

# Química d'un món fluid

Estudi de les aigües del riu Tordera i de la seva conca



Martí Garçon

**Escola Pia Calella**  
**2n Batxillerat científic**  
**Febrer 2011**  
**Josep Maria Agustí**

*“No ens banyem mai dues vegades en el mateix riu”, Heràclit*

## ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ .....	4
2	METODOLOGIA.....	7
2.1	Apartat documental .....	7
2.1.1	Descripció geogràfica i geològica de la conca de la Tordera .....	7
2.1.2	Descripció de la dinàmica fluvial.....	13
2.1.3	Descripció històrica i social.....	20
2.1.4	Descripció de l'activitat humana relacionada amb la conca .....	26
2.1.5	Descripció normativa-legal .....	33
2.2	Apartat experimental .....	38
2.2.1	Objectius concrets de les anàlisis d'aigües .....	38
2.2.2	Selecció dels punts de mostreig i dels paràmetres a analitzar .....	40
2.2.2.1	Descripció dels paràmetres químics més representatius per a l'anàlisi.....	44
2.2.3	Realització de les analítiques .....	53
2.2.3.1	Protocols i anàlisis .....	53
2.2.3.2	Desenvolupament dels mètodes i patrons utilitzats.....	61
2.2.3.3	Càlculs de laboratori i resultats .....	66
2.2.4	Comparativa i discussió dels resultats .....	71
2.2.5	Localització de zones especialment contaminades i propostes de millora .....	81
3	CONCLUSIONS .....	87
4	ÍNDEX DE CITES.....	91
5	ÍNDEX D'IMATGES .....	93
6	BIBLIOGRAFIA.....	99
7	ANNEXOS.....	103
8	AGRAÏMENTS.....	113

# 1 INTRODUCCIÓ

Certament, Heràclit tenia molta raó. L'aigua que ha passat no tornarà mai a ser la mateixa: potser nosaltres la veurem igual, ens pot semblar-ho, però mai ho serà. Tot flueix, *Panta rei*<sup>(2)</sup>: efectivament, un riu neix, i la seva aigua i el seu tot flueixen cap al seu final, el mar. Bé, tot i així, no pretenc amb aquest treball encetar un debat ontològic, sinó que intentaré realitzar un treball científic i rigorós que em permeti posar un peu dins del món d'un riu molt especial per a mi: la Tordera.

Nascut en el poble de mateix nom que el riu, he viscut una infància i una joventut acompanyades per aquest noble riu d'aigües tranquil·les, però amb sobtades crescudes furioses que demostraven de tant en tant el poder ocult del riu al qual aquesta societat ha volgut sotmetre a la seva tirànica voluntat. Molts estius he contemplat com el riu llanguia, amb “gesto tràgic”<sup>(3)</sup>, sota el sol implacable, fins a desaparèixer de la faç de la terra. Ell però, ressorgia de ses cendres, i ens delectava amb sa presència renovada cada tardor. Malgrat tot, una ombra obscura planava sobre el riu, enterbolint les seves nítides aigües: la contaminació humana feia estralls entre la flora i la fauna fluvial; la Tordera estava malalta.

Però, realment ho estava? Realment estàvem perdent el nostre riu i més gran patrimoni natural, que permetia el desenvolupament de moltes de les nostres activitats? Calia esbrinar-ho, i així començà a perfilar-se el meu treball. Ben mirat, hi havia diverses formes d'encarar-ho i conèixer l'estat real del riu, però em vaig decidir per una.

Quan vaig haver d'escollir un tema per al treball, volia fer un treball de química, que tingués experiències de laboratori. Aleshores, indecís, vaig recordar el meu riu i em vaig decidir per l'anàlisi, enfront de la síntesi o altres branques de la química. Però no una anàlisi qualsevol, sinó una anàlisi química el més seriosa possible que em permetés fer-me una idea real i precisa de l'estat de les aigües del riu.

Així doncs, conjuminava dos grans interessos: la natura i el medi ambient propers, i la química. Altres motius que recolzaven aquesta tria i que acabarien enfocant el meu treball eren, per exemple, la societat i els seus canvis, o els canvis que havia produït en la natura. Sense anar més lluny, ara hi ha cases on abans hi havia camps o boscos, i

dubto que aquests canvis no hagin influït en un sistema tan complex com és el de tota la conca de la Tordera.

Per tant, m'encaminava cap a realitzar un estudi de la qualitat de l'aigua de la Tordera, tot establint relacions entre la climatologia i les activitats humanes. Conseqüentment, tot i la presència d'una important part documental, el treball s'adscriuria més a la categoria de projecte, degut al desenvolupament dels mètodes analítics, les pròpies anàlisis, el treball de camp...

Entrant en matèria, vaig determinar una sèrie d'objectius a aconseguir amb el meu treball:

- Conèixer l'estat del riu, de la manera més precisa possible.
- Conèixer la conca de la Tordera; la seva geografia, climatologia, característiques generals...
- Investigar sobre l'ús de l'aigua de la Tordera i conèixer contaminants propis de l'activitat humana desenvolupada a la zona (agrícola, industrial, domèstica...).
- Conèixer i desenvolupar mètodes d'anàlisi d'aquests contaminants i seleccionar els més adequats.
- Conèixer la normativa relativa a la qualitat de l'aigua i investigar si el riu la compleix.
- En la vessant química, aprendre el funcionament d'una anàlisi d'aigües, i realitzar-ne en diferents punts de la Tordera.
- Repetir les anàlisis en diferents moments de l'any i fer-ne un seguiment.
- Localitzar les zones especialment contaminades.
- Fer propostes de millora d'aquests aspectes, si escaigués.

Partint d'aquests objectius bàsics, havia de trobar una manera d'acomplir-los, i així va començar a desenvolupar-se tot el treball. Primer de tot vaig repartir el treball en dos blocs, l'apartat documental i l'experimental. En el primer vaig buscar informació sobre la geografia i geologia de la conca, sobre la població actual i històrica de la conca, dades sobre l'activitat agrària, ramadera i industrial de la conca, dades sobre normatives d'aigües, i dades climatològiques, bàsicament de precipitacions, que vénen englobades dins de l'apartat de dinàmica fluvial, que en faré una menció especial. Per a desenvolupar aquest punt, on realitzo bàsicament un balanç hídric de la conca, vaig

buscar quines càrregues i descàrregues d'aigua tenia el riu. La recàrrega prové de la pluja, mentre que hi ha altres factors que treuen aigua del riu. Aleshores vaig dissenyar un mètode per a calcular-ho i obtenir el cabal final teòric del riu. En aquest mètode, existeixen tres tipus de dades: les dades inicials, amb què es basen els càlculs, les dades obtingudes a través dels càlculs, i les dades que, al no haver-hi dades, es fan consideracions aproximades.

Després, a l'apartat experimental, tenim la selecció dels punts de mostreig i dels paràmetres a analitzar. Allà s'expliquen els principals, però per a tenir una idea més completa de l'estat del riu, jo he anat a altres punts propers (o no tan propers) que he considerat interessant o fins i tot necessari d'anar-hi, o bé, he realitzat alguna altra anàlisi complementària, com és el cas dels clorurs o el cabal, o tingut alguna experiència amb instrumental analític de més qualitat. A més a més, també explico els procediments de les anàlisis realitzades, a part del desenvolupament d'aquests mètodes, i adjunto els resultats analítics, tot fent una discussió i comparativa entre aquests, per acabar realitzant una sèrie de propostes de millora d'aquests aspectes que caldria canviar.

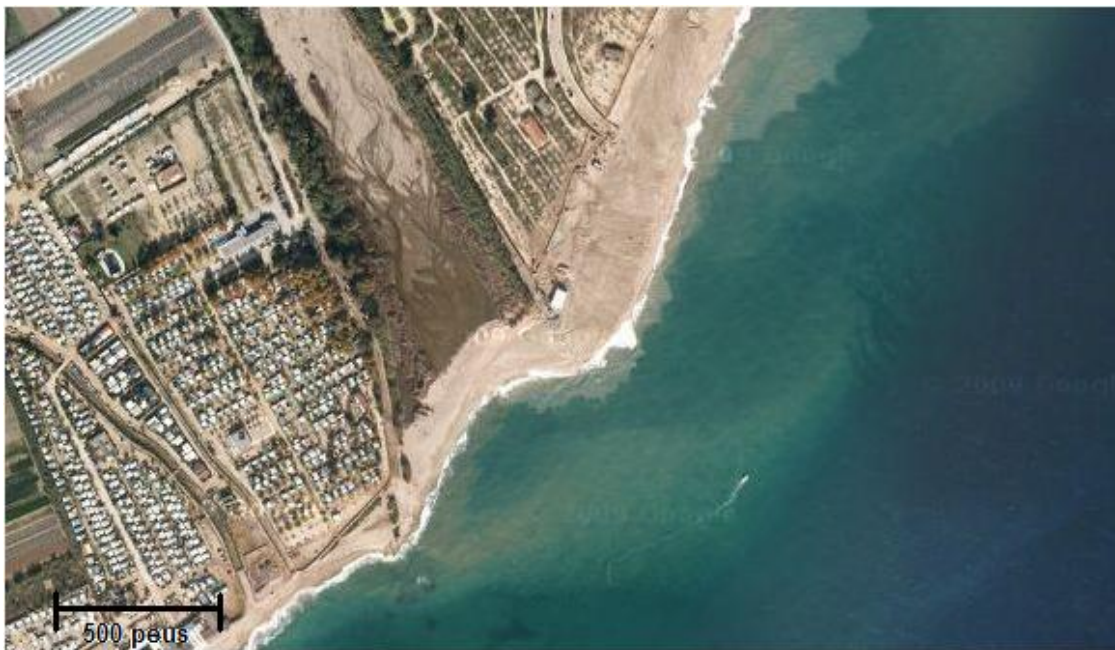


## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Apartat documental

#### 2.1.1 Descripció geogràfica i geològica de la conca de la Tordera

La Tordera és un riu, el curs del qual transcorre pel nord-est de Catalunya i passa per les comarques del Vallès Oriental, la Selva, el Maresme i un petit tros d'Osona. Neix a la Serralada Prelitoral dins del Massís del Montseny, passa per la depressió prelitoral, i vorejant la Serralada Litoral (serra del Montnegre) desemboca al mar Mediterrani. Concretament, la desembocadura de la Tordera es troba en la latitud 41.65 i longitud 2.78, on s'ha format un petit delta, el delta de la Tordera, d'uns 8 km<sup>2</sup> de superfície.



**Figura 1:** Desembocadura i delta de la Tordera. (500 peus = 152.4m)

El riu neix a la Font Bona de Sant Marçal, situada a 1107 metres d'altitud en ple Parc Natural del Montseny, entre les Agudes i el Matagalls. Just al costat, hi ha l'ermita de Sant Marçal, ermita romànica del segle XI, que està situada en el punt on toquen les comarques del Vallès Oriental, la Selva i Osona. Davant de la font hi ha una placa amb el poema "Font de Sant Marçal" de Guerau de Liost. Guerau de Liost és el pseudònim de Jaume Bofill i Mates (Olot, 1878 – Barcelona, 1933), que fou un poeta català noucentista íntimament lligat al Montseny (d'aquí li ve part del seu pseudònim).



**Figura 2:** Monument a la Font Bona de Sant Marçal (Montseny) amb el poema "Font de Sant Marçal" de Guerau de Liost.

Encara dins del Parc del Montseny, trobem el primer municipi en el transcurs del riu: Montseny. Montseny és un petit municipi de 26.8 km<sup>2</sup> i 319 habitants (l'any 2009). Sant Esteve de Palautordera i Santa Maria de Palautordera tanquen el conjunt de poblacions del curs alt de la Tordera, ambdues ja fora del parc.

En el curs mitjà, tenim Sant Celoni com a principal centre urbà, amb 16860 habitants i 65.2 km<sup>2</sup>. L'activitat antròpica en aquesta part del riu es veu clarament accentuada, i el nombre de municipis també és major: Riells i Viabrea, Sant Feliu de Buixalleu, Hostalric, Massanes, i altres pobles propers que, si bé no toquen la Tordera, tenen rieres o afluents d'aquesta.

Finalment, en el curs baix, trobem la part més poblada amb Tordera (15345 hab. i 84.1 km<sup>2</sup>), Fogars de la Selva, Palafolls, Malgrat de Mar (18472 hab. i 8.8 km<sup>2</sup>) i Blanes (40047 hab. i 17.7 km<sup>2</sup>). Un fenomen interessant és la bifurcació en dos braços que pateix el riu poc abans d'arribar a Tordera i que tornen a unir-se a l'alçada del nucli urbà. Tot i així, el braç esquerre rarament porta aigua, i no representa un gran canvi en la morfologia del riu.

Degut a què és un riu amb un cert caràcter torrencial, la llargada de la Tordera varia molt en funció de l'any i, fins i tot, de l'època de l'any. Per exemple, durant l'estiu,



especialment els d'anys molt calorosos o de forta sequera, el riu està sec en bona part del seu recorregut. Tot i així, la Tordera té una longitud aproximada de 60 quilòmetres. La conca té una superfície de més de 850 km<sup>2</sup>, i està formada per un bon nombre d'afluents que són, majoritàriament, rieres o corrents fluvials de caràcter similar (torrents...): la riera de la Castanya, la riera de Vallgorguina, la riera del Pertegàs, de Gualba, de Montnegre, de Fuirosos, d'Arbúcies, de la Pineda, de Santa Coloma, la riera de Maçanes, la Torderola, el torrent de la Mina d'Or, la riera de Vallmanya, entre d'altres.

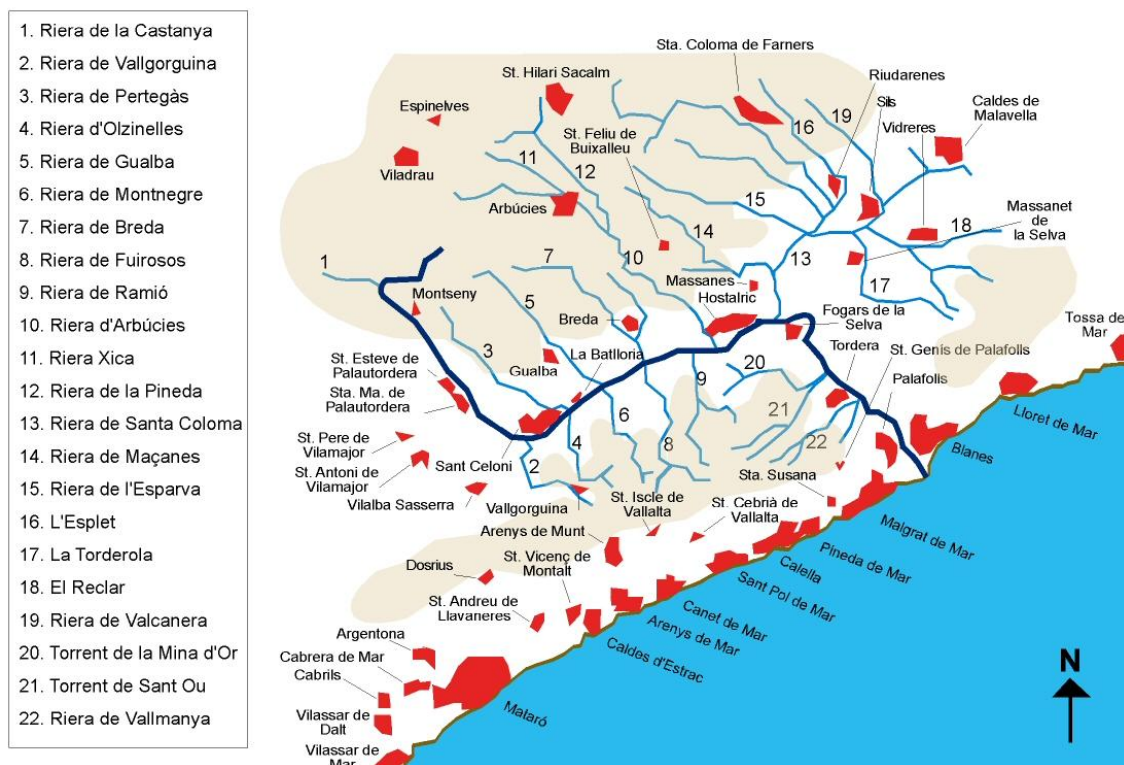
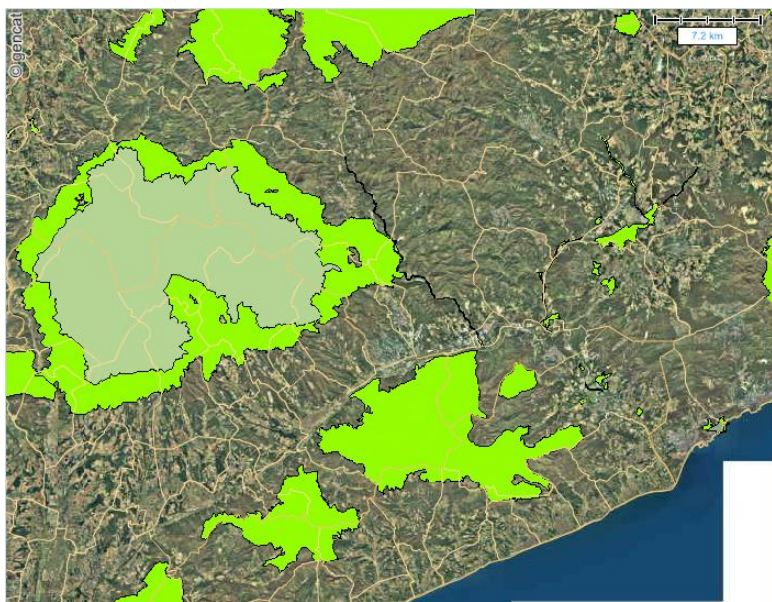


Figura 3: Afluents i conca de la Tordera amb les poblacions circumdants.

