà	Font del Molí Verdaguer				1546				
Balenyà	Font de l'Abeurador	867	892	960	963		847	795	884
Balenyà	Font de la Tria	1108			1160			1079	1081
Balenyà	Font de la Talaia		934	785	870	850	962	850	803
Balenyà	Font del Puig			960					
Calldetenes	Font del Figueral	887	896	1335	877	891	942	934	916

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Calldetenes	Font de la Gana	1483		1307	1429	990	1293		1494
Calldetenes	Font de la Boga	1310	1224	1508	1302			1203	1348
Centelles	Font Grossa	1095	1075	1112	1186	1083	1163	1137	1170
Centelles	Font Calenta	914	997	930	940	1100	969	1043	
Centelles	Font de Sauva Negra		721	695	750	683	689	683	713
Collsuspina	Font de la Pullosa		988	939	962				
Collsuspina	Font de Can Regàs		823	885	879	834	997	865	899
El Brull	Font del Faig		123	123	102	120	177		
El Brull	Font d'en Bresc				340		191		
El Brull	Font Pomereta		42	39	41	44	47	43	52
Espinelves	Font del Tell	314	328		335				
Espinelves	Font del Torrent Verd	294	298	283	296	300	243	287	281
Espinelves	Font Fresca	308	312	300	312	310	303	302	311
Folgueroles	Font Trobada	840	744	745	750	728	812	686	918
Folgueroles	Font de la Ricardera	935	849	860	907	811	891	882	823
Folgueroles	Font del Glaç	592	640	613	773	788	733	780	930
Folgueroles	Font del Cargol o Bauma							351	
Gurb	Font Salada	1623		1557	1550	1490	1495	1469	1550
Gurb	Font de les Cases d'Avall	1507	1600	1281	1633	1314	1383	1288	1628
Gurb	Font de la Vila	995	1330		1051		1089		1097
Lluçà	Font dels Bous	1104	1059	986	1027		963	970	978
Lluçà	Font de la Mosquera	889	827	798	951		826		896
Lluçà	Font de les Coves	1093	924	973	1273	1344	1040	994	1395
Lluçà	Font de la Casanova							982	
Malla	Font de Malla		1680	1747	1745	1688	1758	1792	1746

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Malla	Font de la Roca		1930	1685	1640		1501	1102	1690
Manlleu	Font de l'Arç	1753							
Manlleu	Font del Molinot	1569	1534						
Manlleu	Font de la Mare de Déu	1372	1049	934	1311	636	1001	823	1365
Manlleu	Font de la Cadenera	1662	1616	1474	1558	1890	1592	1700	1824
Manlleu	Font de Tarrés	1425	1101	1062	1130		1343	1324	1275
Manlleu	Font de la Miranda	1199						1147	
Masies de Roda	Font de les Cametes					688	977	888	856
Masies de Roda	Font de la Teula	1717	1465	1365	1705	1367		1283	
Masies de Roda	Font de Molins	1219	1241		1175				
Masies de Roda	Font Fresca	813	883	857			915	885	924
Masies de Voltregà	Font del Parató (Despujol)	1340		1252	1227	1226	1190	1244	1229
Masies de Voltregà	Font de la Serratosa	693		844	876	675	768	912	729
Masies de Voltregà	Font de St. Miquel d'Ordeig	1052					1332	1217	
Montesquiu	Font de Planeses					693	719		734
Montesquiu	Font del Castell	750	808		855	905	900	779	789
Montesquiu	Font Nova del Castell							491	
Muntanyola	Font del Dalmau	775	765	817	792	764	698	725	740
Muntanyola	Font de Canamera o la Roca	798	764	768	803	774	768	755	
Muntanyola	Font Freda	820	886	913	829	901	969		742
Olost de Lluçanès	Font Gran					1556			
Olost de Lluçanès	Font del Llop					1321			
Olost de Lluçanès	Font de la Casanova	798	817	781	811				886
Olost de Lluçanès	Font del Gorg Negre	1344							
Olost de Lluçanès	Font C/de la font		1568						

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Orís	Font dels Plàtans	761							768
Orís	Font de les Donzelles	643		653	683		675	521	680
Orís	Font de la Baga	631	575	584	665	620	574	496	665
Oristà	Font Salada	2300	2300	2230	2230	2230	2260	2340	2170
Oristà	Font de la Torre d'Oristà	1198	1189	1219	1223		1206	1230	1170
Oristà	Font de la Baga	977	1080	1088	989	1113	1103	1126	913
Perafita	Font del Gorg negre	1251	1330						
Perafita	Font de la Perera	793	706	1331					
Perafita	Font de l'Hostal Nou	1322			1292		1288	1306	1319
Perafita	Font de la Bauma	699	630	544					
Perafita	Font del Raig	1150	1170	1084	1117		1186	1170	1055
Perafita	Font Vella	974	1334			2260			
Perafita	Font Nova	1248	1162	1200	1426	1090	1316	1190	1487
Prats de Lluçanès	Font del Marçal	1006	963	970	966	969	936		980
Prats de Lluçanès	Font de la Vila		857	876	834	875			804
Prats de Lluçanès	Les Tres fonts	966	950	890	940			885	921
Prats de Lluçanès	Font Calenta						940		
Prats de Lluçanès	Font del Ti						1032		
Roda de Ter	Les Tres fonts	1243	1104	1136	1249	1125	1108	1119	1253
Rupit	Font de la Sala	608	596	649	615	582	696	568	632
Rupit	Font del Saltiri	399	419	383	419	450	338	482	431
Rupit	Font del Carreguell	710	729	569		552			
Rupit	Font de la Guitarra			537	542		543	556	560
Seva	Font de la Serra	863	734	835	820	695	842	860	850
Seva	Font del Sors	939	925	913	931	864	916	852	903

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Seva	Font de Montmany	927	919	898	891	895	876	871	865
Sobremunt	Font Conjunta	539	661		667	694	557		722
Sobremunt	Font de la Roca	863	887		938	924	1368	905	910
Sobremunt	Font de Sta. Lluçia		915				970	1163	1190
Sobremunt	Font de Can Quelet						932	1190	872
Sobremunt	Font del Grau							685	
Sora	Font de la Teula	475		520	524	510	569	520	540
Sora	Font del Molí	1180		1260	1165			1275	1070
Sora	Font de l'Espadaler de dalt	901	926	911	940	859	931	890	880
St. Agustí de Lluçanès	Font de les Vinyes Grosses	895			802	835	789		
St. Agustí de Lluçanès	Font dels Veïns	734	750		774	797	782		783
St. Agustí de Lluçanès	Font de les Mosqueres	908	1030		850	1054	844	1088	888
St. Agustí de Lluçanès	Font de Canal	921					866		
St. Bartomeu del Grau	Font de la Teula	1128			1107	1142	1180	1138	1092
St. Bartomeu del Grau	Font de la Plaça	1372		1334	1327	1409	1350	1366	1354
St. Bartomeu del Grau	Font del Boix	819	940	844					
St. Bartomeu del Grau	Font del Vicari				790	865	880	902	817
St. Boi de Lluçanès	Font de la Prada	787	809		796	802	819	796	798
St. Boi de Lluçanès	Font de la Mina	914			1026	1027	1043	1058	1053
St. Boi de Lluçanès	Font de la Boixa	859	907		871		994	705	913
St. Hipòlit de Voltregà	Font de la Sala	893	807	813	763	821	945	874	892
St. Hipòlit de Voltregà	Font del Bac								1057
St. Julià de Vilatorca	Font de la Riera		514	485	475		514	433	514
St. Julià de Vilatorca	Les Set fonts	694	645	659	703	648	710	690	788
St. Julià de Vilatorca	Font d'en Pep	798		804	776				815

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
St. Julià de Vilatorça	Font d'en Fèlix						537	752	721
St. Martí d'Albars	Font de La Blava							732	
St. Martí d'Albars	Font de les Escaredes	1046	967	995	1029	960	922	835	945
St. Martí d'Albars	Font Cal Blanc o St. Martí	990	1019	983	985	1028	964	871	978
St. Martí de Centelles	Font Alzines de l'Oller	724	654	678	448	415	476	728	837
St. Martí de Centelles	Font de St. Martí	807	817	787	825	772	820	773	458
St. Pere de Torelló	Font de la Redortra			772	767		709		
St. Pere de Torelló	Font de la Figuera				971	980			
St. Pere de Torelló	Font de Riu d'Aura	966	909	907		870			913
St. Pere de Torelló	Font Vidranesa	585	504	556	569		577		598
St. Pere de Torelló	Font de la Riera	687	712	752	762		741		
St. Pere de Torelló	Font d'Ordeig		796						
St. Quirze de Besora	Font del Bufí				691				
St. Quirze de Besora	Font de l'Espadaler	1120	1414	1186	1194	1120	1192	1330	1170
St. Quirze de Besora	Font Fresca				412		407	405	455
St. Sadurní d'Osormort	Font dels Peons	891	847	769	709	679	560	637	678
St. Sadurní d'Osormort	Font del Rifà	520	518	500	562	553	564	560	602
St. Sadurní d'Osormort	Font de Masferrer	266	280			293			
St. Sadurní d'Osormort	Font de Masjoan	263	290						
St. Vicenç de Torelló	Font del Bassalet	881	859	852	925	851	884	873	927
St. Vicenç de Torelló	Font de Nogueres	875	870	955	939	868	871	903	910
St. Vicenç de Torelló	Font del Viver	903	864	839	915	925	927		958
Sta. Cecília de Voltregà	Font de Puig Pelat	636	670	652	655		643	616	673
Sta. Cecília de Voltregà	Font de Gallissans	1282	1455	1471	1335	1515	1482	1536	1390
Sta. Cecília de Voltregà	Font de Sta. Cecília	1290	1450	1405	1779	1508	1509	1184	