La Tordera, com qualsevol altre riu, té una sèrie d'elements bàsics que detallarem tot seguit. La llera, glera o llit del riu és la part del fons d'una vall (la depressió prelitoral en aquest cas) per on discorren les aigües en el seu curs, és a dir, és el límit físic normal d'un flux d'aigua, essent els seus límits laterals les riberes. Es distingeixen dos tipus de llit, el menor, aparent o normal que és aquell pel qual passa aigua fins i tot durant l'estiu, i el gran o plana d'inundació, que conté al primer, només és envaït pel curs de les crescudes. Un altre element és el tàlveg, que és la línia que marca la part més fonda d'una vall, i és el camí per on van les aigües dels corrents naturals. Una altra consideració a tenir en compte, és el fet de diferenciar entre el marge dret i l'esquerra

d'un riu: el dret és el que mirant riu avall es troba a la dreta, mentre que l'esquerre és el que mirant riu avall, es troba a l'esquerra. Finalment, la plana al·luvial és la part orogràfica que conté un curs d'un riu i que pot ser inundada davant una possible crescuda de les aigües d'aquest. Per acabar, farem distinció de les parts del curs d'un riu, cosa que en la Tordera és molt fàcil observar: el curs alt o superior està ubicat en la zona més elevada, on l'erosió de les aigües del riu és vertical, i per tant provoca l'aprofundiment de la llera. El curs mitjà és on el riu comença a serpentejar, tot eixamplant la vall. Per últim, el curs baix o inferior està situat a les parts més baixes de la conca, on el cabal del riu perd força i els materials sòlids que porta es sedimenten, formant les planes al·luvials o valls.

El riu travessa una sèrie d'espais naturals protegits al llarg de les tres comarques (negligint Osona) per on passa el seu recorregut. A la Selva, unes 8582.48 hectàrees de terreny protegit pertanyen a la conca de la Tordera, amb una aportació especial d'Arbúcies, que té 4111.47 ha., entre d'altres municipis com Blanes, Breda, Caldes de



**Figura 4:** PEIN (Pla d'Espais d'Interès Natural) i Espais naturals de protecció especial (parc natural del Montseny).

Malavella, Fogars de la Selva, Hostalric, Maçanet, Massanes, Riells i Viabrea, Riudarenes, Sant Feliu de Buixalleu, Sils, Vidreres i Vilobí d'Onyar. En el Maresme però, tan sols unes 4446.41 ha. pertanyen a la conca. Tordera té la major superfície amb 2761.69 ha. d'espais protegits, mentre que pobles com

Dosrius, Palafolls, St. Cebrià de Vallalta, St. Iscle de Vallalta i Santa Susanna tanquen la llista. El Vallès Oriental té la major superfície protegida ocupada per la conca, 14293.91 ha., encapçalades per Sant Celoni amb 4068.6 i seguides per Campins, Fogars de Montclús, Gualba, Montseny, St. Esteve de Palautordera, St. Pere de Vilamajor, Vallgorguina i Vilalba Sasserra. Per tant, el total d'hectàrees protegides de la conca de la Tordera és d'un 27322.8, enfront a les 977107.87 ha. de Catalunya (un 2.8%

aprox.). Tot i així, podem concloure que prop d'un 30% de la superfície de la conca (d'uns 850 km<sup>2</sup>) és superfície protegida, dada similar al conjunt de Catalunya que, amb 32106.54 km<sup>2</sup>, també té prop del 30% de superfície natural protegida.

Geològicament<sup>(4)</sup>, la composició del recorregut de la Tordera és variable al llarg del seu recorregut. A la zona del Montseny, el sòl està compost bàsicament per pissarres micacítiques o sorrenques, roques metamòrfiques de caràcter homogeni que es caracteritzen pel gran nombre d'aplicacions que tenen a la vida quotidiana, com per exemple la fabricació de teulades. Està formada sobretot per esquists i argila. La mica és un mineral compost per silicats i minerals alcalins, molt exfoliable, que se sol trobar a esquists i granits. Aquests sòls es van crear cap al Cambroordovicià o bé durant l'Ordovicià.

L'Ordovicià és un dels períodes de la història geològica de la Terra, que junt amb el Cambrià abans, i el Silurià, Devonian, Carbonífer i Permià després, conformen el Paleozoic, comprès entre els 570 milions d'anys (ma) i els 245 ma. Per tant, la formació d'aquests sòls devia produir-se ara fa 450-550 ma.

La resta del recorregut està bàsicament formada per terrasses fluvials, graves, sorres i lutites. La lutita és una roca sedimentària detrítica, és a dir, formada per les partícules sòlides, especialment llims o argiles, procedents de l'erosió, que han patit una compactació. Aquesta part del sòl, va aparèixer durant l'Holocè.



**Figura 5:** Recorregut de la Tordera on es veuen clarament els tres trams i principals afluents.

L'Holocè és l'època geològica on ens trobem en l'actualitat que, juntament amb el Pleistocè, formen el període quaternari: un dels dos períodes (l'altre és el terciari) de l'era del Cenozoic, que ocupa els últims 65 milions d'anys. L'Holocè començà fa 0,01 ma. (10000 anys) i continua fins al present.

Fora ja de la llera del riu, trobem que pels voltants, els granits són la composició elemental dels sòls de la zona del curs mitjà i baix de la Tordera. Els granits són roques magmàtiques o ígnies plutòniques constituïdes essencialment per mica, quars i feldspat. Una roca plutònica és aquella roca ígnia (creada a partir de magma) que s'ha format a partir d'un refredament lent i profund de

grans masses de magma. El granit és la roca més abundant de l'escorça terrestre continental, enfront al basalt oceànic.

COMARCA	LA SELVA	EL MARESME	EL VALLÈS ORIENTAL	OSONA
MUNICIPIIS	Arbúcies	Malgrat de Mar	Campins	El Brull
	Blanes	Palafolls	Fogars de Montclús	
	Breda	Tordera	Gualba	
	Caldes de Malavella		Llinars del Vallès	
	Fogars de la Selva		Montserrat	
	Hostalric		Sant Celoni	
	Maçanet de la Selva		Sant Esteve de Palautordera	
	Massanes		Sant Pere de Vilamajor	
	Riells i Viabrea		Santa Maria de Palautordera	
	Riudarenes		Vallgorguina	
	Sils		Vilalba Sasserra	
	Sant Feliu de Buixalleu			
	Santa Coloma de Farners			
	Vidreres			
Vilobí d'Onyar				

Per acabar direm que concretament, els municipis o part de municipis que entren a la conca de la Tordera, estan detallats tot seguit, en la següent taula que mostra la divisió política de la

Taula 1: Taula amb els municipis de la conca segons les comarques a les quals pertanyen. De la mateixa manera, es veu gràficament el territori que aquesta ocupa en el mapa a continuació.



Figura 6: Límits geogràfics de la conca de la Tordera (en vermell).

## 2.1.2 Descripció de la dinàmica fluvial

El riu Tordera és molt més que un corrent d'aigua. Hi ha un munt de processos físics, químics i biològics que es desenvolupen gràcies a ell en tota la conca del riu. La Tordera es veu afectada per ells i en depèn. Per exemple, l'aigua que veiem al riu té origen en l'aigua de la pluja. Tot i així, bona part de les precipitacions no arriben al flux d'aigua, de manera que el cabal del riu és bastant menor que l'aigua procedent de la pluja caiguda a la conca. Primer de tot, cal recordar que una conca hidrogràfica és el territori en el qual totes les aigües superficials drenen de manera natural cap a un únic riu, que anirà a parar al mar, o a un llac en algunes ocasions. Això es pot exemplificar de la següent manera: tots els punts on plougui, i part d'aquesta pluja vagi a parar a la desembocadura de la Tordera (formant rierols, passant per rieres, etc., fins arribar al riu principal) forma part de la conca de la Tordera. La diferència entre una conca hidrogràfica i una hidrològica és que la primera només fa referència a les aigües superficials, mentre que la segona també a les subterrànies (aquífers).

Així doncs, comencem parlant de la pluviometria a la conca. Degut a la falta de dades concretes sobre les precipitacions en el territori estudiat, he agafat dades de l'Idescat (Institut d'Estadística de Catalunya) referents a les precipitacions de tres punts de les tres comarques (obviant Osona) que conformen la conca<sup>(5)</sup>. Així, considero la mitjana entre els tres com una aproximació a la precipitació mitjana de la conca.

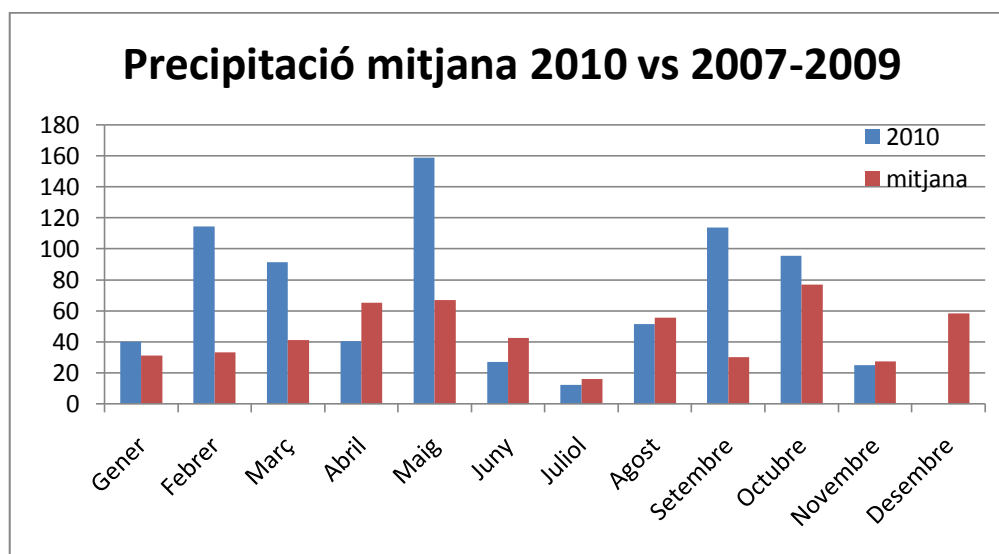


Figura 7: Precipitació mitjana de la conca de la Tordera el 2010 i mitjana de precipitacions del 2007 al 2009.



Com es pot observar en el gràfic, les precipitacions varien considerablement al llarg de l'any. Com és lògic en un clima temperat i mediterrani com el nostre, durant el període estival les precipitacions són escasses i intermitents, mentre que les èpoques de més pluja són la tardor i, sobretot, la primavera.

Any	Comarca	Estacions	Total mm	Mitjanes
2010	Maresme	Malgrat de Mar	848,4	770,35
	Maresme	Vilassar de Mar	708,5	
	Selva	Anglès	731,5	
	Vallès Oriental	Vilanova del Vallès	793	
2009	Maresme	Vilassar de Mar	389,6	508,43
	Selva	Anglès	604,8	
	Vallès Oriental	Vilanova del Vallès	530,9	
2008	Maresme	Vilassar de Mar	631,6	710,37
	Selva	Anglès	780,2	
	Vallès Oriental	Vilanova del Vallès	719,3	
2007	Maresme	Vilassar de Mar	222,6	232,23
	Selva	Anglès	182	
	Vallès Oriental	Vilanova del Vallès	292,1	
2006	Maresme	Vilassar de Mar	384,2	470,53
	Selva	Anglès	526,2	
	Vallès Oriental	Vilanova del Vallès	501,2	
2005	Maresme	Vilassar de Mar	521,4	554,13
	Selva	Anglès	791,2	
	Vallès Oriental	Montmeló (costat de Vilanova)	349,8	
2004	Maresme	Vilassar de Mar	498,4	563,40
	Selva	Anglès	799,4	
	Vallès Oriental	Montmeló	392,4	
2003	Maresme	Vilassar de Mar	545,4	639,00
	Selva	Sta. Coloma Farners	777,2	
	Vallès Oriental	Montmeló	594,4	
2002	Maresme	Vilassar de Mar	832,6	751,20
	Selva	Sta. Coloma Farners	876	
	Vallès Oriental	Montmeló	545	
2001	Maresme	Vilassar de Mar	400	440,40
	Selva	Sta. Coloma Farners	493	
	Vallès Oriental	Montmeló	428,2	
2000	Maresme	Vilassar de Mar	394	480,00
	Selva	Sta. Coloma Farners	586,4	
	Vallès Oriental	Montmeló	459,6	
<b>PROMIG 2000 - 2009:</b>			<b>534,97</b>	

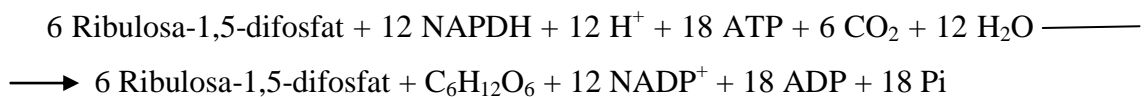
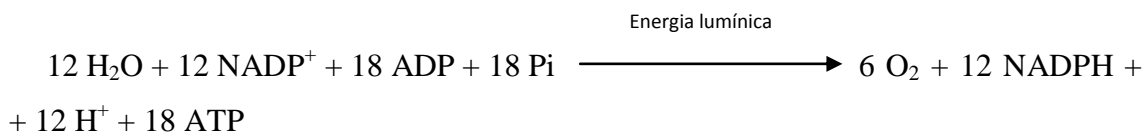
Taula 2: Precipitacions mitjanes anuals a la conca de la Tordera durant l'última dècada i el 2010.

Considerant doncs, el promig de precipitacions de l'última dècada com a la mitjana de precipitacions de la conca de la Tordera, tenim que a la conca plou uns 535 mm anuals.

Conseqüentment, si fem els càlculs obtenim que, considerant la conca d'uns 850 km<sup>2</sup>, aquesta aigua correspon a un cabal de 14.42 m<sup>3</sup>/s. Un cabal que s'acosta al del riu Ter. Òbviament, la Tordera porta força menys aigua que el Ter. Per tant, a on va aquesta aigua? Generalment, una part s'evapora, l'altra s'infiltra cap als aqüífers, una altra s'extreu per a l'ús humà, i una altra és absorbida pels vegetals. A continuació, intentaré explicar aquestes parts.

En primer lloc, les plantes necessiten una important aportació d'aigua. La major part d'aquesta, que és absorbida per les arrels, s'evapora a les fulles, mitjançant un procés anomenat evapotranspiració. Una altra part, aproximadament un 10%, s'usa en el procés de la fotosíntesi.

A grans trets, la fotosíntesi<sup>(6)</sup> és un conjunt de vies metabòliques que consisteix en la captació i transformació del CO<sub>2</sub> per obtenir matèria orgànica (glúcids especialment) amb l'ajut de la llum solar. És un procés complex, dividit en dues fases: la fase lumínica o fotoquímica i la fase fosca o biosintètica. La reacció simplificada de la primera fase és la següent.



La segona és la reacció simplificada de la fase fosca. D'aquesta manera podem observar que en el procés de la fotosíntesi, per cada molècula de glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) es gasten 24 molècules d'aigua.

D'altra banda, a la conca de la Tordera (segons el cens agrari del 99) hi ha uns 95 km<sup>2</sup> de terra cultivada, i uns 400 km<sup>2</sup> de terreny forestal (calculats en apartats posteriors). La productivitat fotosintètica mitjana dels boscos temperats és de 2500 g de glucosa/m<sup>2</sup>/any, mentre que la de la terra cultivada és de 650 g/m<sup>2</sup>/any. Amb aquestes dades, si arrodonim la superfície boscosa a 500 km<sup>2</sup>, de manera que també s'englobi a

altres superfícies vegetals no considerades com a terreny forestal, tenim que a la conca de la Tordera es produeixen uns  $1.312 \cdot 10^{12}$  g de glucosa/any.

$$1.312 \cdot 10^{12} \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6/\text{any} \cdot (1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6/180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot (24 \text{ mols H}_2\text{O}/1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot (18 \text{ g H}_2\text{O}/\text{mol}) \cdot (1 \text{ l H}_2\text{O}/1000 \text{ g}) = 3148200000 \text{ l H}_2\text{O}/\text{any} = 359.384 \text{ m}^3/\text{h}$$

3593.84 m<sup>3</sup>/h. Aquesta és la quantitat d'aigua que les plantes de la conca de la Tordera gasten, ja que recordem que la que usen per a realitzar la fotosíntesi (359.38 m<sup>3</sup>/h) és el 10% de l'aigua que necessiten.

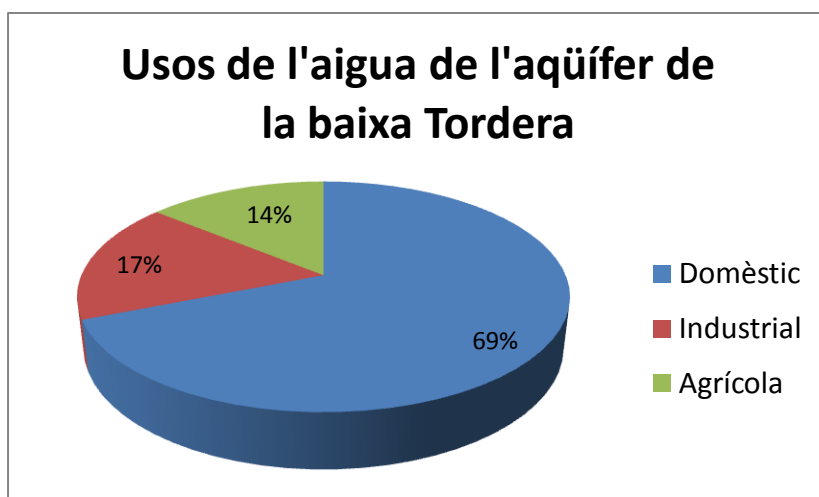


Figura 8: Gràfic que mostra els usos de l'aigua de l'aqüífer de la baixa Tordera.

En segon lloc, un aspecte a tenir en compte és el dels aqüífers<sup>(7)</sup>. Una part de l'aigua de la conca s'infiltra cap a aquests i, bàsicament, és l'aigua dels aqüífers la que alimenta la major part de l'activitat antròpica

que es desenvolupa a la zona. Per sectors, veiem que l'ús domèstic és molt superior als altres dos, arribant als 2911 m<sup>3</sup>/h, enfront als 719 m<sup>3</sup>/h industrials i als 594 agrícoles. Això fa un total de 4223.74 m<sup>3</sup>/h d'aigua que s'extreu de l'aqüífer de la baixa Tordera, un dels dos aqüífers existents en el recorregut del riu. L'altre aqüífer, el de la mitjana i alta Tordera, és més petit, i els usos que se'n fan són força diferents. Tan sols se n'extreuen 936.07 m<sup>3</sup>/h, repartits en 148.4

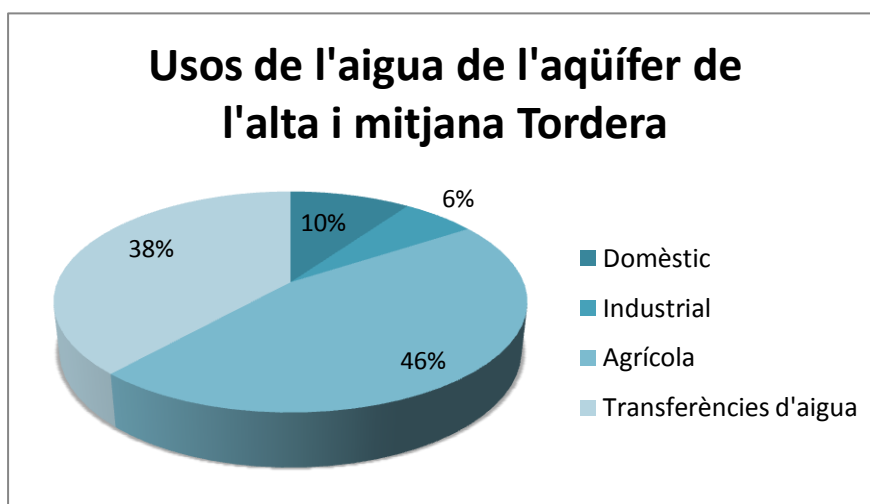


Figura 9: Gràfic amb els usos de l'aigua de l'aqüífer de l'alta i mitjana Tordera.

m<sup>3</sup>/h d'ús domèstic, 91.3 m<sup>3</sup>/h d'industrial, 696.3 agrícola i 582 m<sup>3</sup>/h que es transfereixen a altres conques. Segons dades de l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua), aquest aqüífer està sotmès a una explotació raonable i no abusiva. En canvi, l'aqüífer de la baixa Tordera està sotmès a una sobreexplotació que pot desembocar en unes conseqüències gens agradables.

Finalment, farem un incís sobre la infiltració. De tota l'aigua superficial i d'escorrentia, una part s'infiltra cap al subsòl, on preferiblement anirà a parar als aqüífers. La velocitat i la quantitat d'aigua infiltrada dependrà de molts factors com per exemple el tipus de sòl, la seva porositat, la geologia del terreny, etc. Malgrat això, considerant que l'aigua que arriba als aqüífers és una tercera part de l'aigua superficial que es filtra cap al subsòl, obtenim un volum de 226.6 mm anuals d'infiltració, enfront als 75.5 mm/any dels aqüífers. Segons dades de l'ACA, la infiltració mitjana en el període 1970-2000 a l'aqüífer de la Baixa Tordera fou de 260 mm anuals, cosa que recolza plenament el nostre càlcul teòric.

En tercer i últim lloc hi ha l'evaporació. Una part de l'aigua superficial de la conca pateix un procés d'evaporació, és a dir, que passa de l'estat líquid al gasós. Hi ha tres factors fonamentals que determinen la taxa d'evaporació: la humitat de l'aire, la temperatura i el vent.

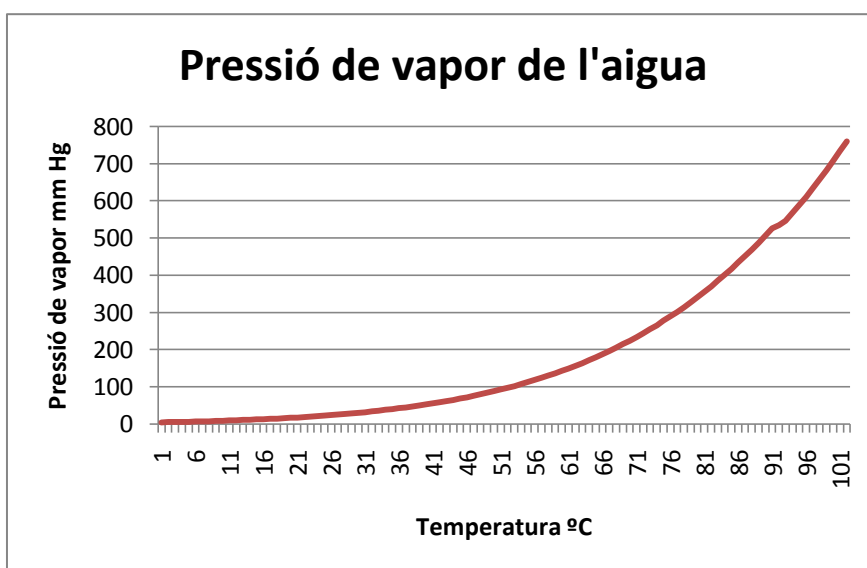


Figura 10: Pressió de vapor de l'aigua en funció de la temperatura.

La temperatura hi està relacionada de manera que a l'augmentar, s'incrementa la pressió de vapor de l'aigua i això provoca una evaporació més ràpida. Per tenir doncs, una idea

ràpida de la quantitat d'aigua evaporada, usarem una de les fórmules empíriques proposades per Visentini<sup>(8)</sup>, aplicable a superfícies líquides a cotes baixes, on

considerem que la pressió atmosfèrica és de 760 mmHg (1 atm.):  $E = 75 \cdot t$ ; on E és l'evaporació anual en mm i t correspon a la temperatura mitjana anual en graus Celsius. Òbviament, la conca no és una superfície líquida, i per tant considerant que plou un dia per setmana, retoquem la fórmula de la següent manera:  $E = 75 \cdot t / 7$ .

Consegüentment i tal i com es veu en la mapa de la temperatura mitjana anual, la temperatura mitjana de la conca és de 15°C. Per tant, l'evaporació és de 160.7 mm anuals, o altrament dit, de 15594.4 m<sup>3</sup>/h.

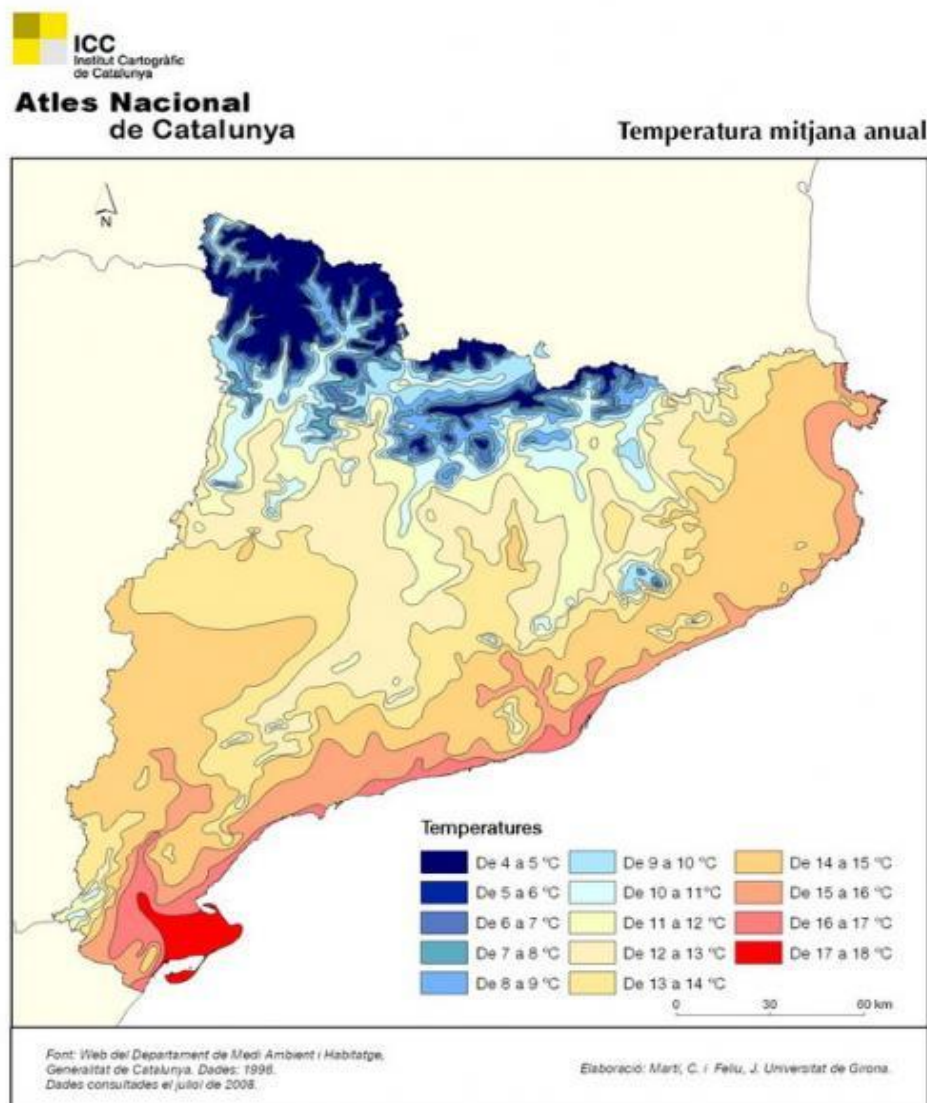


Figura 11: Mapa de la temperatura mitjana anual de Catalunya.

Abans d'acabar, cal parlar d'un altre factor concret que resta cabal al riu: les empreses embotelladores, situades al Parc Natural del Montseny. Són un total de 5 empreses<sup>(9)</sup>: Font del Regàs, Aigua de Viladrau, Font Agudes del Montseny, Aigua del



Montseny i Font d'Or. Aproximadament, extreuen 40000 m<sup>3</sup>/any, el que suposa 2.35 mm anuals menys d'aigua per al riu. Francament, no és una quantitat massa significativa, però el creixement d'aquesta indústria pot arribar a representar un perill per al riu.

		Unitats
Superfície conca	850.000.000	m <sup>2</sup>
Hores/any	8760	h
Pluviometria	535	mm
Aqüífers	226,6	mm
Evaporació	155,4	mm
Evapotranspiració	37,04	mm
Embotelladores	2,35	mm
<b>Cabal restant</b>	<b>113,61</b>	<b>mm/any</b>
<b>Cabal horari</b>	<b>11023,80</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Cabal per segon</b>	<b>3,06</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>

**Taula 3:** Càlcul del cabal teòric del riu Tordera considerant la càrrega i descàrrega d'aigua del curs fluvial.

Finalment, si recopilem totes les dades, obtenim que dels 535 mm anuals d'aigua de pluja que entren a la conca, se'n perden (en processos d'evaporació, evapotranspiració, ús humà i infiltració) un total de 421.4 mm. Això, per al riu suposa passar d'un cabal de 14.42 m<sup>3</sup>/s, a un cabal aproximat d'uns 3 m<sup>3</sup>/s.

Aquestes dades i resultats queden palesos en el recull fotogràfic que configura l'Annex "La Tordera. Caràcter mediterrani". En aquest annex es veuen imatges del riu en el seu pas pel pont de la N-II, durant diferents mesos i moments de l'any 2010, i l'evolució del cabal del riu concorda amb els resultats pluviomètrics (Figura 7). Els mesos de menor precipitació han provocat la disminució del cabal fins a una final sequera, tot i que el 2010 ha estat un any extraordinàriament plujós.

### 2.1.3 Descripció històrica i social

D'ençà que l'ésser humà tal i com el coneixem va aparèixer, ha utilitzat gran varietat de recursos naturals, tot i que la seva activitat no ha generat massa impactes sobre el medi. Tot i així, en els últims anys, podríem dir que des de la revolució industrial, la població ha crescut de manera espectacular i la seva activitat també ha crescut i s'ha diversificat, de manera que sovint el medi ambient és el que en surt més perjudicat.



Figura 12: Tordera i el pont de ferro fa uns 50 anys.

Parlant ja del riu Tordera, tenim que la població que vivia a les vores del riu ha crescut notablement en els darrers temps. Això és fàcilment visible observant l'evolució de la població de fet dels municipis de la conca de la Tordera. Existeixen

diferents tipus de cens de població. Un d'ells és el de fet, que implica l'empadronament de tota la població present al territori estudiat. N'hi ha d'altres més exactes i complexos com el continu, que és el que s'està aplicant a l'Estat espanyol des de 1996. Tot i així, el de fet ens permet obtenir una idea prou bona de quina era la població d'èpoques anteriors.