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Sta. Eugènia de Berga	Font Xica	1278	1174	1217	1335	1125	1069	1055	1316
Sta. Eugènia de Berga	Font del Paradís	775			798		737	801	833
Sta. Eugènia de Berga	Font d'en Manon	1093	1004	998	1083	974	958	925	1122
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font de les Planes		1945	2210			2410	2460	1146
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font Gran	1204	1386	1365	1204	1370			
Sta. Eulàlia de Riuprimer	Font Codina	1020	980	976	993	843	980	911	1045
Sta. Maria de Besora	Font del Gorg de la Guilla	544	496	501	533	500	547	403	556
Sta. Maria de Besora	Font del Revell	812	595		740	616	765	787	
Sta. Maria de Besora	Font de Ferrers	553		430	420				
Sta. Maria de Besora	Font del Tei (Mas Plà)						720		588
Sta. Maria de Corcó	Font de Cabrera	610	635	644		617			
Sta. Maria de Corcó	Font de la Foradada	506	545	550	541		547	548	503
Sta. Maria de Corcó	Font de les Fontiques	656	787	779			752		
Sta. Maria de Corcó	Font de Comermena	897	912	848	877	847	985	834	885
Sta. Maria de Corcó	Font dels Enamorats	689							
Sta. Maria de Corcó	Font del Rajolí	550		726	665	621	526	580	527
Sta. Maria de Merlès	Font dels Bullidors	1028	902	899	935	950	911	779	880
Sta. Maria de Merlès	Font del Sàlic	917	530	504	506	467	515	557	556
Sta. Maria de Merlès	Font del Molí del Mas	789	828	778	896	770	991	999	889
Taradell	Font de la Madriguera	843	747	759	845	734	718	715	871
Taradell	Font de Cassanell	1525	1446	1468	1608				1583
Taradell	Font Gran	707	552						
Taradell	Font del Rabató	1085	1000	688	686	665	993	704	689
Taradell	Font del Raig			1283	1315		1262	1239	1324
Tavèrnoles	Font del Castell	874	827	824	873		929	864	889

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Tavèrnoles	Font de la Baronessa	601	589	425	615	542	224	206	623
Tavèrnoles	Font del Pujol	798	767	737	747	783	689	738	835
Tavertet	Font de Rajols		423	414	420	413	343	408	420
Tavertet	Font del Gorgàs		320	282	337				323
Tavertet	Font de les Piques		610	462	501				995
Tona	Font de la Suissa		1535	2080	1610	2740	1589	1913	1451
Tona	Font Sorell		1088	1055	1062				
Tona	Font de Güells		1292	1420	1312	1308	1402	1348	
Torelló	Font del Raig				1120		1294	1242	1062
Torelló	Font de Puigrobí	1104	1056	1082	1046	971	936	986	1070
Torelló	Font dels Ocells	975	883	888	962	888	876	894	907
Torelló	Font de la Riera			722					
Vic	Font del Ferro	1660	1618	1648	1672	1723	1710	1910	1640
Vic	Font de la Talaia	1613	1675	1548	1632	1554	1705	1870	1629
Vic	Font del Cantarell	1366	1256	1230	1386	1249	1236	1241	1443
Vidrà	Les Nou Fonts	450	442	423	449	368	457		462
Vidrà	Font Martingala	312	313	343	322	331	361	305	343
Vidrà	Font de St. Bartomeu	360	381	389	403	395			395
Viladrau	Font de les Delícies	222	239						
Viladrau	Font de les Ametistes	121		284	279		250	299	
Viladrau	Font del Noi Gran	288	328	304	286	295	323	289	260
Viladrau	Font de les Paitides	220				230	237		240
Viladrau	Font d'en Miquel	331	336						
Viladrau	Font Rupitosa	90	91	87	91	96	87	93	92
Viladrau	Font de Can Feliu	170	194	193					

	Any	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MUNICIPI	PUNT DE MOSTREIG	Conductivitat a 20°C (µS/cm.)							
Vilanova de Sau	Font de la Coromina	622	615	621	654	609	600	688	678
Vilanova de Sau	Font del Raig	299	337	334	345	338	330	341	385
Vilanova de Sau	Font del Bisbe					250	251	255	250

5.6 Annex VII. Dibuixos del cicle de l'aigua amb magatzem i component dinàmic aigua subterrània.

Estudi sobre el canviament de les fonts i la seva problemàtica ambiental amb noies i nens de Cicle Superior de primària

3. En una excursió que feu a la muntanya us pareu a descansar al costat d'una font. Un teu amic et diu que mai no ha entès com és que pot sortir aigua de la font.

Per ajudar a que el teu amic ho entengui, utilitza les vinyetes que et facin falta per explicar quin és el camí que fa una gota d'aigua des que es forma fins que surt per la font de la muntanya. Descriu breument què passa a cada vinyeta.


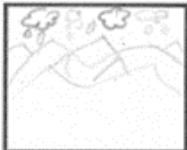
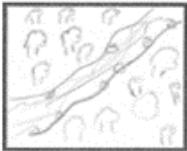


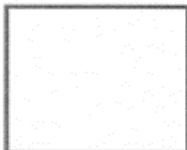
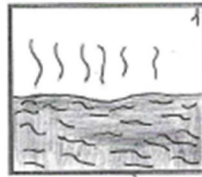
	
L'aigua s'evapora i fa els núvols	Els núvols deixen anar l'aigua i cau a la muntanya
	
S'ha va a cauar el riu	L'aigua s'hi va a sota terra
	
A l'aigua surten de la font	

Figura 5-1 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 1 amb circulació subterrània. Font: pròpia.

3. En una excursió que fou a la muntanya us preu a descansar al costat d'una font. Un teu amic et diu que mai no ha entès com és que pot sortir aigua de la font.

Per ajudar a que el teu amic ho entengui, utilitza les vinyetes que et facin falta per explicar quin és el camí que fa una gota d'aigua des que es forma fins que surt per la font de la muntanya. Descriu breument què passa a cada vinyeta.



L'aigua se'n va evaporant perquè la molta calor. Els líquids que es poden evaporar són: els rius, els maris, els oceans...



Cada vegada el vapor s'hi va més en refredor i es condensa.



Quan els nivells estan més baixos que plou i aleshores plou cau la gelat.



L'aigua pot anar a sobre la terra i però també pot anar a sota de la terra. El sòl és impermeable i no deixa passar l'aigua.



Les fonts són llacs però són sota l'aigua de la superfície.

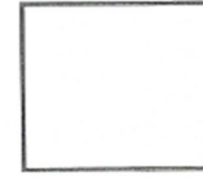


Figura 5-2 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 2 amb circulació subterrània. Font: pròpia.

5.7 Annex VIII. Dibuixos dels cicle de l'aigua sense magatzem ni component dinàmic aigua subterrània.

Estudi sobre el coneixement de les fonts i la seva problemàtica ambiental amb nenes i nens de Cicle Superior de primària

3. En una excursió que feu a la muntanya us pareu a descansar al costat d'una font. Un teu amic et diu que mai no ha entès com és que pot sortir aigua de la font.

Per ajudar a que el teu amic ho entengui, utilitza les vinyetes que et facin falta per explicar quin és el camí que fa una gota d'aigua des que es forma fins que surt per la font de la muntanya. Descriu breument què passa a cada vinyeta.



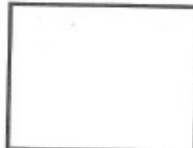
L'aigua s'evapora
i arriba cap al
cel.



L'aigua s'evapora
i arriba al cel
amb un núvol.



El núvol s'ha
format a les muntanyes
de manera que s'apropia
i cau sobre el
d'aigua i després ca
al mar.



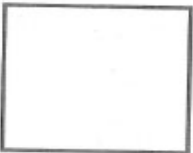
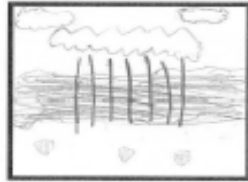




Figura 5-3 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 3, sense circulació d'aigua subterrània. Font: pròpia.

3. En una excursió que feu a la muntanya us pareu a descansar al costat d'una font. Un teu amic et diu que mai no ha entès com és que pot sortir aigua de la font.

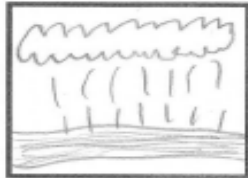
Per ajudar a que el teu amic ho entengui, utilitza les vinyetes que et facin falta per explicar quin és el camí que fa una gota d'aigua des que es forma fins que surt per la font de la muntanya. Descriu breument què passa a cada vinyeta.



L'aigua del mar
va cap als núvols.



Plou.



L'aigua de la
pluja va cap
als rius.



Dels rius va
cap a les rieres
on hi ha fonts.



I després va cap
a les fonts.

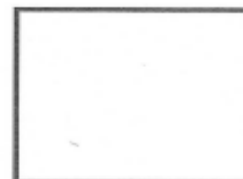


Figura 5-4 Dibuix del cicle de l'aigua d'un alumne de l'escola 6, sense circulació d'aigua subterrània. Font: pròpia.

5.8 Annex IX. Projecte font de font

de font en font

aprenem de l'aigua



- » Projecte del Consorci de la Vall del Ges, Orís i Bisaura, servei de medi ambient, a partir de la idea dels centres educatius dels municipis de: Torelló, Sant Pere de Torelló, Sant Vicenç de Torelló i Sant Quirze de Besora. Amb el suport del Consell Comarcal d'Osona.
- » Elaboració d'aquets dossier d'informació complementaria : Seminari de treball escoles de la Vall del Ges, Orís i Bisaura, dins el Pla de Formació Permanent de Zona del Departament d'Educació i les aportacions del laboratori Clínic Prat de Torelló. Cursos 2005/06 – 2006/07.
- » Coordinació tècnica:

S U M A R I

- Objectius i orientacions metodològiques
- Geologia de la zona
- Morfologia d'una font
- Experiment previ
- Analítica. Treball de camp
- La vegetació
- Els animals i els seus rastres
- Annex. Fitxes d'identificació:
 - A.1 Plantes remeires
 - A.2 Arbres del pati i del nostre entorn



aprenem de l'aigua



Aquest projecte és una proposta d'educació ambiental orientada al treball comú entre centres d'un mateix àmbit geogràfic, adherits en aquest cas també, al programa escoles verdes.

Una proposta oberta a la participació, que fomenta el coneixement i treball comú, la recerca i l'actuació en el propi entorn i la seva realitat. Les fonts com a valor social i l'aigua com a recurs.

Amb la creació d'aquest dossier volem donar resposta a dues necessitats:

- f* Disposar d'un material didàctic comú, que permeti preparar la sortida i recollir la informació com a base del treball a l'aula.
- f* Potenciar la tasca de l'educació per a la sostenibilitat. El coneixement d'un entorn des d'una visió ambiental a l'aula i al carrer, és a dir, des d'una perspectiva que ens ajudi a recuperar i a valorar el propi patrimoni.

Objectius i orientacions metodològiques

Cada escola escull una o varies fonts i ho posa en comú al si del seminari de treball. És realitza, com mínim una visita a la font durant el curs, per fer-hi el treball de camp utilitzant aquest dossier com a base. que proposa Aquesta tasca és complementa amb

la possibilitat de fer una analítica més complerta per part del laboratori clínic Prat de Torelló.

Escollim també un padrí o padrina que ens ajudarà a recollir la informació, perquè la coneix més fins i tot a partir d'ara, potser ens ajudarà a mantenir-la millor. Amb aquest dossier, s'hi acompanya un annex amb informació complementària de vegetació i de fauna.

La informació recollida es passa al servei perquè des de la coordinació tècnica ho pugui posar a la pàgina web i fer el buidatge conjunt corresponent.

Tota sortida escolar, encara que sigui d'un sol dia, necessita una preparació i un treball previ i posterior a l'aula, per tal que tingui raó de ser dins de la programació anual de cada grup classe.

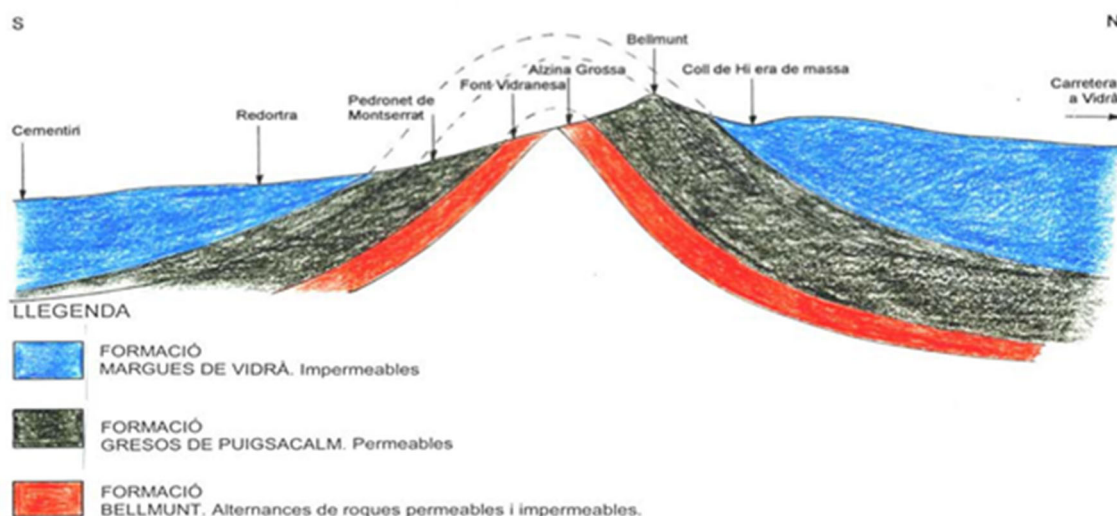
Educació Primària

Continguts	Procediments	Actituds, valors i normes
La figura del padrí/na de la font	Elaboració i realització d'entrevistes	Ser conscients de la importància de la saviesa i la història popular
Fitxa tècnica de la font	Observació i descripció de l'entorn	Reconèixer el treball de presa de dades com un treball científic amb una possible reproducció
El mapa	Senyalització d'un recorregut sobre un mapa Orientació sobre un mapa	Posar en comú acordar Respectar l'ús i el torn en materials de mesura
La brúixola		
Imatges antigues i actuals	Recerca d'imatges antigues	Despertar la curiositat i interès pel passat
	Comparació entre imatges antigues i actuals	Prendre consciència de l'evolució del paisatge i de l'ús del territori
Característiques físiques de l'aigua: transparència i color	Observació directa de les característiques físiques de l'aigua: transparència i color	Afavorir l'interès dels alumnes per l'experimentació directa i l'observació de dades i del medi natural
Temperatura	Mesura de la temperatura	
Cabal i direcció de l'aigua	Càlcul del cabal Utilització de la brúixola	
Indicadors químics: PH i nitrats	Mesura del PH i els nitrats a través de la lectura de les tires reactives	
Conductivitat	Mesura de la conductivitat observació i descripció de sediments	
Residu sec		
Fauna: insectes, invertebrats, ocells	Descripció de la fauna i la vegetació	Motivació per conèixer coses noves i potenciar la capacitat d'observació i la creativitat
Rastres de fauna	Identificació gràfica i recerca de mostres	
Vegetació de ribera: arbres, arbusts, herbes i lianes	Dibuix de la vegetació Identificació de les adaptacions de la vegetació	
Entorn social: passat, present i futur	Recerca d'informació	Despertar la curiositat i interès pel passat Buscar la implicació per la construcció del futur
Anècdotes, cançons i dites	Recopil·lació d'informació existent i creació de noves propostes	Potenciar i valorar la creació pròpia i col·lectiva

Educació Secundària

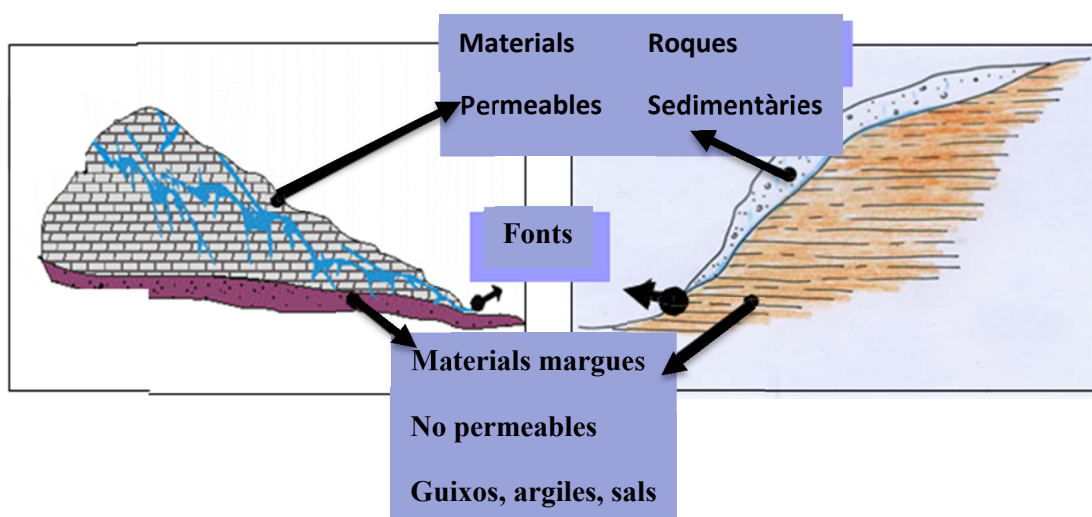
Continguts	Procediments	Actituds, valors i normes
La figura del padrí/na de la font	Elaboració i realització d'entrevistes	Ser conscients de la importància de la saviesa popular
Fitxa tècnica de la font	Observació i descripció de l'entorn	Reconèixer el treball de presa de dades com un treball científic
El mapa	Elaboració d'un mapa	Posar en comú i acordar
Mapa geològic	Lectura i interpretació d'un tall geològic	Respectar l'ús i el torn de paraula
Orientació i situació	Ús de la brúixola	
Ubicació i situació	Descripció de l'entorn	Compartir els estris de mesura
Imatges antigues i actuals	Recerca d'imatges antigues	Despertar la curiositat i interès pel passat
	Comparació entre imatges antigues i actuals	Prendre consciència de l'evolució del paisatge i l'ús de territori
Evolució del paisatge	Lectura del paisatge	
Característiques físiques de l'aigua: transparència i color	Observació directe de les característiques físiques de l'aigua: transparència i color	Afavorir l'interès dels alumnes per l'experimentació directa i l'observació del medi natural
Temperatura	Mesura de la temperatura	
Cabal i direcció de l'aigua	Càlcul del cabal Utilització de la brúixola	
Indicadors químics: PH i nitrats	Mesura del PH i els nitrats a través de la lectura de les tires reactives	
Conductivitat	Mesura de la conductivitat observació i descripció de sediments	
Residu sec		
Fauna: insectes, invertebrats, ocells	Observació pautada i resolució de qüestions relacionades	Motivació per conèixer coses noves i potenciar la capacitat d'observació i la creativitat
Rastres de fauna	Identificació gràfica i recerca demostres	
Vegetació de ribera: herbes, arbusts i arbres	Observació pautada i resolució de qüestions relacionades Reproducció de la realitat a partir d'un dibuix	
Entorn social: passat, present i futur	Recerca d'informació	Despertar la curiositat i interès pel passat Buscar la implicació per la construcció del futur
Anècdotes, cançons i dites	Recopil·lació d'informació existent i creació de noves propostes	Potenciar i valorar la creació
Resum del projecte	Capacitat de síntesi per difondre el projecte a d'altres escoles	Ser conscient de la necessitat de sintetitzar i difondre els resultats

Geologia de la zona



Les serres de Bellmunt i de Curull són l'expressió fisiogràfica de les primera manifestacions del plegament pirinenc. En sentit geològic, aquestes serres marquen el límit entre la conca de l'Ebre i la Serralada Pirinenca. Es el plec més meridional en aquest sector dels Pirineus i es situa en el límit amb l'avantpaís meridional (conca de l'Ebre). Mentre que a la plana de Vic els materials terciaris (eocens) mostren una constant disposició subhoritzontal. Els materials més antics que arriben a florar al nucli del plec, a la Vall del Fes, són gresos i margues de l'anomenada Formació Bracons. Envoltan aquesta formació més profunda conglomerats, gresos i lutites vermelles en formació Bellmunt.