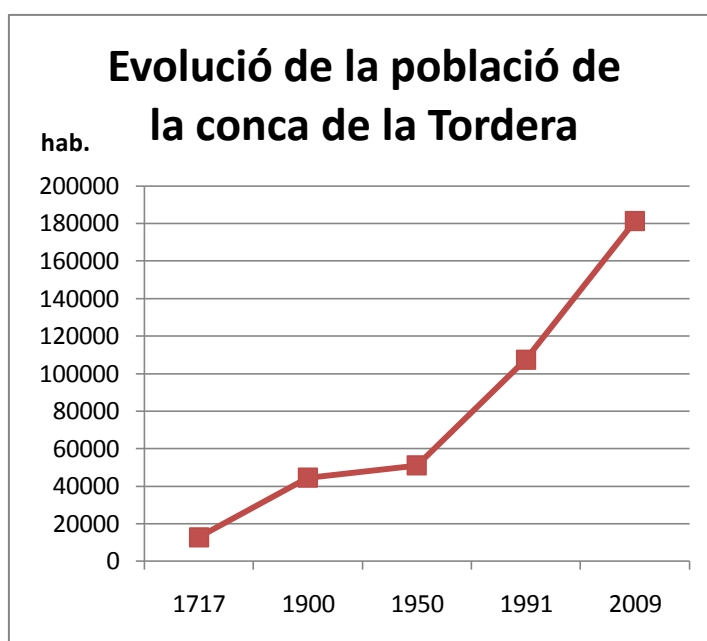


Figura 13: Evolució de la població de la conca de la Tordera des de 1717 fins a l'actualitat.

Així doncs, observem que la població de la conca el 1717 era d'uns 12872 habitants. Al 1950, ja arribava als 51046, i en només 40 anys, al 1991 ja s'havia multiplicat per més del doble, amb uns 107427 habitants. Però el més colpidor és que tan sols en els últims vint anys, aquesta xifra gairebé s'ha tornat a duplicar. Per tant, l'impacte de la població sobre el riu ha variat considerablement.

<b>Any</b>		<b>1717</b>	<b>1900</b>	<b>1950</b>	<b>1991</b>	<b>2009</b>
<b>Tordera</b>	Montseny	271	424	409	277	319
	Sant Esteve de Palautordera	792	667	807	1173	2458
	Sta. Maria Palautordera	...	1.114	1.708	4.975	8823
	St. Celoni	1.162	3.301	4.923	11.937	16860
	Riells i Viabrea	154	580	464	998	3779
	Sant Feliu de Buixalleu	406	1.454	1.196	589	811
	Hostalric	228	1.315	1.149	2.857	3994
	Massanes	209	725	698	477	713
	Fogars de la Selva	170	485	443	397	1513
	Tordera	1.257	3.048	3.593	8.144	15345
	Palafolls	1.226	836	1.153	3.172	8564
	Blanes	1829	4969	7039	25408	40047
	Malgrat de Mar	...	3.738	4.859	11.770	18472
	<b>Subtotal</b>		<b>7704</b>	<b>22.656</b>	<b>28.441</b>	<b>72.174</b>
<b>Afluent</b>	Arbúcies	1057	3.602	3.722	4.522	2465
	Breda	340	1.380	1.571	3.192	1192
	Caldes de Malavella	539	1.835	2.320	3.156	3784
	Gualba	170	622	724	628	6595
	Maçanet de la Selva	260	1.462	1.558	2.954	5763
	Riudarenes	511	1.295	1.252	1.102	11739
	Sant Hilari de Sacalm	632	2.510	2.770	4.677	2070
	Santa Coloma de Farners	940	5.041	4.754	8.111	5127
	Sils	243	1.221	1.586	2.376	7430
	Vallgorguina	224	708	603	755	6871
	Vidreres	252	2.123	1.745	3.780	6710
<b>TOTAL</b>		<b>12872</b>	<b>44455</b>	<b>51046</b>	<b>107427</b>	<b>181444</b>

Taula 4: Taula amb la població de fet i l'actual de la conca de la Tordera des de 1717.

Segons el “Instituto Nacional de Estadística”, el consum d'aigua dels ciutadans de l'Estat va ser de 160 l per persona i dia, el 2006. A més a més, tenim que segons l'OMS o Organització Mundial de la Salut, el mínim necessari d'aigua de consum per a satisfer les necessitats vitals i d'higiene d'hom és de 80 l per persona i dia. És obvi creure que, el 1717 per exemple, la població no gastava aquests 160 l/hab./dia. Per això, si suposem

que vivien amb aquests 80 litres, queda que la població de la conca de la Tordera el 1717 gastava com a mínim uns 42.91 m<sup>3</sup>/h. Actualment, la població de la conca (sense comptar l'aigua necessària per al desenvolupament de les seves activitats) gastaria uns 1210 m<sup>3</sup>/h, és a dir unes 28 vegades més quantitat d'aigua que el 1717, quan la població és “només” 14.1 vegades més gran.



**Figura 14:** Riu Tordera en el seu pas pel Parc Natural del Montseny (curs alt) a 2-4-2010.



**Figura 15:** El riu en el seu pas per Gualba (curs mig) a 19-9-2010.



**Figura 16:** Vista aèria de la desembocadura de la Tordera (curs baix).

Socialment, una característica remarcable és el tipus d'activitat antròpica que es desenvolupa segons el tram de la Tordera en el qual ens trobem. Així doncs, l'activitat predominant és diferent en els cursos alt, mitjà i baix, de tal manera que l'impacte provocat també és diferent. Per exemple, en el curs alt trobem abundants Espais Naturals Protegits, entre els quals remarcarem el Parc Natural del Montseny, Reserva de la Biosfera. A més a més, la població en aquesta part del riu està força dispersa, i en poblacions no gaire grans.

En canvi, el curs mig és un important corredor d'infraestructures (l'autopista, AVE, trens...). A més, hi abunda una important indústria química i farmacèutica. Ambdues activitats solen tenir un fort impacte ambiental, que repercuteix en les característiques generals del riu.



Finalment, el curs baix és una zona més agrícola (tot i que també hi ha indústria) i està sotmesa a un fort turisme intensiu, especialment en la zona més costera.

D'altra banda, si ens referim a les dades històriques sobre la qualitat de l'aigua del riu Tordera, trobem la següent taula que ens mostra l'anàlisi química de l'aigua dels aqüífers en tres anys diferents, agafant per a cada any el promig del diversos mostreigs

Aqüífers		<u>Alta Tordera</u>	<u>Tordera Mitjana Alta</u>	<u>Tordera Mitjana Baixa</u>
Any		1994	1984	1985
Núm. de Mostres		4	3	3
Paràmetres	Unitats	Mitjana	Mitjana	Mitjana
<b>Conductivitat</b>	µS/cm	340,5	826,0	292,0
<b>pH</b>	u. pH	7,4	6,5	7,1
<b>CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup></b>	mg/L	91,5	45,1	250,2
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	mg/L	24,0	120,6	28,2
<b>Cl<sup>-</sup></b>	mg/L	39,5	85,1	37,9
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	mg/L	8,2	3,0	1,8
<b>Na<sup>+</sup></b>	mg/L	29,3	60,0	42,5
<b>K<sup>+</sup></b>	mg/L	2,1	4,4	0,5
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	mg/L	21,0	44,9	48,7
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	mg/L	5,8	9,2	12,5

**Taula 5:** Composició química de l'aigua dels aqüífers de la Tordera en diversos anys.

d'aquell mateix any. En termes generals, es pot dir que es tracta d'aigües de baixa mineralització amb característiques molt semblants a les del propi riu Tordera. Tot i així, podem observar a la mitjana Tordera alts valors de conductivitat, possiblement atribuïbles a la potent indústria que s'estava desenvolupant a la zona, combinat amb l'escassa consciència sobre el medi ambient i l'impacte sobre el riu que s'estava duent a terme. Això contrasta amb la conductivitat de la baixa Tordera que és força més baixa, cosa atribuïble en part a un turisme molt menor del que hi ha actualment. També és curiós el fet de trobar en el tram anterior un pH de 6.5. Tot i que és gairebé neutre, és rar trobar pHs de riu inferiors a 7, ja que tendeixen a ser més bàsics que àcids, cosa que permet suposar alguna causa no natural. A part d'això, remarcarem la presència lleugerament alta de sulfats o altres ions com el calci i el magnesi, en alguns punts determinats.

Per a poder comparar aquestes dades amb d'altres de més actuals, tenim la taula 6 amb dades de l'estat químic dels aqüífers el 2003. Aquí es veuen aigües amb nivells bastant normals, excepte la conductivitat de l'aqüífer de la mitjana Tordera que és força alta. L'aigua de l'alta Tordera pràcticament compliria els requisits per a aigua potable, o



sigui que no hi ha res a dir. En canvi l'altre, tot i no estar massa contaminat, aquesta conductivitat és sospitosa d'amagar algun problema de contaminació més important.

Estat químic actual dels aqüífers presents a la massa						
<b>Aqüífer:</b> 4031A11 - Aqüífer Superficial de l'Alta Tordera						
<b>pH</b> (u.pH)	<b>CE</b> (uS/cm)	<b>HCO3</b> (mg/l)	<b>Cl</b> (mg/l)	<b>SO4</b> (mg/l)	<b>Ca</b> (mg/l)	<b>Mg</b> (mg/l)
7,6	187	63	14,9	22,8	24,4	6,3
<b>Na</b> (mg/l)	<b>K</b> (mg/l)	<b>NO3</b> (mg/l)	<b>NH4</b> (mg/l)	<b>Fe_total</b> (ug/l)	<b>Mn_total</b> (ug/l)	
11,3	1,2	10,7	l.d.	580	76	
Promig de diverses dades de 2003						
<b>Aqüífer:</b> 4031A12 - Aqüífer Superficial de la Tordera Mitjana						
<b>pH</b> (u.pH)	<b>CE</b> (uS/cm)	<b>HCO3</b> (mg/l)	<b>Cl</b> (mg/l)	<b>SO4</b> (mg/l)	<b>Ca</b> (mg/l)	<b>Mg</b> (mg/l)
7,6	950	350	158	85,8	115,4	22,8
<b>Na</b> (mg/l)	<b>K</b> (mg/l)	<b>NO3</b> (mg/l)	<b>NH4</b> (mg/l)	<b>Fe_total</b> (ug/l)	<b>Mn_total</b> (ug/l)	
114,9	3,3	1,0	0,6	8896	2343	
Promig de diverses dades de 2003						

Taula 6: Estat químic de les aigües dels aqüífers de la Tordera el 2003.

Segons altres estudis, com “la Qualitat Ecològica dels Rius”, iniciativa promoguda per la Diputació de Barcelona mitjançant la seva Oficina Tècnica d'Acció Territorial de l'Àrea d'Espais Naturals i que porta a terme el Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona amb la col·laboració de diverses institucions des de l'any 1994 fins a l'actualitat, veiem que la qualitat fisicoquímica del riu tampoc ha variat massa en els últims temps.

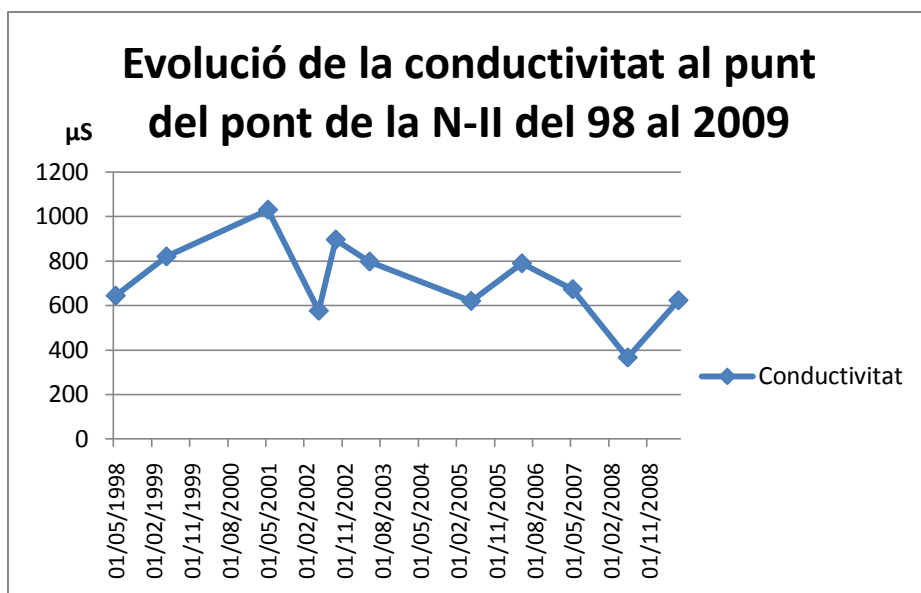


Figura 17: Gràfic amb l'evolució de la conductivitat al riu Tordera en el punt del pont de la N-II del 1998 al 2009 segons l'informe de la Diputació.

Per exemple, si agafem un paràmetre estàndard i útil com la conductivitat, veiem que, tal i com mostra el gràfic, aquesta no ha variat gaire. Tot i que la dinàmica que porta és d'un descens lleuger, si observem altres gràfiques d'altres punts de mostreig, la tendència general no és ni disminuir ni augmentar. A més a més, el fet de fer un sol mostreig per any, dificulta l'exactitud i el rigor necessaris per a establir determinades relacions.

Bé, per tant podem concloure que l'estat químic històric general del riu no és massa dolent. Sí que hi ha episodis de forts impactes i de contaminacions puntuals, però en general, es manté en uns nivells acceptables, tot i que força millorables.

Amb una visió més global, veiem que la Tordera ha canviat amb el temps i que depenent del tram aquests canvis són més notables o menys, de la mateixa manera que són més perjudicials o menys. Dels tres cursos del riu, l'alt és el que menys afectat està per l'acció humana, fins al punt de poder considerar que s'ha mantingut estable i més o menys constant malgrat l'increment de la població i les seves necessitats, el canvi de l'activitat humana i l'evolució de les condicions fisicoquímiques del riu.

### 2.1.4 Descripció de l'activitat humana relacionada amb la conca

A la conca de la Tordera s'hi desenvolupa tota una sèrie d'activitats humanes d'allò més variada i diversificada. Tot i això, les principals activitats que tenen una forta repercussió directa sobre el riu són, bàsicament, la indústria, l'agricultura i la ramaderia. Aquestes tres activitats en què se sustenten la majoria de societats (obviant el sector dels serveis (turisme, comerç, hostaleria, transports...)), a més de tots els avantatges que comporten, solen tenir un fort impacte ambiental. Així doncs, la Tordera no n'és cap excepció i també pateix les conseqüències d'aquestes tres activitats que es troben de manera més que representativa a la conca.

Pel que fa a la indústria<sup>(10)</sup>, gairebé tots els municipis de la conca disposen de varis polígons industrials, amb una menció especial a Sant Celoni que és de lluny el poble amb més activitat industrial directa (o almenys amb més polígons) de tota la conca, amb un total de setze polígons, més del doble que Tordera, el segon poble (sense comptar els polígons situats en els afluents, ja més allunyats) més industrialitzat, amb set complexos industrials.

Al curs alt de la Tordera, l'activitat industrial és escassa, amb Santa Maria de Palautordera com a únic municipi amb aquest tipus d'activitat (6 polígons), tenint en compte que es troba pràcticament ja en el curs mitjà de la Tordera. En canvi, el curs mitjà del riu està fortament industrialitzat, amb Sant Celoni com a màxim exponent d'aquesta industrialització i acompanyat d'altres municipis com Riells i Viabrea (5 polígons), Hostalric (2), Breda (5), Sant Feliu de Buixalleu (2), etc. Seguint aquesta tendència, trobem que el curs baix de la Tordera també està força industrialitzat, encapçalat per Tordera i seguit de Palafolls (5 pol.), Fogars de la Selva (3), Blanes (4)...

Finalment, recopilant totes les dades, podem afirmar que al curs de la Tordera hi ha un total de 61 polígons industrials que ocupen una superfície de 941.17 hectàrees (ha.). Així doncs, no és pas una xifra menyspreable, tenint en compte que el riu té uns 60 km. de longitud i que això significa aproximadament 1 polígon/km.