Morfologia d'una Font



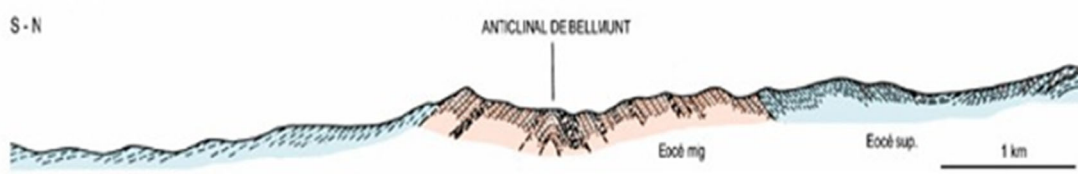
La capacitat d'un terreny per emmagatzemar i transmetre l'aigua és bàsicament en funció dels dos paràmetres; la porositat i la permeabilitat.

Si seguíssim el camí de l'aigua veuríem que, després de la pluja, una part circula per la superfície, una part s'evapora i una l'altre part s'infiltra en el sol on recarrega els aquífers. Són

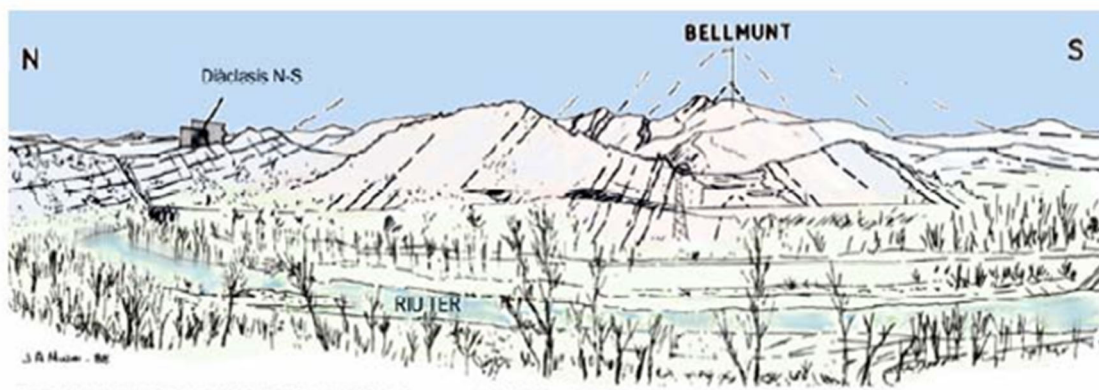
aqüífers fissurats, en els quals l'aigua hi circula a través de grans i petites fissures (Eudald Rifà).

Les fonts són una conseqüència més de l'existència d'aigües subterrànies que hi fan de sobreeixidors. El seu complex sistema de circulació i la dificultat que representa tot l'estudi del subsòl, provoca que sovint ignorem el comportament i l'origen d'algunes aigües. La ciència que estudia les aigües subterrànies és la hidrogeologia.

INFORMACIÓ GEOLÒGICA GRÀFICA



Tall geològic de l'anticlinal de Bellmunt seguint la vall de Ges (segons Busquets, Domingues i Vilaplana 1979)



ESQUEMA DE L'ANTICLINAL DE BELLMUNT (segons J.A. Muñoz 1988)

Les nostres fonts

Les fonts dels nostres pobles eren abans motiu de lleure, de festa i d'alegria. Amb el càntir negre de terrissa a la mà, (deien que era el que mantenia l'aigua més fresca) marxàvem contents ara una font a ara una altra. (Josepa Plans i Sayós)

L'aigua, amb el seu quefer perseverant, ha format elements geogràfics molt valuosos a l'hora de definir un paisatge. En tot temps s'ha observat una inclinació de respecte i estima vers l'aigua, doncs és la part de la natura que es mostra més dinàmica, poderosa i vital. En el nostre imaginari col·lectiu trobem que a l'interior de cada gorg s'hi resguarda un esperit gelosament amagat, o que de vada un dels alts estimballs se'n conta la llegenda d'un salt meravellós i de cada riu o torrent se n'expliquen festes històries del tot sorprenents. Però de tots els elements, les fonts són segurament, el més atractius i encisadors. Deixeu-vos captivar pel so constant i tots temps distints del rajolí i amb tota seguretat us creureu cada una de les històries que se'n contenen. (Xavier Roviró i Alemany)

Experiment previ

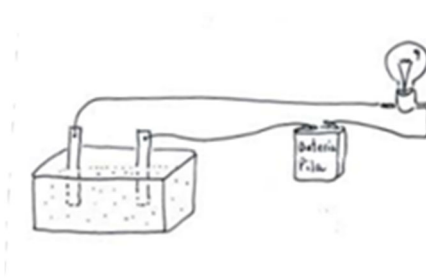
La conductivitat elèctrica és la mesura de la capacitat que té l'aigua per deixar circular lliurement les càrregues elèctriques, en el cas de la font ho determina la quantitat i característiques dels minerals que conté, per això a més mineralització més conductivitat.

Es pot mesurar amb (S/cm, sigma per centímetre), algunes dades: L'aigua del mar en té 55 mS, L'aigua potable de 50 μ S fins a 2,5 mS, L'aigua desionitzada 0 S.

Per experimentar-ho

Muntatge elèctric (figura 1) amb aigua destil·lada, la bombeta no s'encén.

Al recipient d'aigua hi afegim sal i la bombeta s'encén.



Per mesurar-ho a la font

Amb la mesura (1 litre) de broc ample com el que utilitzem a la cuina i que hem fet servir per comptar el cabal, ens serveix per posar els elèctrodes del polímetre (figura 2). Mesurem la resistivitat amb Ohms. Omplim el recipient i una vegada l'aigua està en repòs prenem la mesura. És una mesura orientativa a més mineralització més conductivitat (menor resistència).



Analítica. Treball de camp

Determinació de la conductivitat elèctrica

Aquesta determinació permet avaluar la de manera molt ràpida però aproximada la mineralització de l'aigua. Els ions naturals dissolts en l'aigua tenen càrregues positives: calci, magnesi, sodi i potassi, i càrregues negatives: bicarbonats, clorurs, sulfats, nitrats. Aquests ions dissolts fan que l'aigua sigui conductora del corrent elèctric i quan més ions, més conductivitat. L'aigua d'una font, al tenir origen natural i circular sempre pel mateix terreny geològic, ha de tenir de manera constant la mateixa conductivitat elèctrica. Si hi ha variació vol dir que han entrat ions externs contaminants.

Per a la seva determinació s'usa el polímetre. Només cal posar l'elèctrode dins l'aigua a analitzar i llegir el valor en la pantalla.

A la nostra comarca els valors de conductivitat per a aigües de fonts són molt variables ja que hi ha aigües molt riques en calci. Normalment van de 200 μ S/cm. A la zona del Montseny, molt pobre en calci, fins a 700-800 μ S/cm. Al centre de la Plana de Vic, molt més rica en calci. Les aigües contaminades amb nitrats tenen valors que poden superar els 1000 μ S/cm.

Determinació del pH

Serveix per veure si l'aigua és àcida o bàsica. En aigües naturals el pH oscil·la entre 6,5 i 8,0. Les aigües amb pH pròxim a 7,0 són aigües pobres en calç i les pròximes a 8,0 són riques en calç.

Per a la seva determinació es pot fer amb tires reactives: cal deixar la tira en contacte amb l'aigua durant 1 s. i seguidament comparar el color produït en l'escala de colors.

Determinació dels nitrats

Les aigües naturals han de tenir molt poca quantitat de nitrats, més o menys fins a 10 mg/l., procedents de la descomposició de la matèria orgànica que hi ha a la superfície del sòl (fulles, troncs, etc.). Valors superiors normalment tenen el seu origen en els adobs aplicats de manera excessiva als camps de conreu, als abocaments incontrolats de residus ramaders, sobretot purins i a la deficient eliminació de les aigües residuals domèstiques i/o ramaderes.

Per a la seva determinació s'utilitzen les tires reactives: cal deixar la tira 1 seg. dins l'aigua i comparar el color en l'escala de colors. El resultat es dona en mg/l. L'aigua de beguda no ha de tenir més de 50 mg/l. de nitrat.

Paràmetres indicadors microbiològics:

Coliformes totals i Escherichia coli

Els coliformes són microorganismes propis de l'intestí de les persones i dels animals, sobretot l'*Escherichia coli*, que és exclusiu d'origen fecal. Per tant quan els trobem en l'aigua, vol dir que s'ha contaminat d'aigües residuals domèstiques i/o ramaderes i hi ha perill d'infecció per altres microorganismes patògens. L'aigua potable no ha de tenir cap d'aquests d'indicadors microbiològics.

Per a la seva detecció es fa servir el mètode anomenat "Filtració per membrana". Es tracta de fer passar l'aigua per uns filtres de diàmetre de porus molt petit (0,45 µm), de manera que l'aigua passa, però no els microbis que queden retinguts. Llavors es posa aquest filtre sobre un medi de cultiu: aliment, ric en nutrients per aquests microorganismes, de manera que a una temperatura adequada (37° C o 44° C), creixen formant petits punts de colors, que segons la tonalitat seran uns a altres microorganismes. Cada puntet s'anomena colònia i hi ha mils de microorganismes.

Per als coliformes totals s'utilitza el medi Chapman TTC i les colònies que creixen a 37° C han de ser de color groc. Per a l'*Escherichia coli* també s'utilitza el Chapman TTC i les colònies que creixen a 44° C han de ser també de color groc.

Consells pràctics per conèixer possibles contaminants de l'aigua de la font

Quan es recull una mostra d'aigua de la font, cal mirar el seu entorn més pròxim i sobretot en el sentit que surt l'aigua, per veure els possibles focus de contaminació. Poden ser:

- **Camps de conreu, cases de pagès, granges agropecuàries i pastures:** possible contaminació per residus ramaders, purins, adobs i fertilitzants i aigües residuals. Ho detectarem a l'aigua analitzant els compostos nitrogenats i els indicadors microbiològics.
- **Llocs d'acampada:** contaminació per residus orgànics i aigües residuals.
- **Zones industrials:** contaminació per residus industrials, metalls, dissolvents, microorganismes. Els abocaments d'origen industrial representen un risc important per a les aigües superficials i subterrànies.
- **Nuclis habitats i urbanitzacions:** contaminació d'origen urbà fruit de l'activitat de la població, ús domèstic, petites indústries, equipaments públics. Per tant aquestes aigües poden tenir carrega biològica i química.

- **Pluviometria de la zona:** en èpoques de pluja augmenta la filtració cap al subsòl de substàncies contaminants. En èpoques de sequera pot augmentar la concentració del contaminant en l'aigua.
- **Moviment de terres i sorreres:** increment de la vulnerabilitat dels aqüífers subterranis i modificació de l'entrada d'aigua a l'aqüífer.
- **Abocaments incontrolats** de residus i deixalles domèstiques i ramaderes.

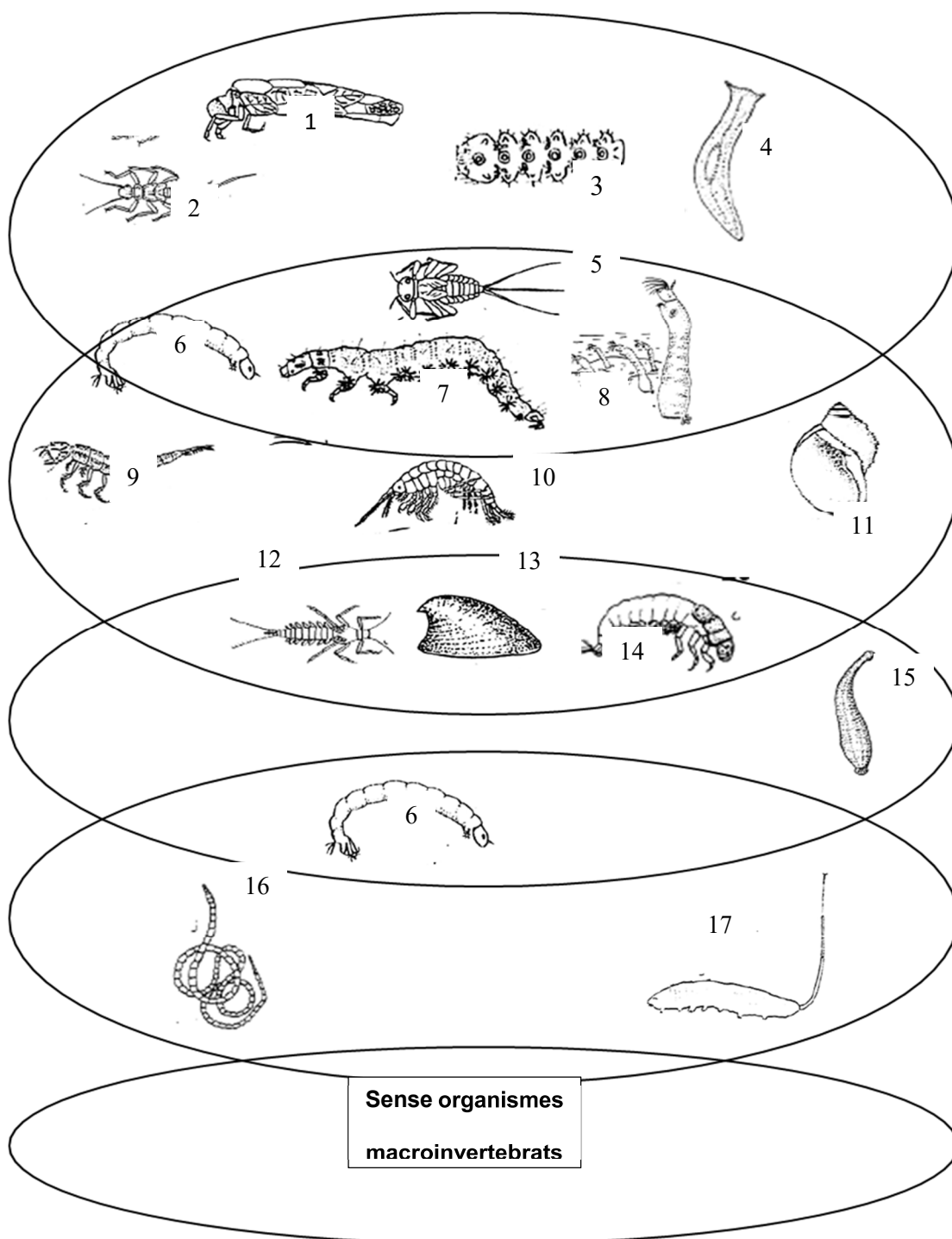
Material necessari

Carpeta i estoig amb: Quadern de camp, llapis i goma.

Altres: Pot o ampolleta esterilitzada per recollir mostra, màquina de fotografiar, termòmetre, recipient d'un litre (mesura utilitzada a la cuina), brúixola, "tester" (conductivitat), cronòmetre i tires reactives per la determinació de nitrat i nitrit.

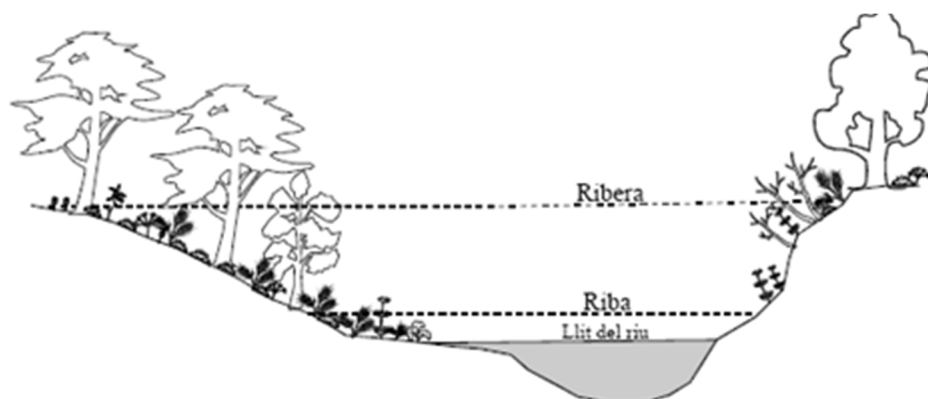
Indicadors de l'estat ecològic

Tot i que aquesta classificació correspon a aigües corrents (riu) ens pot ser d'orientació si la font, a poca distància, mena l'aigua al riu.

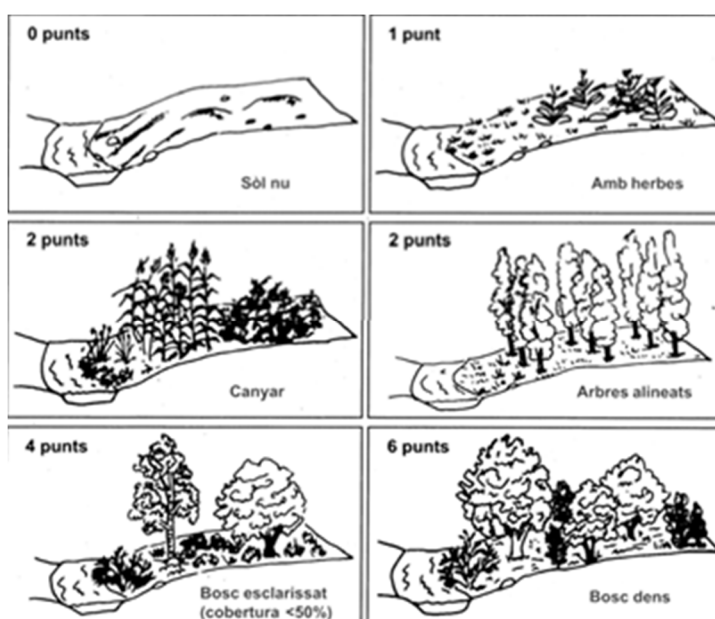


1. Tricòpter, limnefillids; 2. Plecòpter; 3. Dípters, Belfarocerids; 4. Ostracoda; 5. Efemeròpter; 6. Dípter, quironòmid; 7. Tricòpter, riacòfilid; 8. Dípter, simúlid; 9. Coleòpter, Dítiscid (larva); 10. Crustaci, gammèrid; 11. Mol·lusc, físid; 12. Efemeròpter, Baetid; 13. Mol·lusc, ancil·lid; 14. Tricòpter: hidròpsid; 15. Sangonera; 16. Oligoquet; 17. Dípter, efídrid.