Si parem a analitzar els afluents i els pobles que acaben de configurar la conca, trobem que aquest nombre ascendeix notablement, sobretot en els pobles banyats per la riera de Santa Coloma i els seus afluents. De tots aquests, Santa Coloma de Farners, com a única capital de comarca de la conca, té l'activitat industrial més desenvolupada

amb 17 polígons industrials (1 més que Sant Celoni) però no per això la més important, ja que Sta. Coloma està massa allunyada del curs principal del riu com per afectar-hi tan decisivament (mediambientalment parlant) com Sant Celoni. A més a més, en aquesta zona també hi ha altres pobles industrialment força actius, com Riudarenes (7 polígons), Sils (7), Vidreres (4), Maçanet de la Selva (6) i Caldes de Malavella (9). Ja deixant la part més septentrional de la conca, trobem altres rieres industrialitzades com la d'Arbúcies, amb Sant Hilari de Sacalm (6 pol.) i Arbúcies (9) com a principals municipis.

Per tant, en tot el conjunt de la conca trobem un total 126 polígons industrials, que ocupen una superfície de 1655.76 ha. Concretament, el complex industrial més petit es troba a Santa Coloma de Farners (0.59 ha.), mentre que el més gran, a Vidreres (109.48 ha.), i la resta es troben oscil·lant entre aquests dos nombres, amb una mitjana de poc més de 13 hectàrees per polígon.

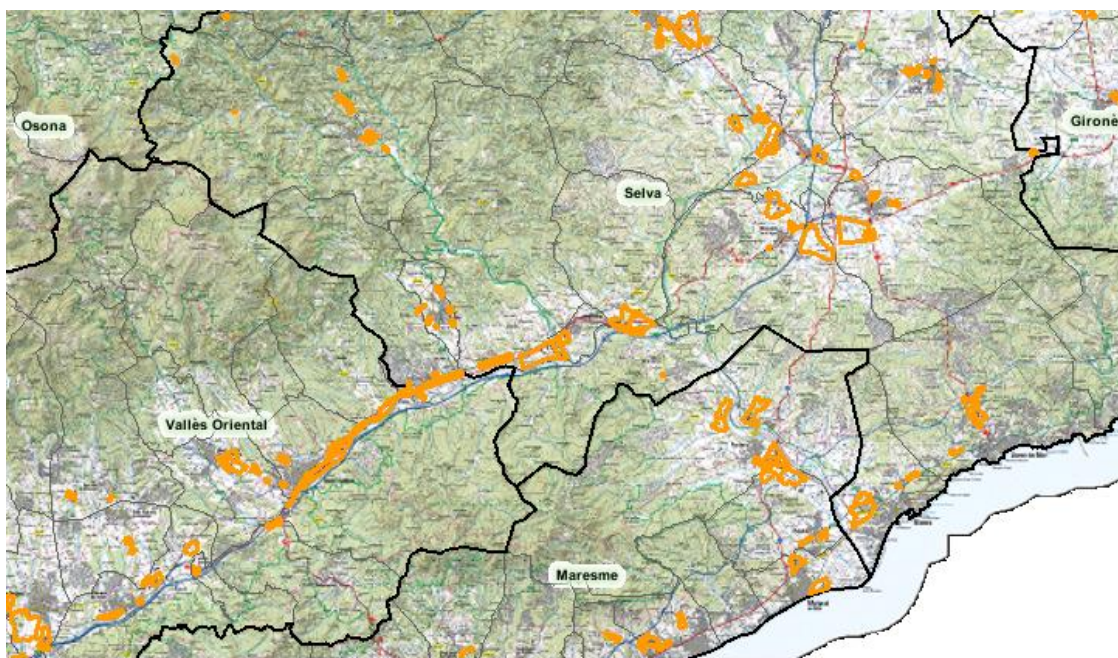


Figura 18: Mapa dels polígons industrials (en taronja) de la conca de la Tordera.

L'agricultura ocupa un lloc un xic més diferent. Mentre que la indústria és força activa a la zona, tenim que si bé a Catalunya la SAU (Superfície Agrícola Utilitzada) arriba al 36%, a la zona de la conca de la Tordera, amb prou feines supera el 10% de la superfície total, és a dir, unes 9498 ha. segons el cens agrari de 1999.

S'entén com a SAU, la suma d'hectàrees ocupades per terres llaurades i per pastures permanents. En els pobles que toquen directament al riu, cal fixar-se en Tordera: té un

total de 1217 ha. de SAU i representa el segon municipi de tota la conca amb més activitat agrària. Els altres poble, amb excepció de Santa Maria de Palautordera i Sant Feliu de Buixalleu que ambdós superen les 400 ha., tenen poca o molt poca (100-300 ha.) superfície agrícola, amb el cas extrem d'Hostalric, on trobem censades una sola explotació de regadiu que ocupa una hectàrea. En canvi, a la part nord-est de la conca, amb la riera de Santa Coloma com a eix vertebral de la zona, la superfície agrària és força major, amb Riudarenes com a mínim (414 ha.) i Caldes de Malavella com a màxim de la zona i de tota la conca, amb 1229 ha. Els altres valors oscil·len entre les 500 i 700 hectàrees, exceptuant Maçanet de la Selva amb 994.

En canvi, tenim que la superfície forestal és força més extensa a tota la conca, fins al punt d'arribar a unes 39268 hectàrees segons el cens agrari del 99. Entre els municipis més boscosos, trobem Arbúcies amb 6359 ha. i Sant Hilari de Sacalm amb 6062. Tordera es troba en tercer lloc amb 4229, seguida de St. Celoni amb 3892. Hostalric i Malgrat de Mar són els altres extrems amb només 5 ha. de terreny forestal. Tots els altres estan per sota de 2900 ha.

Per tant, veiem que els municipis banyats pels afluents de la Tordera són força més actius agrícolament parlant que els banyats pel propi riu, ja que tenen força més terres llaurades, més superfície de pastures permanents (i, per tant, més SAU) i més terreny forestal. Tot i així, si parem a analitzar la Tordera segons els seu curs, veiem que va augmentant l'activitat agrícola a mesura que passen els quilòmetres. Mentre que en el curs alt tan sols té 765 ha. de SAU, en el mitjà passen a ser 905, i acaba en el curs baix amb 2060. El terreny forestal però, no segueix aquesta mateixa tendència: en el mitjà és superior que en el baix, i en el curs alt, també degut a què és la part més curta i amb menys municipis, força inferior.

Així doncs, seguint en el mateix sector, trobem l'activitat ramadera. Per quantificar aquesta activitat també relacionada amb el riu, n'analitzem els següents paràmetres: fent distinció entre explotacions i nombre de caps, es fa el recompte de bovins, ovins, cabrum, porcins, aviram, conilles mare i equins. Començant doncs, pel curs alt de la Tordera, tenim en primer lloc Montseny, que com a petit municipi té poca activitat ramadera (exceptuant les 96 cabres), amb 100-200 caps de bestiar en les espècies més abundants (bovins, ovins i aviram en aquest cas). El següent és St. Esteve de Palautordera, amb menció especial als porcs i les conilles mare, amb més de 700 caps



cada una. Santa Maria de Palautordera tanca el curs alt amb un nombre de bovins i ovins destacable, 1833 i 860 caps, respectivament. Ja en el curs mitjà trobem St. Celoni amb un nombre elevat d'aviram i conilles mare, 22722 i 806, respectivament. A Riells i Viabrea tenim ben poca activitat amb un màxim de 545 ovelles. Sant Feliu de Buixalleu ja en té més, amb 1332 ovins i sobretot 1147 conilles mare. En canvi, Hostalric torna a ser l'extrem i tan sols té 1 explotació d'aviram censada amb 42 caps. Massanes té bovins (704) i conilles mare (806), però bàsicament porcins amb 1633 caps. A Fogars de la Selva, ja en el curs baix, l'única dada destacable són els 1081 porcins. A Tordera però, l'activitat ramadera és més forta que en la resta: són destacables els bovins (2668) i els ovins (1450), així com els equins (132) i el bestiar cabrum (239), pràcticament negligibles fins al moment. Tot i així, les dades més espectaculars se les emporten els porcins amb 7944 caps i l'aviram amb 74 explotacions que contenen 79192 caps. Arribant ja al final, a Palafolls amb prou feines trobem activitat (516 ovins), igual que a Blanes (185 bovins i 181 caps d'aviram), i que Malgrat, amb 440 ovelles.

En els altres municipis de la conca, les estadístiques són similars i només destacarem: els 2913 porcs de St. Hilari de Sacalm, els 65447 caps d'aviram de Sta. Coloma de Farners, els 2111 ovins i 13598 porcins de Riudarenes, els 23817 caps d'aviram de Sils, les 901 conilles mare de Vidreres, els 2407 ovins i 2974 porcins de Maçanet, i els 2718, 2274 i 2920 caps de bestiar boví, oví i porcí, respectivament de Caldes de Malavella.

Així doncs, a la conca de la Tordera trobem: 218 explotacions de bovins amb 15082 caps, 80 explotacions d'ovins amb 18592, 40 explotacions de bestiar cabrum amb 694 caps, 159 explotacions de porcins amb 38679 caps, 359 d'aviram amb 198638 caps, 173 de conilles mare amb 7379 caps i 54 d'equins amb 544 exemplars. Per tant, tenim que Tordera és el poble amb més aviram, cabres, equins i quasi bovins de tota la conca, mentre que en les explotacions porcines, tan sols és superat per Riudarenes.

LA TORDERA	Poblacions	Km2 municipi	Habitants	Polígons industrials	superfície ha	Superfície agrària en ha. 1999				Ramaderia Nombre de caps per espècies 1999													
						terres llaurades	pastures permanents	terreny forestal	altres	Bovins		Ovins		Cabrum		Porcins		aviram		Conilles mares		Equins	
										1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Montseny	26,8	319			82	75	1650	158	15	149	4	246	4	96	7	80	9	205	3	8	0	0
	Sant Esteve de Palautordera	10,71	2458			179	2	79	39	5	297	2	188	1	4	2	750	3	126	3	734	1	30
	Santa Maria de Palautordera	16,9	8823	s/n Santa Maria de Palautordera 1	2,86	427	0	135	10	16	1833	6	860	1	2	4	12	10	147	6	309	2	23
				Lab	1,74																		
				Crta. Sant Celoni-Sta. Maria	7,49																		
				Can Venedes	29																		
				Can Balmes	15,59																		
				Sector de la Serra	10,24																		
	Sant Celoni	65,2	16860	Plana de la Batllòria	4,32	176	61	3892	714	6	216	4	641	1	11	4	476	6	22722	2	806	1	1
				Riera Can Planes	2,29																		
				Can Batllori	6,49																		
				Inacsa	6,33																		
				Ind. Nord-est	29,14																		
				les Ferreries	4,16																		
				Industrial Cementiri	10,41																		
				Inacsa-La Batllòria	4,5																		
				Alkor-draka Iberica s.a. (Solvay)	16,65																		
				Moli de les Planes	28,61																		
				Pol. K-20	12,88																		
				Can Caseta	5,01																		
				Cray Valley (resisa)	2,79																		
				Sector Benzinera	2,38																		
				Aunde	3,32																		
				Serra Valet	8,77																		
	Riells i Viabrea	27	3779	s/n Riells i Viabrea 4	1,14	82	3	725	20	5	261	1	545	1	21	3	4	5	106	1	3	2	7
				s/n Riells i Viabrea 3	1,6																		
				s/n Riells i Viabrea 2	3,34																		
				s/n Riells i Viabrea 1	1,33																		
				Poligon Industrial del sud-oest	31,57																		
	Sant Feliu de Buixalleu	61,9	811	Poligon industrial Gaserans	88,12	397	18	1534	504	11	640	3	1332	4	29	15	622	21	609	12	1147	3	4
				Poligon industrial sector Skol	27,39																		
	Hostalric	3,4	3994	les pinedes	14,88	1	0	5	29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	42	0	0	0	0
				H-Gaserans	23,39																		
	Massanes	26,1	713	Zona de Desenvolupament Industrial	50,86	167	0	1032	9	6	704	2	435	0	0	3	1633	11	331	5	806	0	0
	Fogars de la Selva	32,1	1513	s/n Fogars de la Selva 1	1,2	62	0	1404	110	5	511	1	8	0	0	4	1081	13	373	8	29	0	0
				Pla de la Mata	15,37																		
				Pla de Fogars	37,29																		
	Tordera	84,1	15345	s/n Tordera 1	14,34	1161	56	4229	502	35	2668	11	1450	7	239	18	7944	74	79192	32	188	9	132
				Fibracolor (o Can Buscà Nord)	22,74																		
				28401	5,26																		
				28402	3,17																		
				La mina d'or	21,66																		
				Can Buscà sud	24,53																		
				Can Verdalet	49,27																		
	Palafolls	16,6	8564	Petita indústria riera Jordà	6,26	323	7	79	21	5	404	3	516	2	8	1	200	11	308	2	3	2	20
				can Baltasar	8,97																		
				mas puigvert	46,5																		
				Pol. Ind. Mas Reixac	17,03																		
				Ind. Mas Ruquet	7,13																		
	Blanes	17,7	40047	Poligon Industrial Carretera de l'Estació	60,77	218	0	151	15	2	185	1	47	1	3	1	1	7	181	3	10	1	28
				Poligon industrial Nord	21,12																		
				s/n Blanes 1	3,07																		
				s/n Blanes 2	7,13																		
	Malgrat de Mar	8,8	18472	la Pomareda	27,18	233	0	5	5	1	170	1	440	1	31	0	0	3	25	1	4	3	22
				can patallina	22,35																		
	<b>TOTALS PARCIALS TORDERA</b>	<b>397,31</b>	<b>121698</b>		<b>880,93</b>	<b>3508</b>	<b>222</b>	<b>14920</b>	<b>2136</b>	<b>112</b>	<b>8038</b>	<b>39</b>	<b>6708</b>	<b>23</b>	<b>444</b>	<b>62</b>	<b>12803</b>	<b>174</b>	<b>104367</b>	<b>78</b>	<b>4047</b>	<b>24</b>	<b>267</b>

	Poblacions	Km2 municipi	Habitants	Polígons industrials	superfície ha	Superfície agrària en ha. 1999				Ramaderia													
						terres llaurades	pastures permanents	terreny forestal	altres	Bovins		Ovins		Cabrum		Porcins		aviram		Conilles mares		Equins	
										1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>Afluents</b>																							
Riera de Vallgorguina	Vallgorguina	22,1	2465	Industrial del Molinot	5,17	52	10	454	0	2	167	1	610	0	0	1	3	2	14	2	242	2	27
Riera de Gualba	Gualba	23,3	1192	Industrial Mobir	3,99																		
Riera de Breda	Breda	5	3784	Sector 7-Gualba de Baix	31,26	91	2	881	230	3	315	3	128	1	84	0	0	7	230	5	320	1	10
				Polígon Industrial Cal Battle	4	155	18	19	5	5	325	2	424	1	3	2	10	6	131	1	4	2	51
				Repiaix	4,15																		
				polígon industrial nord	5,85																		
				s/n Breda 1	1,31																		
				Can Guilleumes	4,51																		
Riera de Arbúcies	Arbúcies	86,2	6595	Pont Cremat	2,46	86	474	6359	77	6	65	9	1683	6	50	10	1442	18	597	8	456	5	40
				s/n Arbúcies 1	0,94																		
				Polígon Industrial Prat del Moliner	2,78																		
				Polígon Industrial Cal Xic	8,45																		
				Polígon Industrial Torres-Pujals	17,55																		
				s/n Arbúcies 3	6,28																		
				s/n Arbúcies 2	1,36																		
				s/n Arbúcies 4	2,59																		
				s/n Arbúcies 5	2,47																		
	Sant Hilari de Sacalm	83,3	5763	Zona Sant Hilari sud	3,36	111	188	6062	50	2	59	2	909	1	8	8	2913	10	248	5	44	3	46
				La Bovila	10,28																		
				Font Picant	8,19																		
				Font Vella S.A.	6,68																		
				s/n Sant Hilari Sacalm 1	2,15																		
				s/n Sant Hilari Sacalm 2	15,8																		
Riera de Santa Coloma	Santa Coloma de Farners	70,6	11739	Polígon Industrial Can Simón	18,6	371	157	2290	24	4	31	2	565	1	21	4	169	14	65447	3	14	1	1
				Zona Industrial Can Llorenç	80,11																		
				s/n Santa Coloma de Farners 1	5,93																		
				s/n Santa Coloma de Farners 2	4,6																		
				s/n Santa Coloma de Farners 3	5,02																		
				s/n Santa Coloma de Farners 4	1,57																		
				s/n Santa Coloma de Farners 5	1,56																		
				s/n Santa Coloma de Farners 6	0,59																		
				s/n Santa Coloma de Farners 7	0,91																		
				s/n Santa Coloma de Farners 8	1,48																		
				s/n Santa Coloma de Farners 9	0,59																		
				s/n Santa Coloma de Farners 10	2,05																		
				s/n Santa Coloma de Farners 11	0,87																		
				s/n Santa Coloma de Farners 12	2,46																		
				s/n Santa Coloma de Farners 13	1,05																		
				s/n Santa Coloma de Farners 14	1,18																		
				Zona Industrial Comercial de l'Entra	8,52																		
	Riudarenes	47,6	2070	Polígon Industrial Riudarenes (Can	42,07	405	9	792	47	9	331	5	2111	1	10	12	13598	18	500	13	216	3	25
				Polígon Procorsa	11,07																		
				Polígon ctra Esarra	15,84																		
				s/n Riudarenes 1	1,9																		
				s/n Riudarenes 2	0,95																		
				s/n Riudarenes 3	0,77																		
				s/n Riudarenes 4	0,66																		
	Sils	29,9	5127	Polígon de Massabè	25,33	746	8	949	18	11	831	1	10	0	0	15	1450	33	23817	22	617	2	11
				Zona Sud-Oest	8,11																		
				mig del poble	0,82																		
				Can Cuca	20,08																		
				s/n Sils 1	7,61																		
				s/n Sils 2	6,84																		
				Antiga paparrera	2,63																		