Qualitat del bosc de ribera



A. – Estructura de la riba i de la ribera



B. – Connectivitat amb les formacions vegetals adjacents

- TOTAL:**
 - amb o sense bosc de ribera **4 punts**
- PARCIAL (del 50%):**
 - amb camps agrícoles **3 punts**
 - amb urbanitzacions o infraestructures **2 punts**
- NUL·LA:**
 - amb camps agrícoles **1 punt**
 - amb urbanitzacions o infraestructures **0 punts**

C. – Continuitat de la vegetació de ribera al llarg del riu

- TOTAL en tot el tram** **2 punts**
PARCIAL (del 50%) o en grans clapes **1 punt**
PETITES CLAPES AÏLLADES **0 punts**

	Puntuació
Estructura de la riba i de la ribera	
Connectivitat	
Continuitat	
TOTAL	

ALTA	INTERMÈDIA	BAIXA
9 -12 PUNTS	5 – 8 PUNTS	0 – 4 PUNTS

Vegetació

En el quadern de camp hi ha la proposta de reconèixer i escriure el nom d'arbres, arbusts, plantes i lianes. Segons la seva situació són els següents:

Arbres : pollancre, alzina i roure

Arbusts : Boix i avellaner

Herbes : ortiga, herba fetgera, marxívol, maduixera i violeta

Lianes: heura i vidalba

Per tal de complimentar aquesta informació, el primer curs del grup de treball es va adjuntar les següents il·lustracions com a suport al quadern de camp



Pollancre
(*Populus nigra*)



Salze
(*Salix alba*)



Vern
(*Alnus glutinosa*)



Molses de
Diverses
espècies...



Falguera fràgil
(*Cystopteris fragilis*)



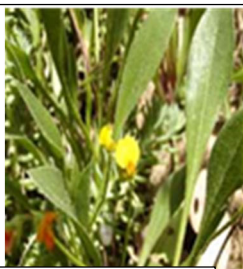
Picardia (Linaria)



Plantatge Plantago SP



Heura Edera Helix



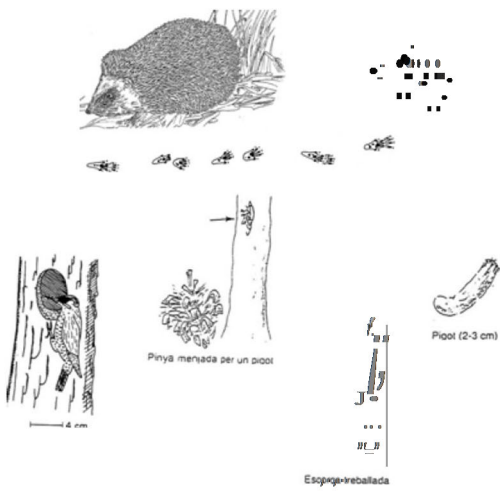
Herba d'eruga



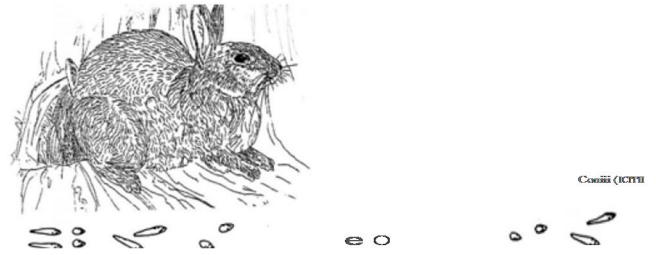
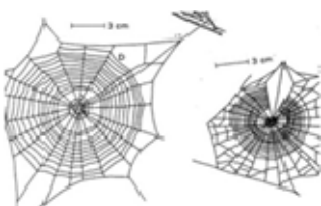
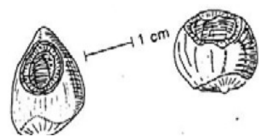
Menta d'aigua



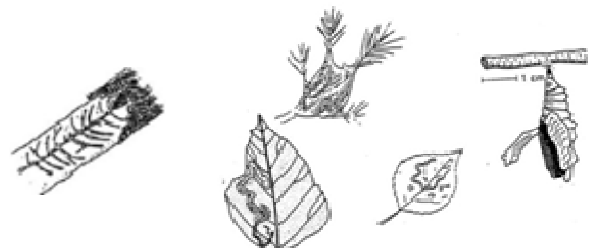
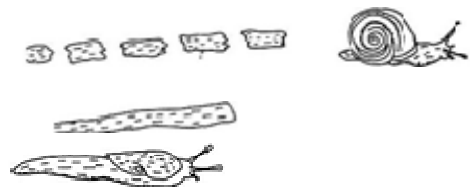
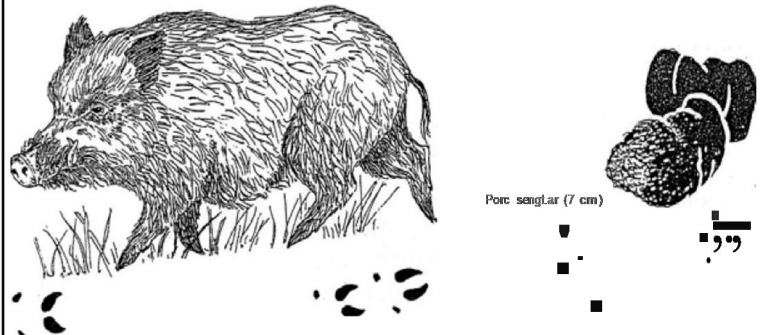
Ortiga Borda o Blanca



Aglans menjats per un esquirol o un ratolí



Cosset (100%)



Fauna

Per tal de complimentar aquesta informació, el primer curs del grup de treball al quadern de camp s'hi va adjuntar les següents il·lustracions:



Raspinell



Mallderenga Cuallargal



Oriol



Cuareta blanca



Pit roig



Picot verd



Merla



Pardal



Tòtil



Granota roja



Libèl·lula

Altres animals que és poden observar:

Insectes: Mosquits...

Mol·luscs: Cargols, llimacs...



6 Referència

- [1] R. Folch, Prólogo. Guia de nitrats, (en revisió i no publicada).
- [2] Grup de Defensa del Ter, Les fonts que tenim. Osona i el Lluçanès, Vic: Eumo, 2005.
- [3] J.M. Carmona, X. Font, E. Bisbal, A. Casas, «Característiques hidrogeoquímiques de les aigües subterrànies i superficials del Montseny. Monografies 27, Diputació de Barcelona.,» Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Universitat de Barcelona, 1999. [En línia]. Available: <http://parcs.diba.cat/documents/155678/7a8419e8-2648-45ec-be1b-5e13009d2c2a>.
- [4] M. Boy-Roura, Nitrate groundwater pollution and aquifer vulnerability: the case of the Osona region, Girona: PhD dissertation Universitat de Girona, 2013.
- [5] Societat Catalana de Ciències per a la Conservació de la Biodiversitat BIOSICAT, «1er Simposio Ibérico sobre Conservación de Ecosistemas Fontinales,» Barcelona, Juny 2019.
- [6] Generalitat de Catalunya, «Canal Salut. L'aigua de consum humà. Els nitrats a l'aigua de consum,» Gencat, 09 Setembre 2019. [En línia]. Available: https://canalsalut.gencat.cat/ca/vida-saludable/entorn_saludable/el_medi/l_aigua_de_consum_huma/. [Último acceso: 15 Desembre 2019].
- [7] Comunitat Europea, «Directiva del Consell 91/676/CE, relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats utilitzats en la agricultura.,» Diari Oficial de la Comunitat Europea DOCE núm. 375, 1991.
- [8] (OMS), Organización Mundial de la Salud, Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda., Organización Mundial de la Salud, 2017.
- [9] A. Zaporozec, Groundwater contamination inventory. A metodological guide, París: IHP-VI, Series on groundwater no. 2 UNESCO, 2002.
- [10] Comisio Europea, «Informe sobre l'aplicació de la Directiva 91/676/CEE, sobre els informes dels Estats Membres. Període 2012-2015.CE. COM 2018 257 (final),» <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0257&from=en>. Consulta 25/4/2020.
- [11] Agència Catalana de l'Aigua (ACA), «Avaluació de la problemàtica originada per l'excés de nitrats d'origen agrari en les masses d'aigua subterrània a Catalunya: informe tècnic. 2016,»

http://aca.gencat.cat/web/.content/20_Aigua/04_estat_del_medi_hidric/04_zones_vulnerables_nitrats/01_Avaluacio_problematika_nitrats_DCQA_03_2016.pdf.

- [12] Agència Catalana de l'Aigua (ACA), «Document EPTI. Esquema provisional dels temes importants al Districte de conca fluvial de Catalunya per a la revisió del Pla de gestió i del seu Programa de mesures per al període 2022-2027,» 2020.
- [13] J. Boixadera, J. Sió, J. Alamós, M. Torres, «Manual del Codi de Bones Pràctiques Agràries: Nitrogen,» Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP),, Barcelona, 2000.
- [14] Comunitat Europea, «Directiva 2006/118/CE, del Parlament Europeu i del Consell, relativa a la protecció de les aigües subterrànies i el seu deteriorament,» Diari Oficial de la Comunitat Europea DOCE núm 372, 2006.
- [15] Creacció., «Agència d'Emprenedoria, Innovació i Coneixement. Taula per la gestió sostenible de Ramaderia a Osona,» 15 Setembre 2015. [En línia]. Available: <https://www.creaccio.cat/projectes/taula-per-la-gestio-sostenible/>. [Último acceso: 25 05 2020].
- [16] Gobierno de Navarra, «Proyecto LIFE Nitrato. Repercusión de las prácticas agrarias en la contmainación por nitratos de las aguas continentales (LIFE+10 ENV/ES/478),» [En línia]. Available: <http://www.life-nitratos.eu/index.php/es/proyecto-life-nitratos>. [Último acceso: 5 03 2017].
- [17] Republique Française. Ministère de l'Agriculture et Alimentation, «Programme d'actions Nationale sur les nitrates (PAN). Lancement de la concertation préalable a la revisión du Programme d'Actions National "nitrates".04/09/2020.,» 04 abril 2020. [En línia]. Available: <https://programme-nitrate.gouv.fr/>.
- [18] DREAL Normandie. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie., «Eau et milieux aquatiques. Nitrates. 6ème Programme d'actions régional (PAR) « nitrates » de Normandie.,» [En línia]. Available: <http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/le-6eme-programme-d-actions-regional-par-nitrates-a1719.html>. [Último acceso: 20 12 2020].
- [19] Confédération suisse. Office fédéral de l'environnement. OFEV., «État et evolutions des eaux souterraines en Suisse. 2019,» [En línia]. Available: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/resultats-observatoire-eaux-souterraines-naqua.html>. [Último acceso: 10 01 2021].
- [20] Confédération suisse. Office fédéral de l'environnement. OFEV, «Améliorer la protection des eaux souterraines. 2009,» [En línia]. Available: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/uw-umwelt->

- wissen/das_grundwasser_konsequentschuetzen.pdf.download.pdf/ameliorer_la_protectio
ndeseauxsouterraines.pdf. [Último acceso: 20 05 2019].
- [21] Confédération suisse. Office fédéral de l'environnement. OFEV, «Pas de nitrats dans l'eau. Projet nitrate de la Confédération,» 2002. [En línea]. Available:
<https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-1999.html>.
[Último acceso: 2020 07 15].
- [22] Confédération suisse. Office fédéral de l'agriculture. OFAG, «Programme de protection des
eaux,» 1998. Darrera modificació 29.09.2021. [En línea]. Available:
[https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/instrumente/ressourcen--und-
gewaesserschutzprogramm/gewaesserschutzprogramm.htm](https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/instrumente/ressourcen--und-gewaesserschutzprogramm/gewaesserschutzprogramm.htm). [Último acceso: 29 09 2021].
- [23] M. Huebsch et al., «Mobilisation or dilution? Nitrate response of karst springs to high
rainfall events,» *Hydrology and Earth System Sciences*, nº 18, 4423–4435, 2014.
- [24] L. Moreno Merino, El agua, Colección Planeta Tierra. Instituto Geológico y Minero de
España., 2012.
- [25] J. Mas Plà, A. Menció, A. Soler, N. Otero., «Avaluació de la contaminació per nitrat de les
aigües subterrànies a la Plana de Vic. Estudi de la dinàmica hidrogeològica i anàlisi multi-
isotòpica. Informe final v 1.0,» Consell Comarcal d'Osona, Febrer 2006.
- [26] J. Rodier, Análisis del agua, Barcelona: Omega, 2009.
- [27] N. Ubach, M.R. Teira, «RuralCat. El cicle del nitrogen.,» 2018. [En línea]. Available:
[https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/81515/General3_El+cicle+del+nitrogen..pdf/
9bf4583b-9b5a-4707-a09a-9fb07ef4c202](https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/81515/General3_El+cicle+del+nitrogen..pdf/9bf4583b-9b5a-4707-a09a-9fb07ef4c202). [Último acceso: 27 09 2019].
- [28] A.M. Fan, C.C. Willhite, S.A. Book, «Evaluation of the nitrate drinking water standard with
reference to infant methemoglobinemia and potential reproductive toxicology,» *Regul Toxicol
Pharmacol.* 1987, pp. 7(2):135-148
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0273230087900249?via%3Dihub>.
- [29] J. L'Hirondel, J. L'Hirondel, «Nitrate and Man: Toxic, Harmless or Beneficial?.,» *Published in
Journal of Environmental Quality (2004) 33: 3: 1159-1159.*, 2004.
- [30] M. Sadeq, CL. Moe, B. Attarassi, I. Cherkaoui, R. Elaouad, L. Idrissi, «Drinking water nitrate
and prevalence of methemoglobinemia among infants and children aged 1-7 years in
Moroccan areas.,» *Int J Hyg Environ Health.* 2008 Oct;211(5-6):546-54., p.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18155958/>.
- [31] A.M. Richard, J.H. Diaz, A.D. Kaye, «Reexamining the risks of drinking-water nitrates on
public health,» *The Ochsner Journal* 14:392–398, 2014, nº
<http://www.ochsnerjournal.org/content/ochjnl/14/3/392.full.pdf>.

- [32] M.H. Ward, T.M. deKok, P. Llevalois et al., «Workgroup Report: Drinking-Water Nitrate and Health—Recent Findings and Research Needs.,» *Environmental Health Perspectives* • VOLUME 113 | NUMBER 11 | November 2005, <https://doi.org/10.1289/ehp.8043>.
- [33] M.H. Ward, R.R. Jones, J.D. Brender et al., «Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review.,» *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15(7), 1557, <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/7/1557/htm>.
- [34] L. Fewtrell, «Drinking-Water Nitrate, Methemoglobinemia, and Global Burden of Disease: A Discussion.,» *Environ Health Perspect.* 2004 Oct; 112(14): 1371–1374., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247562/>.
- [35] V. Miñana, «Agua de bebida en el niño. Recomendaciones prácticas,» *Acta pediátrica núm.* 67(6), p.255-266. , 2009.
- [36] P. Correa, «Human gastric carcinogenesis: a multistep and multifactorial process,» *First American Cancer Society Award Lecture on Cancer Epidemiology and Prevention.Cancer Res.*1992 Dec 15;52(24):6735-40. PMID: 1458460, <https://cancerres.aacrjournals.org/content/52/24/6735.full-text.pdf>.
- [37] N. Espejo-Herrera et al., «Colorectal cancer risk and nitrate exposure through drinking water and diet,» *The International Journal Cancer.* 2016. 139(2): 334-346, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26954527..>
- [38] David S, Powlson, Tom M, Addiscott, N. Benjamin et al., «When does nitrate become a risk for humans?,» *J Environ Qual* 2008 Feb 11;37(2):291-5., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18268290/>.
- [39] Santé Canada, «Recomendations pour la qualité de l'eau potable au Canada: document technique-le nitrate et le nitrite,» Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario) (Numéro de catalogue H144-13/2-2013F-PDF), 2013.
- [40] P. Correa, C. Cuello, E. Duque, «Carcinoma and intestinal metaplasia of the stomach in Colombian migrants. The gastric precancerous cascade.,» *J Natl Cancer Inst.* 1970 Feb; 44(2):297-306., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11515071/>.
- [41] A. Fan, «Nitrate and nitrite in drinking water: A Toxicological review,» *Encyclopedia of Environmental Health.* 2011, pp. 137-145 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726005638>.
- [42] C.C. Hunault, A.C. Lambers, T.T. Mensingaa, J.W van Isseltb et al., «Effects of sub-chronic nitrate exposure on the thyroidal function in humans.,» *Toxicology Letters.* 2007, pp. Issues 1–3, 10 December 2007, Pages 64-70 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378427407009678?via%3Dihub>.

- [43] WHO World Health Organization, «Nitrate and Nitrite in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality,» World Health Organization, 2016.
- [44] Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), «Municipis d'Osona. Sectors econòmics. Cabana porcina. Superfície agrària útil.,» 1999, 2009.
- [45] Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació., «Responsable d'Estadística i Informatització Agrària. gabinet Tècnic i d'Estudis Sectorials.dades de superfície de conreus 2005-2019.,» [http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/estadistiques/agricultura/estadistiques-definitives-conreus/.](http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/estadistiques/agricultura/estadistiques-definitives-conreus/) , 2005-2019.
- [46] E. Custodio, E. Díaz, Calidad del agua subterránea. En Hidrología Subterránea (Vol II), Barcelona: Omega, 1976.
- [47] F. Prat, Qualitat de les aigües subterrànies de la comarca d'Osona (Beca col·legial 98-99), Col·legi Oficial de Farmacèutics de la província de Barcelona, 1999.
- [48] F. Prat, Guia per determinar la contaminació amb nitrats a l'aigua. El cas de les fonts d'Osona, Girona: Treball final de Màster. Màster en Ciència i Tecnologia de l'Aigua. UdG., 2014.
- [49] J. Boixadera, «El codi de bones pràctiques agràries-nitrats: un exemple de pràctiques agràries millorades,» *Quaderns agraris. Núm. 22*, vol. 22, nº p. 67-70, 1998.
- [50] Comunitat Europea, «Directiva 75/440/CEE del Consell, de 16 de juny de 1975, relativa a la qualitat requerida per les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable als Estats membres,» Diari Oficial de la Comunitat Europea Nº L 194/33, 1975.
- [51] Comunitat Europea, «Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell per la que s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües.,» Diari Oficial de la Comunitat Europea DOCE núm. 327, 2000.
- [52] Boletín Oficial del Estado, «Real Decreto 261/96 de 16 de febrero sobre protección de las aguas contra la contaminación per nitratos procedentes de fuentes agrícolas,» BOE núm. 61, de 11 de marzo de 1996,, 1996.
- [53] Generalitat de Catalunya. , «Ordre de 22 d'octubre de 1998, del Codi de bones pràctiques agràries en relació amb el nitrogen.,» Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm. 2761 – 9.11.1998, 1998.
- [54] DOGC. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, «Designació de les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries,» 1998.