	Poblacions	Km2 municipi	Habitants	Polígons industrials	superfície ha	Superfície agrària en ha. 1999				Ramaderia													
						terres llaurades	pastures permanents	terreny forestal	altres	Bovins		Ovins		Cabrum		Porcins		aviram		Conilles mares		Equins	
										1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Vidreres	48	7430	Parc d'activitats econòmiques SUS Sector Industrial SUNP II Zona Comercial mig del poble	109,48 8 7,19 8,98	606	56	2866	210	17	843	2	700	0	0	24	397	38	2049	19	901	4	14	
Maçanet de la Selva	45,6	6871	Can Puigtió Can Roura Riera Torderola s/n Maçanet de la Selva 1 s/n Maçanet de la Selva 2 s/n Maçanet de la Selva 3	58,25 1,86 6,16 0,61 1,41 103,42	793	201	2187	71	17	1359	5	2407	0	0	9	2974	30	715	14	364	3	6	
Caldes de Malavella	57,3	6710	s/n Caldes de Malavella 1 s/n Caldes de Malavella 2 s/n Caldes de Malavella 3 s/n Caldes de Malavella 4 s/n Caldes de Malavella 5 s/n Caldes de Malavella 6 Centre poble Zona Industrial de l'Estació Pla Parcial Industrial Can Cabanyils	7,94 1,72 7,32 2,66 1,86 2,1 5,03 2,77 4,72	1174	55	1489	41	30	2718	9	2274	6	74	12	2920	9	523	3	154	4	46	
<b>Totals parcials Afluents</b>	<b>518,9</b>	<b>59746</b>		<b>774,83</b>	<b>4590</b>	<b>1178</b>	<b>24348</b>	<b>773</b>	<b>106</b>	<b>7044</b>	<b>41</b>	<b>11821</b>	<b>17</b>	<b>250</b>	<b>97</b>	<b>25876</b>	<b>185</b>	<b>94271</b>	<b>95</b>	<b>3332</b>	<b>30</b>	<b>277</b>	
<b>TOTALS</b>	<b>916,21</b>	<b>181444</b>		<b>1655,76</b>	<b>8098</b>	<b>1400</b>	<b>39268</b>	<b>2909</b>	<b>218</b>	<b>15082</b>	<b>80</b>	<b>18529</b>	<b>40</b>	<b>694</b>	<b>159</b>	<b>38679</b>	<b>359</b>	<b>198638</b>	<b>173</b>	<b>7379</b>	<b>54</b>	<b>544</b>	
						<b>SAU = 9498</b>																	

Taula 7: Taula amb les poblacions de la conca de la Tordera amb els habitants i superfície, amb els polígons industrials i la seva superfície, amb la superfície agrària (SAU=terres llaurades + pastures permanents) i forestal i dades sobre la ramaderia on 1=nº d'explotacions i 2=caps de bestiar, on les dades sobre el sector primari són del Cens Agrari del 99.

### 2.1.5 Descripció normativa-legal

L'aigua és un bé escàs i molt valuós. Com a tal, la seva gestió ha d'ésser sostenible, intel·ligent i organitzada, i per això apareixen un gran nombre de lleis, codis i directives. Els grans objectius de la política sostenible de l'aigua a Europa, dels quals participa la Directiva Marc de l'Aigua 2000/60/CE (DMA), van ser establerts el 26 de febrer de 1996 i són els següents<sup>(11)</sup>:

- Garantir la disponibilitat d'aigua en quantitat i qualitat per a l'abastament (considerat com un servei d'interès general) i també per a altres usos econòmics.
- Protegir el medi ambient com a objectiu central. L'aigua hi és considerada patrimoni natural que cal protegir i millorar, més enllà del seu caràcter de bé econòmic. En les directives fins llavors vigents, la qualitat de l'aigua s'exigia per preservar els usos posteriors i no per preservar la seva qualitat ambiental.
- Prevenir i reduir els efectes adversos d'inundacions i sequeres mitjançant la creació d'una xarxa de seguretat.

Tot això es recull en la normativa guia a nivell europeu: La Directiva Marc de l'Aigua, que té l'objectiu final d'assolir el bon estat de les aigües europees per l'any 2015. En aquest context, els aspectes més rellevants de la DMA són<sup>(11)</sup>:

- Avaluar l'estat hidrològic de totes les masses d'aigua mitjançant paràmetres quantitativs i qualitativs.
- Determinar l'estat ecològic d'aquestes masses d'aigua, i identificar les pressions, impactes i riscos associats que el condicionen.
- Elaborar instruments econòmics en la gestió hidrològica basats en el principi de la recuperació de costos.
- Promoure la participació pública en les decisions referents a la gestió hidrològica.
- Redactar els plans hidrològics de conca en els quals consti la informació hidrològica i ecològica requerida per la directiva, la descripció de les masses d'aigua identificades i el seu estat ecològic, els programes de mesures



necessàries per assolir els objectius ambientals esmentats, i totes aquelles excepcions o dificultats que no en permetin el compliment.

A Catalunya, aquesta directiva s'incorpora jurídicament en diferents decrets i finalment en el DOGC del 21-11-2003, on s'aprova com al Text refós de la legislació en matèria d'aigües de Catalunya (TRNAC), Decret Legislatiu 3/2003.

Aquest decret és un recull d'estructura política i normes de caràcter bàsicament punitiu del qual l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) disposa, amb l'objectiu de conservar el medi ambient. A continuació, poso un exemple directe del text, on parla de les tarifes basades en el grau de contaminació<sup>(12)</sup>:

**72.7 El càlcul de la tarifa individualitzada basada en la càrrega contaminant correspon a l'expressió següent:**

$$P = [ \_i (C_i \times P_{ui} \times C_{pi} \times K_{si} \times K_{di}) \times K_a \times F ] \times K_r$$

On:

*P*: és el preu.

*C*: és la concentració de cada un dels paràmetres de contaminació establerts.

*P<sub>u</sub>*: és el preu unitari per a cada un dels paràmetres de contaminació establerts.

*C<sub>p</sub>*: és el coeficient punta de cada paràmetre; expressa la relació que hi ha entre el valor de concentració de contaminació mitjana i els valors de concentració de contaminació màxima, obtinguts a partir de la declaració càrrega contaminant presentada per la persona interessada o bé a partir del mesurament fet per l'Administració; s'entén per valors de concentració de contaminació màxima la mitjana dels que superen els valors mitjans. A coeficient punta s'aplica a cadascun dels valors dels paràmetres de contaminació, d'acord amb el que estableix l'annex 4.

*K<sub>s</sub>*: és el coeficient de salinitat; els abocaments fets en aigües superficials continentals amb cabals superiors a 1 metres cúbics per segon en èpoques d'estiatge resten afectats d'un coeficient de salinitat per al paràmetre de les solubles equivalent a 0,2.

*K<sub>d</sub>*: és el coeficient de dilució, aplicable als abocaments a mar efectuats mitjançant instal·lacions de sanejam privades, atenent els diferents paràmetres de contaminació especificats per l'apartat 1 d'aquest article:

*Paràmetre*. Coeficient de dilució.

*Sals solubles*: 0.

*Nitrogen*: 0.

*Fòsfor*: 0.

*Matèries inhibidores*: 1.

*Resta de paràmetres*: coeficient de dilució resultant de l'aplicació dels barems que s'indiquen en l'annex 5.

*K<sub>a</sub>*: és el coeficient d'abocament a sistema; en relació amb abocaments efectuats a xarxes de clavegueram, col·lectors generals i emissaris públics corresponents a sistemes públics de

*sanejament, el tipus de gravamen específic determinat en funció de la càrrega contaminant abocada resta afectat pels coeficients següents:*

*Coefficient 1,5, sempre que aquest tipus sigui inferior al previst, amb caràcter general, per als usos industrials. El tipus resultant no pot superar el previst per als usos industrials generals establerts pel primer paràgraf de l'article 72.1.*

*Coefficient 1,25, sempre que el tipus de gravamen específic individualitzat sigui superior al que està previst amb caràcter general per als usos industrials.*

*F: és el coeficient de fertirrigació; el consum amb destinació final a la reutilització pròpia, amb finalitats agrícoles, d'aigües residuals amb alts continguts de matèria orgànica i nutrients, en les condicions que autoritzi l'Agència Catalana de l'Aigua, gaudeix d'un coeficient reductor (F) del tipus específic, individualitzat en funció de la contaminant de 0,75.*

*Kr: és el coeficient corrector de volum que expressa la relació entre el volum d'aigua abocat i el volum*

*subministrament; per poder aplicar aquest coeficient, cal que l'establiment disposi de les instal·lacions i dels aparells descrits per l'annex 3; també es pot determinar aquest coeficient per estimació indirecta, acceptant la declaració coeficient corrector de volum basada en dades i justificacions tècniques aportades pel subjecte passiu, que han de ser valorades adequadament per l'Administració.*

Aquí es pot veure l'afany recaptatori de la norma (tant contaminants, tant pagues), on manca un clara voluntat de consell al contribuent i de definició tècnica de com assolir el que tots desitgem, que és la millora del medi ambient.

Un altre aspecte a tenir en compte el trobem a la Llei 2/2002 d'Urbanisme. Aquesta llei pretén aconseguir un desenvolupament urbanístic sostenible, partint de la base de l'ús racional del territori, per a fer compatibles el creixement econòmic amb la cohesió social, el respecte al medi ambient i la qualitat de vida de les generacions presents i futures. En aquesta llei s'hi veu bona intenció però li falta comunicació amb l'anterior. No hi ha un article clar que revisi l'estat de les conques per tal de definir si es pot urbanitzar més o no, depenent de la sobreexplotació de la zona, entre d'altres.

El 2004 es va modificar la llei d'urbanisme però tampoc inclou cap connexió amb el tema de les conques. Així doncs, la Llei 2/2002 passava a ser la Llei 10/2004.

En el referent a abocaments i depuradores, trobem el Decret 130/2003 que tracta sobre sanejament d'aigües i té un contingut concret i clar de les normes a seguir, i uns límits per als diferents paràmetres d'abocament.

En general, tot el relatiu amb la qualitat de les aigües susceptibles de potabilització ho podem trobar en el RD 1541/1994. A continuació, adjunto els requisits en quant a paràmetres per a poder potabilitzar l'aigua:

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
pH	-	(6,5-8,5)	(5,5-9)	(5,5-9)
Color (O)	Escala Pt	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/l	(25)	-	-
Temperatura (O)	°C	25	25	25
Conductividad a 20 °C	µS/cm	(1.000)	(1.000)	(1.000)
Nitratos (O) (*)	mg/l NO(3)	50	50	50
Fluoruros (1)	mg/l F	1,5	(0,7 / 1,7)	(0,7 / 1,7)
Hierro disuelto	mg/l Fe	0,3	2	(1)
Manganeso	mg/l Mn	(0,05)	(0,1)	(1)
Cobre	mg/l Cu	0,05 (O)	(0,05)	(1)
Zinc	mg/l Zn	3	5	5
Boro	mg/l B	(1)	(1)	(1)
Arsénico	mg/l As	0,05	0,05	0,1
Cadmio	mg/l Cd	0,005	0,005	0,005
Cromo total	mg/l Cr	0,05	0,05	0,05
Plomo	mg/l Pb	0,05	0,05	0,05
Selenio	mg/l Se	0,01	0,01	0,01
Mercurio	mg/l Hg	0,001	0,001	0,001
Bario	mg/l Ba	0,1	1	1
Cianuros	mg/l CN	0,05	0,05	0,05
Sulfatos (**)	mg/l SO(4)	250	250 (O)	(250 (O))
Cloruros (**)	mg/l Cl	(200)	(200)	(200)
Detergentes	mg/l (lauril-sulfato)	(0,2)	(0,2)	(0,5)
Fosfatos (*) (2)	mg/l P(2)O(5)	(0,4)	(0,7)	(0,7)
Fenoles	mg/l C(6)H(5)OH	0,001	0,005	0,1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados (tras extracción en éter de petróleo)	mg/l	0,05	0,2	1
Carburos aromáticos policíclicos < totales > mg/l	mg/l	0,0002	0,0002	0,001
DQO (*)	mg/l O(2)	-	-	(30)
Oxígeno disuelto (*)	% satur	(70)	(50)	(30)
DBO5 (*)	mg/l O(2)	(3)	(5)	(7)
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l N	(1)	(2)	(3)
Amoniaco	mg/l NH(4)	(0,05)	1,5	4 (O)
Sustancias extraíbles con cloroformo	mg/l SEC	(0,1)	(0,2)	(0,5)
Coliformes totales 37 °C	100 ml	(50)	(5.000)	(50.000)
Coliformes fecales	100 ml	(20)	(2.000)	(20.000)
Estreptococos fecales	100 ml	(20)	(1.000)	(10.000)
Salmonellas	-	Ausente en 5.000 ml.	Ausente en 1.000 ml	-

**Taula 8:** Taula amb els valors màxims per a aigua que pugui ser per a consum humà segons el RD 1541/1994.

- (1) Los valores indicados constituyen los límites superiores determinados en función de la temperatura media anual (temperatura elevada y temperatura baja).
- (2) Se incluye este parámetro para cumplir los requisitos ecológicos de determinados medios.
- (\*\*\*) Salvo que no existan aguas más aptas para el consumo.
- Nota: Las cifras paréntesis se tomarán como valores indicativos deseables con carácter provisional.

Així doncs, segons el Reial Decret (RD) 1541/1994, les aigües que siguin susceptibles d'esdevenir per a consum humà han de complir els requisits esmentats. Depenent del tipus de tractament que s'apliqui a les aigües hi ha tres tipus d'aigües.

- Tipus A1. Se li aplicarà un tractament físic simple i una desinfecció.
- Tipus A2. Tractament físic normal, tractament químic i desinfecció.
- Tipus A3. Tractament físic i químic intensius, filtració i desinfecció.

Per tant, com més intens és el tractament, més contaminades poden estar les aigües.

L'altra gran infraestructura, relativa a l'abastament d'aigua (pous de captació, estacions de bombeig, canonades, potabilitzadores...), està coberta pel RD 140/2003, que tracta de la qualitat de l'aigua per a consum humà.

Finalment, un altre aspecte a tenir en compte és el CTE (Codi Tècnic d'Edificació), editat al RD 314/2006, de 17 de març del 2006 (tot i que entra en vigor plenament el 2007). El CTE proposa un model obligatori per a la nova construcció, fent especial esment als temes energètics que, òbviament, també repercuteixen en el medi ambient, però és molt inexacte i poc clar a l'hora de parlar de gestió de residus, sobretot d'aigües (tant residuals com pluvials), cosa que s'hauria de millorar en un futur proper si volem aconseguir la preservació del medi ambient, de les nostres aigües, i el compliment de les directives europees del present i del futur.

## 2.2 Apartat experimental

### 2.2.1 Objectius concrets de les anàlisis d'aigües

En primer lloc, l'objectiu primordial de les anàlisis, a més del procediment en sí, és el de conèixer l'estat fisicoquímic de les aigües del riu Tordera. Per fer-ho, he escollit una sèrie de punts de mostreig estratègics i una sèrie de paràmetres representatius de la qualitat de l'aigua. Per exemple, podria haver perdut el temps mirant de quantificar paràmetres com les radiacions  $\alpha$  o  $\beta$  per conèixer l'estat de radioactivitat del riu, però és tan costós i tan improductiu que no val la pena. Igual que aquest, hi ha molts altres paràmetres que serveixen ben poc per fer-se una idea del veritable estat de les aigües. Per tant, és important escollir-los bé.

Així doncs, els que he escollit jo són bàsicament: la temperatura, la conductivitat, el pH, l'oxigen dissolt, els nitrats, fosfats i plom (metalls pesants). Tot i això, en algun moment determinat puc usar-me d'algun altre per a completar la visió general del riu. I, perquè he triat aquests paràmetres?

Doncs perquè són força representatius de la qualitat de l'aigua i perquè són tipus de contaminació força corrent en tots els corrents fluvials. La temperatura és comú que sigui més elevada del que correspondria, tot impossibilitant la vida de peixos i altres organismes, a més de canviar la solubilitat normal de l'aigua, alterant els processos de sedimentació o de depuració de bacteris aerobis, ja que com més temperatura, augmenta la solubilitat dels sòlids, i disminueix la dels gasos com l'oxigen. Amb abocaments industrials o fins i tot urbans, això pot succeir amb certa facilitat.

La conductivitat elèctrica, mesurada en siemens (o  $\mu\text{S}$  en el nostre cas), indica la quantitat d'ions dissolts en l'aigua. Està estretament lligada amb els TDS o Total de Sòlids Dissolts. Aproximadament, els TDS corresponen a la meitat del valor de la conductivitat.

El pH es defineix com el  $-\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ , i serveix per mesurar l'acidesa o basicitat d'una substància, en una escala de 0 a 14, on el 7 significa que és neutre (aigua pura). Això vol dir que si en el riu s'hi ha abocat substàncies, tant de caràcter àcid com bàsic, és probable que amb el pH s'identifiqui fàcilment (encara que no la naturalesa del producte). Per tant, és un bon indicador de la contaminació i és un paràmetre important,



ja que del pH en depèn gran part de la vida aquàtica (en aigües molt àcides o molt bàsiques no s'hi podria viure) i de moltes reaccions químiques.

Els nitrats i fosfats són dos anions (ions amb càrrega negativa) que, en quantitat, són perjudicials per a la qualitat del riu, contribuint a fenòmens com l'eutrofització. Aquests dos anions es troben presents en els residus agrícoles i ramaders, com pesticides o purins. Per tant, l'objectiu d'analitzar aquests dos paràmetres és el de localitzar contaminació d'aquest tipus, ja que aquestes activitats són freqüents al llarg de la conca, amb una menció especial de Tordera.

Aquests dos paràmetres tenen relació amb l'oxigen dissolt en l'aigua, ja que l'eutrofització provoca, entre d'altres coses, un esgotament de l'oxigen, i usaré aquest paràmetre per decidir exactament a on analitzar nitrats i fosfats. En aigües ben oxigenades, "sanas" en teoria, no s'espera trobar els dos elements anteriors.

Per últim, hi ha el plom. El plom és un metall pesant, altament contaminant que, com tots els metalls pesants, no hauria (almenys pràcticament) d'ésser en el riu. L'usaré com a representant d'aquest grup de contaminants, i per mirar el cas concret de "la Gaviota", camp de tir a Malgrat que fou acusat d'abocar plom (en forma de casquets i municions) al riu.

D'altra banda, les anàlisis, sobretot les més ràpides, les repetiré en diferents moments, per tal de fer un seguiment més complet de l'estat del riu, i poder establir comparatives entre dos moments tan diferents com l'estiu i l'hivern, i comprovar si canvis com aquests afecten al comportament del riu.

Un altre dels objectius generals és el de localitzar les zones del riu Tordera especialment contaminades, i determinar quin és el tipus de contaminació que pateixen per a poder cercar alguna solució o oferir propostes de millora d'aquells aspectes que caldria millorar, per tal de què tots ens beneficiem d'un riu més sa i millor per a tothom.

Per últim, m'agradaria remarcar que el fet de les anàlisis en sí, ja és un objectiu per a mi, perquè jo volia aprendre, o acostar-me almenys, al món de les analítiques i d'aquesta branca de la química ara que en tenia l'ocasió. Aprendre a fer-ne, familiaritzar-me amb el treball de laboratori, i desenvolupar una metodologia rigorosa de treball (científic o analític en aquest cas), són també objectius fonamentals de les anàlisis i del treball en general.

## 2.2.2 Selecció dels punts de mostreig i dels paràmetres a analitzar

La conca de la Tordera abasta una superfície de més de 850 km<sup>2</sup>. Per tant, és impossible tenir controlats tots els punts de la conca per on transcorre aigua, ja que es necessitaria una quantitat inassolible de recursos i temps. Com a conseqüència, a l'hora de fer el seguiment d'un riu, se seleccionen una sèrie de llocs que es consideren representatius de tot el riu: els punts de mostreig. Així doncs, he hagut d'escollir una sèrie de punts de mostreig representatius per a l'anàlisi.

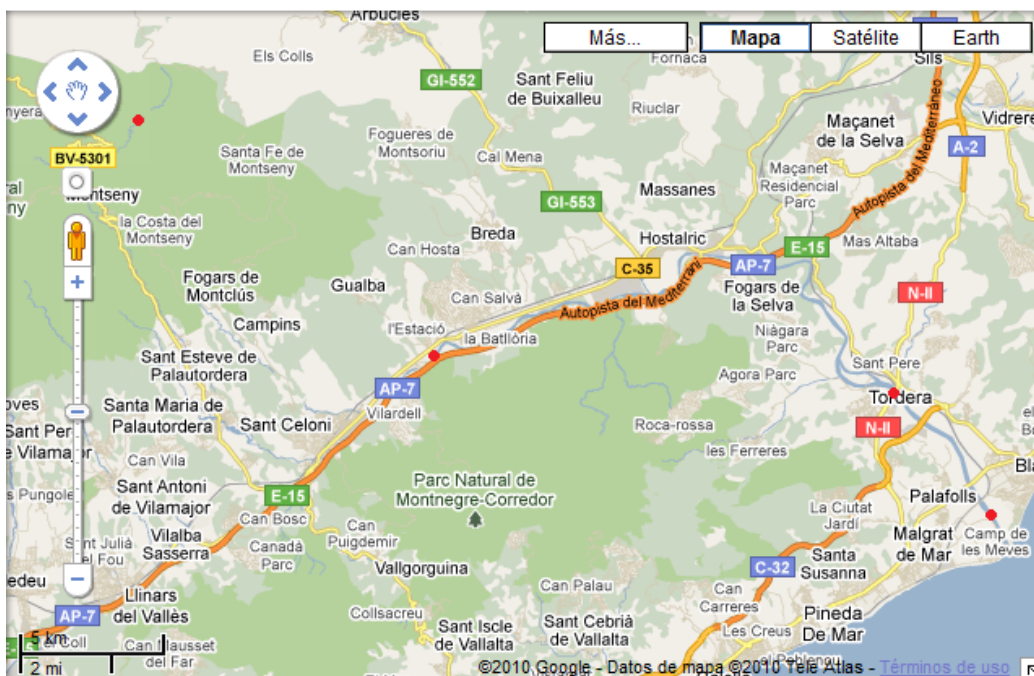


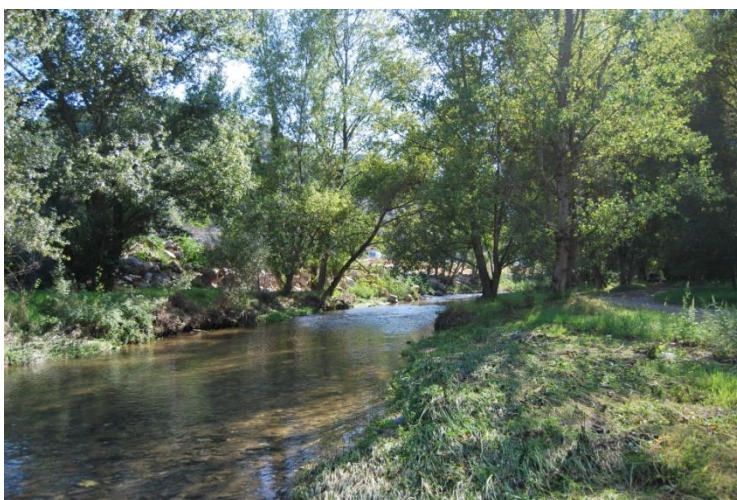
Figura 19: Mapa dels punts de mostreig (●).

En primer lloc, hi ha el naixement de la Tordera. La Tordera neix al Parc Natural del Montseny, concretament a la Font Bona de Sant Marçal, a pocs metres de l'ermita de Sant Marçal del Montseny. Així doncs, considero que el naixement d'un riu és un punt clau a conèixer, i s'ha de tenir clar on neix, les condicions ambientals en què neix, i és útil mirar en quines condicions surt l'aigua, ja que si comencés fortament contaminada, ja no val la pena continuar més avall.



Figura 20: Punt de mostreig 1. Sant Marçal del Montseny a 2/4/10.

El segon punt es troba passat Sant Celoni, a l'entrada del municipi de Gualba, ja que



**Figura 21:** Punt de mostreig 2. Gualba a 19/09/2010.

St. Celoni és el primer gran nucli urbà per on passa el riu i a més, concentra gran part de l'activitat industrial de la zona. Per tant, pot ser un punt important degut a la més que possible acció humana al riu, ja sigui amb contaminació urbana o industrial.

El tercer punt ja és a Tordera, concretament, sota el pont de la N-II. Aquest punt és especialment important per diversos motius: hi passa tota l'aigua del que quedava del curs mitjà de la Tordera, recull l'aigua de la riera de Santa Coloma i tots els seus afluents, recull aigua de municipis, com el propi Tordera, i industrials, i és un punt significatiu del curs baix del riu. Per tot això, i per la meua proximitat, he fet d'aquest punt el principal.



**Figura 22:** Punt de mostreig 3. Tordera a 19/9/10.



**Figura 23:** Punt de mostreig 4. Malgrat de Mar a 19/09/10.

Per últim, el quart punt de mostreig es troba a Malgrat de Mar, que representa el final del riu. Aquest punt també l'he considerat important, ja que si bé el naixement d'un riu és transcendent, el final també ho ha de ser, ja que també cal conèixer on i com acaba un riu, i és interessant de veure en quines condicions, ja que al



final de tot és on acaba tota l'aigua i totes les coses que porta. Per tant, si al final no està contaminat, ja podem plegar.

A més a més d'aquests punts, cal tenir en compte que, com que hi ha la intenció de localitzar les zones contaminades, o millor dit, els principals focus de contaminació, si hi ha gran diferència entre dos punts de mostreig, procediré a realitzar una bateria d'anàlitzes ràpides entre els dos punts per tal de localitzar l'abocament o el focus d'aquella contaminació.

En allò que respecta als paràmetres d'anàlisi de les aigües, remarcaré la impossibilitat de realitzar una anàlisi completa i exhaustiva del riu, degut a la falta de temps, recursos, aparells i materials entre d'altres, impossibles d'aconseguir en un treball d'aquestes característiques. Tot i així, es pot portar a terme una anàlisi prou concreta per a determinar aproximadament la qualitat de les aigües. Per fer-ho, he hagut de seleccionar una sèrie de paràmetres fisicoquímics representatius, que detallaré a continuació.

En primer lloc, hi ha la temperatura. És un paràmetre molt bàsic, però pot indicar presència de contaminació tèrmica, generalment produïda per les indústries, sobretot aquelles amb sistemes de refrigeració deficients. Després, tenim la conductivitat. La conductivitat és una propietat elèctrica de l'aigua que ens indica la quantitat d'ions (cations i anions) dissolts en aquesta. També és un paràmetre bàsic que, com la temperatura, es mesura *in situ* amb un aparell específic anomenat conductímetre. Per últim, hi ha el pH. Amb el pH, es pot veure si el riu ha patit abocaments de substàncies àcides o bàsiques que malmetin els ecosistemes, entre d'altres coses. Com es pot veure, és una anàlisi molt general, però útil i fàcil de realitzar (amb un pH-metre).

Aquests tres paràmetres són elementals, però són molt útils a l'hora de fer-se una idea ràpida de l'estat d'un riu, i de fet, són imprescindibles en qualsevol anàlisi seriosa. Per tant, seran l'eix vertebrador de les meves anàlisis, i els usaré en les anàlitzes ràpides per localitzar els focus de contaminació.

En les més completes, realitzaré una anàlisi dels nitrats i fosfats, que són dos paràmetres indicadors de la contaminació agrícola i ramadera, sobretot de purins (altament contaminants), i altes quantitats d'aquests provoquen una degradació de l'estat del riu, tot contribuint a l'eutrofització de les aigües. Aquesta anàlisi la duré a

terme a Tordera bàsicament, ja que aquí s'acumula bona part del riu, incloent-hi la riera de Santa Coloma, que recull aigües de municipis amb força activitat del sector primari, i del propi Tordera, que també en té molta, especialment de bestiar porcí.

Un altre paràmetre és l'oxigen ( $O_2$ ) dissolt. Aquest és important perquè de manera indirecta en depèn bona part de la contaminació orgànica. Tots els organismes aquàtics se serveixen de l'oxigen dissolt per a viure. Quan els nivells d'aquest baixen molt, la vida es fa impossible, i els bacteris, majoritàriament aerobis, tampoc podran degradar aquesta matèria orgànica, quedant en forma de contaminació. Per tant, aigües amb baixes quantitats d' $O_2$ , tendiran a ser aigües poc netes.

Una analítica puntual que faria seria la del plom (Pb), com a representant dels metalls pesants (contaminació especialment nociva), i per un motiu concret: a Malgrat de Mar hi ha un camp de tir ("la Gaviota"), on fa pocs mesos es va descobrir que s'havien estat fent abocaments il·legals de casquets (òbviament de plom) al riu<sup>(13)</sup>. Per això, crec que pot ésser molt interessant fer una anàlisi del plom del riu en aquell punt (punt de mostreig 4). A més a més, per poder afirmar que la contaminació no venia d'abans en faré un segon passat Sant Celoni que, com que acumula molta indústria també és possible de trobar-hi abocaments de metalls com el Pb.

Per últim, destacaré unes últimes anàlisis que he pogut fer, al poder disposar puntualment de l'aparell adequat. Aquestes analítiques són el clor lliure ( $Cl_2$ ), el ferro, l'alcalinitat i la duresa càlcica, que en faré una menció més detallada més endavant. Finalment, amb aquestes dades extra, podré acabar de fer la valoració més exacta de l'estat del riu, i podré descartar possibles tipus de contaminació que m'haguessin passat per alt amb la resta d'analítiques.