- [55] DOGC. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, «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 (DOGC núm. 4292 - 31/12/2004),» 2004.
- [56] Generalitat de Catalunya. Departament de la Presidència, «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,» Barcelona, 2009.
- [57] Generalitat de Catalunya. Departament de la Presidència, «ACORD GOV/13/2015, de 3 de febrer, pel qual es revisen i s'amplien les zones vulnerables a la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries,» Barcelona, 2015.
- [58] Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat., «Ordre TES/80/2021, de 9 d'abril, per la qual es revisen les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries i s'apliquen les mesures del programa d'actuació a les zones vulnerables,» Barcelona, 2021.
- [59] Generalitat de Catalunya. Departament de la Presidència, «Decret 153/2019, de 3 de juliol, de gestió de la fertilització del sòl i de les dejeccions ramaderes i d'aprovació del programa d'actuació a les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats,» Barcelona, 2019.
- [60] J. Verge, P. Arrabal, F. Sala, F.X. Quer, J. Castro, F. Prat i J. Turet., Situació dels nitrats a les aigües d'Osona. Relació amb l'excés de purins: Repercussions sanitàries i propostes de soluci. Manuscrit no publicat., Vic: Premis Sanitat Osona. Categoria treballs inèdits: 1r premi, 1997.
- [61] Síndic de Greuges, «Contaminació de l'aigua per nitrats,» *Drets. Butlletí del Síndic de Greuges de Catalunya*. Número 19, Juliol de 2007.
- [62] Síndic de Greuges, «Informe sobre la contaminació provocada per purins a Catalunya. 1a edició: Desembre de 2016,»
https://www.sindic.cat/site/unitFiles/4255/Informe%20purins%20a%20Catalunya_cat_ok.pdf.
- [63] Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural., «Parc Natural del Cadí Moixeró. Vallcebre, un laboratori d'hidrologia de la muntanya,» 2016.
- [64] M. Boy-Roura, 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.
- [65] Dirección General del Agua. Secretaria de Medio Ambiente. MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. Gobierno de España, «Informe de seguimiento de la Directiva 91/676/CEE. Contaminación del agua por nitratos utilizados en la agricultura.

Cuatrienio 2016-2019. Informe final,» MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. Gobierno de España, 2020.

- [66] J. Araujo, Agua, Gadir editorial, 2012.
- [67] J. M. Vide, «Cambio climático y recursos hídricos en la Península y la Cuenca del Mediterráneo Occidental,» de *Dins 1er Simposio Ibérico sobre Conservación de Ecosistemas Fontinales (SICEF 19): 10, 11 y 12 de junio (p. 21)*. Barcelona: Societat Catalana per a la Conservació de la Biodiversitat. BIOSCICAT., Barcelona, juny 2019.
- [68] N. Prat, J. Cambra, R. Margalef, «Los ecosistemas fontinales / Conferencia homenaje a Ramon Margalef i López,» de *Dins 1er Simposio Ibérico sobre Conservación de Ecosistemas Fontinales (SICEF 19): 10, 11 y 12 de junio (p. 21)*. Barcelona: Societat Catalana per a la Conservació de la Biodiversitat. BIOSCICAT, Juny 2019.
- [69] A. Munné, Agència Catalana de l'Aigua, «sobre las masas de agua y el papel de las fuentes naturales en los sistemas fluviales,» de *Dins 1er Simposio Ibérico sobre Conservación de Ecosistemas Fontinales (SICEF 19): 10, 11 y 12 de junio (p. 21)*. Barcelona: Societat Catalana per a la Conservació de la Biodiversitat. BIOSCICAT., Barcelona, 2019.
- [70] O. Farrerons Vidal, «Una visión multidimensional, etnográfica, cultural, histórica y patrimonial de la fuentes de la reserva de la biosfera del Montseny,» Barcelona, 2019.
- [71] I. Menéndez Pidal de Navascués, M.A. Martínez Núñez, E.Sanz Pérez, «El patrimonio hidráulico de las fuentes naturales. Aproximación metodológica para su estudio y conservación,» de *Dins 1er Simposio Ibérico sobre Conservación de Ecosistemas Fontinales (SICEF 19): 10, 11 y 12 de junio (p. 21)*. Barcelona: Societat Catalana per a la Conservació de la Biodiversitat. BIOSCICAT., Barcelona, Junio 2019.
- [72] D. 2000/60/CE, «Marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas,» Parlamento Europeo y del Consejo, 23 de octubre de 2000.
- [73] Dirección General del Agua. Secretaria de Medio Ambiente. MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. Gobierno de España, «Guia para la evaluación de las aguas superficiales y subterráneas. Abril 2021,» https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas_tcm30-514230.pdf.
- [74] M. Dot, A. Jiménez, «Osona i la meteorologia,» vol. 150, nº p. 447-464, 2002.
- [75] American Public Health Association, American Water Works Association, i Water Pollution Control Federation. , Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales., Madrid: Diaz de Santos, 1992.

- [76] Boletín Oficial del Estado, «Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero donde se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano,» BOE núm. 45, de 21/02/2003, 2003.
- [77] ISO, «ISO 9308 Part 1: Calidad del agua. Recuento de Escherichia coli y de bacterias coliformes,» 2014.
- [78] UNE EN ISO 7899-2:2001, «UNE EN ISO 7899-2:2001: Calidad del agua. Detección y recuento de enterococos intestinales,» 2001.
- [79] Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, «Mapa dels cultius de Catalunya DUN-SIGPAC,» 2018. [En línea]. Available: <http://agricultura.gencat.cat/ca/serveis/cartografia-sig/aplicatius-tematics-geoinformacio/sigpac/mapa-cultius/>.
- [80] Jianyao Chen et al., «Nitrate pollution from agriculture in different hydrogeological zones of the regional groundwater flow system in the North China Plain,» *Hydrogeology Journal*, vol. 13, nº 3, 481-492, June 2005.
- [81] Generalitat de Catalunya. Direcció General de Salut Pública, «Vigilància i control sanitaris de les aigües de consum humà de Catalunya,» Barcelona, 2005.
- [82] E. Custodio, R. Llamas, «Agua y desarrollo. Aguas subterráneas,» *Revista CIDOB d'Afers Internacionals* 45-46. Pag. 35-37. Barcelona, 1999.
- [83] L.Sauvé, «Educación científica y educación ambiental : un cruce fecundo,» *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 28, n.º 1, pp. 5-18, Vols. %1 de %2Consulta 10-10-2020, p. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189092>, 2010.
- [84] A. Talabi, T. Kayode, «Groundwater Pollution and Remediation,» *Journal of Water Resource and Protection*, 11, 1-19. doi: 10.4236/jwarp.2019.111001..
- [85] UNESCO. UNESCOCAT. Centre UNESCO de Catalunya., «Educatió per als Objectius de Desenvolupament Sostenible Objectius d'aprenentatge.2017,» <https://drive.google.com/file/d/1-fGOzK28XCXdc2epCFzce53CKprtsRZw/view> .
- [86] Espinet, M; Amat, A; Sanmartí, N., «Congrés Nacional d'Educació Ambiental CNEA 2020-21,» de *Els reptes pedagògics de l'educació ambiental.la construcció d'experiències socioambientals autèntiques orinetades a la transformació*. <https://www.sostenible.cat/reportatge/els-reptes-pedagogics-de-leducacio>.
- [87] L. Casassas Simó, «El valor educatiu de les excursions científiques,» *Dossier. Revista de Girona*, 1989.

- [88] J. Baltà, S. Domenech, «Josep Estalella i Graells (1879-1938): el científic que va renovar l'educació secundària.,» *Temps d'Educació*, 57, p. 219-239 (2019). *Universitat de Barcelona.*, vol. <https://www.raco.cat/index.php/TempsEducacio/article/view/376302> .
- [89] Minyons Escoltes i Guies de Catalunya, «Orígens.,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.escoltesguies.cat>.
- [90] Estratègia Catalana d'Educació Ambiental. ECEA , «Una eina per a la comunicació i la participació. Document marc.,» Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya, 2003.
- [91] M. Espinet, M. Junyent, A. Amat, A. Castelltort, «Moving Schools Towards ESD in Catalonia: The Tensions of Change,» *Springer International Publishing Switzerland*, pp. DOI 10.1007/978-3-319-09549-3_11, 2014.
- [92] Generalitat de Catalunya. Departament de Territori Sostenibilitat., «Programa d'Escoles Verdes,» 2021. [En línea]. Available: http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/educacio_per_a_la_sostenibilitat/escoles_verdes/ .
- [93] M. Junyent, *Educació Ambiental. Un enfocament metodològic en Formació Inicial del Professorat d'Educació Primària*, Tesi doctoral Universitat de Girona. 2001. <http://hdl.handle.net/10803/7967>.
- [94] Societat Catalana d'Educació Ambiental (SCEA), «<https://scea.cat/WEB2015/index.php>,» 1985. [En línea].
- [95] XESC. Xarxa d'Escoles per la Sostenibilitat de Catalunya, «XESC. xarxa d'escoles per la Sostenibilitat de Catalunya,» [En línea]. Available: <http://escolesxesc.cat/>. [Último acceso: 15 12 2020].
- [96] C. Márquez, J. Bach, «Una propuesta de análisis de la representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua,» *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2007. (15.3) 280-286, pp. 280-286, 2007.
- [97] Projecte rius, Associació Hàbitats, 1997. [En línea]. Available: www.projecterius.cat.
- [98] El Montseny a l'escola, «El Montseny a l'escola i l'aigua,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.elmontsenyalescola.cat/els-cicles/el-montseny-i-laigua/>.
- [99] Camí de l'Aigua, «Escola Mossen Cinto Folgueroles,» [En línea]. Available: <https://blocs.xtec.cat/xcprojecte112/>.
- [100] Dia Mundial de Control de la Qualitat de l'Aigua (DMCCA), «World Water Monitoring Day,» [En línea]. Available: www.monitorwater.org.

- [101] Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient, «Programa defontenfont, aprenem de l'aigua.,»
http://www.gencat.cat/mediamb/butlleti/bev/graf_but24/article_font_en_font.pdf.
- [102] Defontenfont, «Defontenfont. Aprenem de l'aigua,» 2007. [En línea]. Available:
<http://www.defontenfont.cat/>. [Último acceso: 25 10 2009].
- [103] A. Castelltort, *Educar a favor d'una nova cultura ambiental de l'aigua*, Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, 2015.
- [104] M. Millán, «Extreme hydrometeorological events and climate change predictions,» *Journal of Hydrology*, nº 518, pp. 206-224, 2014.