### 2.2.2.1 *Descripció dels paràmetres químics més representatius per a l'anàlisi*

Tal i com he fet referència anteriorment, per a les meves anàlisis he hagut d'escollir una sèrie de paràmetres per a l'anàlisi de l'aigua. Per facilitar la comprensió de la meua metodologia analítica, a continuació explicaré més detalladament què són i en què consisteixen els paràmetres seleccionats i d'altres també representatius per a l'anàlisi d'aigües. Per a realitzar una analítica completa de l'estat d'una massa aquàtica podríem dividir el procés en aquestes parts: paràmetres de caràcter físic, de caràcter químic, de caràcter radioactiu, i de caràcter biològic. Entre els primers, trobaríem paràmetres com la temperatura, el color de l'aigua, l'olor, etc. Els de caràcter químic són en els que em centraré principalment ja que són els que donen una idea més exacta de la qualitat de l'aigua. Entre ells, trobaríem el pH, els nitrats, l'oxigen dissolt, els metalls pesants, la DQO (Demanda Química d'Oxigen), els fosfats, etc. En tercer lloc, tenim el més inusual, per la seva raresa i pel caràcter inassolible que comporta la seva anàlisi. Tot i així, les radiacions  $\alpha$  i  $\beta$  totals, o elements radioactius concrets, serien paràmetres usuals de caràcter radioactiu. Per últim, hi ha els biològics, amb menció especial als microorganismes patògens, o a algues, macroinvertebrats o qualitat del bosc de ribera (si parlem de corrents fluvials), entre d'altres. Malgrat això, poques vegades es fan analítiques completes, ja que sovint només és necessari saber uns pocs paràmetres, o bé fer-se una idea ràpida de la qualitat de les aigües, usant el mínim de recursos possibles.

#### **Conductivitat**

La conductivitat elèctrica és una mesura de la capacitat d'un material de deixar passar el corrent elèctric. És la inversa de la resistivitat, i les seves unitats són el siemens per metre (S/m) o  $\Omega^{-1}/m$ . La conductivitat en medis líquids (dissolució) està relacionada amb la presència de sals en solució, la dissociació de les quals genera ions positius i negatius capaços de transportar l'energia elèctrica si se sotmet el líquid a un camp elèctric. Les determinacions de la conductivitat tenen moltes aplicacions. Per exemple, en l'electròlisi, ja que el consum d'energia elèctrica en aquest procés depèn en gran mesura d'ella. També en els estudis de laboratori per determinar el contingut de sal de diverses solucions durant l'evaporació de l'aigua (per exemple en l'aigua de calderes o en la producció de llet condensada); o en l'estudi de la dissociació dels àcids, ja que poden ser determinades per mesures de la conductivitat; o en la determinació de la

concentració de sals, tant solubles com poc solubles. En agricultura també té diverses aplicacions relatives a la salinitat dels sòls.

Líquids	Conductivitat elèctrica (S/m)	Temperatura (°C)
Aigua de mar	5	23
Aigua potable	0.0005 a 0.05	Ambient
Aigua desionitzada	$5.5 \cdot 10^{-6}$	Ambient

Taula 9: Conductivitats estàndard de tres tipus d'aigües.

### pH

El pH és un índex de la mesura de l'acidesa o basicitat d'una solució, que és donada per l'activitat dels ions oxoni en una solució ( $H_3O^+$ ) presents en determinades

substàncies. Per a les dissolucions, el pH mesura la concentració d'aquests ions. El pH té una escala que en principi va del 0 al 14, a la qual el 7 és neutre, els nombres menors de 7 són àcids (i més àcid com més petit és el nombre), i els majors de 7 són bases (o àlcals). El valor del pH es pot mesurar de forma precisa mitjançant un potenciòmetre, conegut també com pH-metre, un instrument que mesura la diferència de potencial entre dos elèctrodes: un elèctrode de referència (generalment de

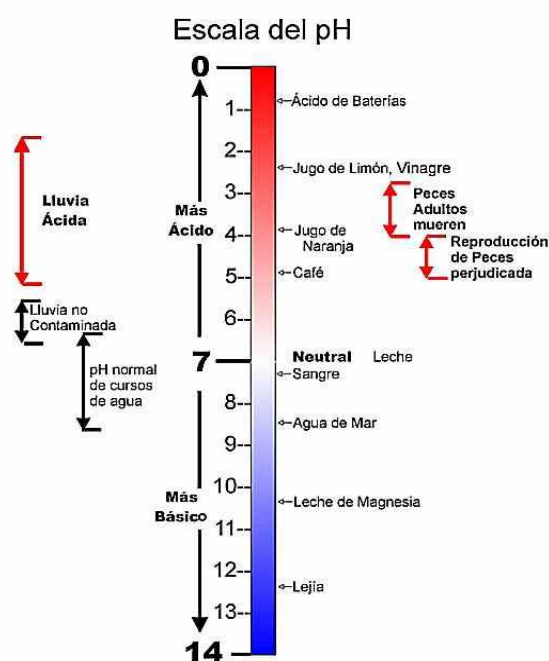


Figura 24: Escala de pH i els seus efectes sobre el medi.

referència (generalment de plata/clorur de plata) i un elèctrode de vidre que és sensible a l'ió d'hidrogen ( $H^+$ ), o més concretament seria l'oxoni, ja que quan l'aigua es dissocia en  $H^+$  i  $OH^-$ , els  $H^+$  són inestables i en molt poc temps s'uneixen amb l'aigua formant  $H_3O^+$  (ió oxoni). El pH es defineix mitjançant l'equació:  $pH = -\log [H_3O^+]$ , és a dir, el logaritme negatiu de la concentració en mols/litre d'ions oxoni. Relacionat amb la mesura del pH, hi ha els

indicadors de pH. Un indicador de pH és aquella substància que, mitjançant un canvi de color, indica el grau d'acidesa d'una dissolució. El color que pren la solució que conté dissolt l'indicador depèn del seu pH. Segons la substància tindrem indicadors per a diferents intervals en l'escala de pH. Per exemple, la fenolftaleïna és un indicador que en medi neutre o àcid és transparent, però en medi bàsic passa a ser de color violeta.

### Temperatura

La temperatura és una magnitud física relacionada amb l'energia interna dels cossos. En gran mesura, ve produïda pel moviment de les partícules que conformen el cos. Tanmateix és un dels factors que influeixen en la velocitat i la naturalesa mateixa de les reaccions químiques. La ciència que s'ocupa de la temperatura (entre moltes altres coses) és la termodinàmica. Per al desenvolupament de la vida, almenys tal i com la coneixem, una temperatura adequada és fonamental. Moltes propietats fisicoquímiques, de gran interès per al treball, varien segons la temperatura a la que es trobin els cossos, o l'aigua en el nostre cas, com per exemple l'estat (sòlid, líquid o gas), la solubilitat, el volum, la conductivitat elèctrica o el pH.

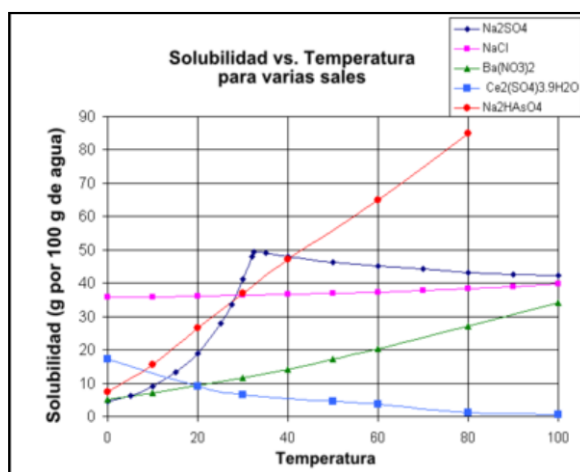


Figura 25: Solubilitat de sals diverses segons la temperatura.

La temperatura es mesura amb un instrument anomenat termòmetre, el qual pot ésser calibrat seguint un bon munt d'escalles. En el Sistema Internacional d'Unitats (SI), la unitat de la temperatura és el kelvin (K), i cada grau correspon a un grau centígrad, que és l'escala que nosaltres fem servir. L'escala kelvin però, comença amb el 0 K, en el zero absolut, és a dir, als nostres -273.15°C. Un altra escala, típicament anglosaxona és l'escala Fahrenheit, el canvi de la qual amb la Celsius és  $C=5/9^{\circ}F-32$ .

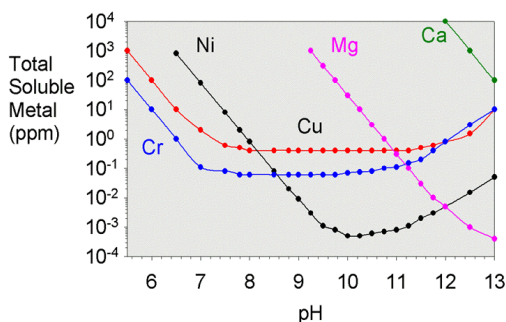


Figura 26: Solubilitat d'alguns metalls en funció del pH.

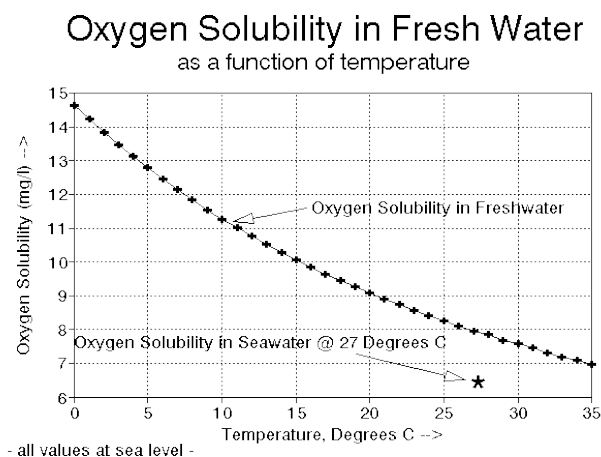
A l'aigua la temperatura és molt important. La concentració de sals i de gasos en depèn directament, així com del pH.

### **Oxigen dissolt**

A l'atmosfera trobem gran varietat de gasos, entre els quals en trobem alguns de tan abundants com el nitrogen o l'oxigen, gas imprescindible per a la supervivència de tots els organismes aerobis. Aleshores, com és que els peixos poden sobreviure si estan submergits en l'aigua? Doncs perquè l'aigua té la capacitat de dissoldre, a més de moltes sals, gasos, i l'oxigen no n'és pas una excepció. Així doncs, tant els peixos com la resta d'organismes aquàtics aerobis, tenen l'oxigen dissolt com a font d'oxigen per tal de respirar. Per tant, els nivells d'aquest en l'aigua són molt importants, ja que d'ells en depèn la vida aquàtica. En general, nivells de menys de 5-6 ppm són fatals per a moltes espècies. Aproximadament, podem determinar la qualitat de l'aigua segons els nivells d'oxigen de la següent manera:

- De 0 a 4 ppm (parts per milió), podem considerar que l'aigua és de mala qualitat i que la vida en aquestes aigües és complicada.
- De 4 a 8 ppm, podem considerar-la d'una qualitat acceptable per al correcte desenvolupament dels ecosistemes.
- De 8 a 12 ppm, se sol considerar bona, ja que els nivells d'oxigen són més que suficients per a satisfer totes les necessitats fisicoquímiques i biològiques de l'ecosistema estudiat.

A més, l'oxigen dissolt és un bon indicador d'alguns tipus de contaminació tan tangibles com l'eutrofització. Moltes aigües estan amenaçades per aquest tipus de contaminació i l'estadi final d'aquest comporta la contaminació de les aigües, el fi de la vida i l'anòxia de la massa aquàtica. Els bacteris i altres descomponedors oxiden la matèria orgànica (amb la consegüent disminució dels nivells d'O<sub>2</sub>). Quan la quantitat de matèria orgànica augmenta, l'oxigen disminueix, causant la mort dels organismes més sensibles i com a conseqüència, aquests passen a engrossir la quantitat de matèria orgànica, en un procés de clara retroalimentació, fins a la desaparició total de l'activitat biològica.



**Figura 27:** Solubilitat de l'oxigen en funció de la temperatura.

que com més temperatura, més baixa és la solubilitat dels gasos, generalment (al revés que la dels sòlids, que sol augmentar amb la temperatura, tal i com mostra la figura 25).

### Nitrats

Els nitrats són els anions provinents de les sals del  $\text{HNO}_3$  (àcid nítric). Són presents en gran nombre de compostos químics i especialment interessants per al nostre treball són aquells que es fan servir de manera més que generalitzada en el món agrícola, en adobs, fertilitzants, etc., el mal ús o l'abús dels quals pot provocar seriosos problemes de contaminació de les aigües circumdants a aquells camps o explotacions agrícoles o ramaderes, gràcies a fenòmens com la lixiviació, entre d'altres.

Els fertilitzants són els nutrients que afavoreixen el creixement de les plantes, i en la mesura adequada poden no tenir efectes ambientals. Existeixen dos grans tipus de fertilitzants: els orgànics (fems animals, purins, restes vegetals...) i els inorgànics (superfosfats, nitrat potàssic...). Els orgànics són més fàcilment absorbits per les plantes i el sòl, mentre que els inorgànics no es retenen tan bé i són més susceptibles d'ésser lixiviat, tot i que un excés d'orgànics desemboca en el mateix problema.

Un altre element agrícola potencialment contaminant són els pesticides. Una de les nafres dels agricultors des de la invenció d'aquesta ha estat el perill que les plagues representaven per a les seves collites. Per tant per a combatre-les s'han creat una sèrie de plaguicides, amb diferents funcions, com la d'eliminar espècies vegetals

competidores (herbicides), espècies animals que es mengin la collita (insecticides), o prevenir/curar malalties de les plantes (fungicides, bactericides...).

<b>Classificació dels pesticides</b>			
<b>Organoclorats</b>	Derivats de l'hexaclorociclopentadiè		Aldrin
	Derivats del 2,2 difeniletà		DDT
	Derivats del ciclohexà		Lindà
	Èsters fosfòrics	Ortofosfats	Dicloros
		Pirofosfats	TEPP
	Èsters tiofosfòrics	Fosfotionats	Paratió
Fosfotiolats		Metasistox	
Èsters ditiofosfòrics		Malatió	
<b>Organofosforats</b>	Amides	d'àcid ortofosfòric	Dimefox
		d'àcid pirofosfòric	Schradan
	Fosfonats		Dipterex
	Tiofosfinats		Agvitor
<b>Carbamats</b>	N-metilcarbamats		Seví
	N-N-dimetilcarbamats		Dimetà
<b>Derivats arsenicals</b>	Arseniat de plom, de calci		
<b>Compostos de fluor</b>	Fluorur de sodi, de bari		
<b>Dinitrofenols</b>	DNOC		
<b>Tiocianats orgànics</b>	Lethane, Thanite (noms comuns)		
<b>Fumigants</b>	Àcid cianhídric, cloropricina		
<b>Insecticides</b>	Nicotina, piretrines		

**Taula 10:** Classificació química dels pesticides.

Molts d'aquests plaguicides es bioacumulen i persisteixen durant molt de temps a l'ecosistema. Per tant, molts d'aquests són altament contaminants i/o mortífers i s'ha de ser molt prudent en el seu ús.

Així doncs, un dels mecanismes pels quals aquests contaminants passen als fluxos aquàtics és la lixiviació. La lixiviació consisteix en l'escorriment de líquids a nivells inferiors del sòl mitjançant un procés de drenatge, tot arrossegant nutrients, sals minerals i altres compostos orgànics. Una lixiviació de productes químics procedents d'adobs, fertilitzants, desfetes orgàniques, etc., pot desembocar en la contaminació de les aigües subterrànies, dels aqüífers, i de tots els fluxos aquàtics relacionats o que en depenguin, a més de l'obvi empobriment del sòl.

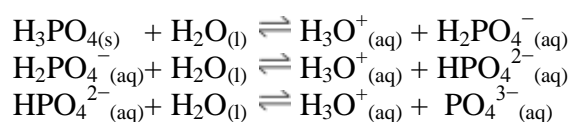
Un cop en el riu, els nitrats són bàsicament culpable d'afavorir l'eutrofització. D'altra banda, si l'aigua s'hagués de consumir, l'excés de nitrat pot provocar per exemple metahemoglobinèmia, malaltia perillosa per als infants caracteritzada per la conversió de l'hemoglobina (proteïna encarregada del transport de l'oxigen a la sang) en metahemoglobina, sense afinitat per l'oxigen, i que per tant provoca hipòxia o falta



d'oxigen als teixits que desemboca en símptomes com la cianosi (coloració blavosa de pell i mucoses provocada per la falta d'oxigen), entre d'altres. A més, en el tub digestiu, els nitrats són reduïts a nitrits, productes tòxics que poden donar lloc a alguns carcinògens.

### Fosfats

Els fosfats són les sals de l'àcid fosfòric, bàsicament les referides a l'ortofosfòric ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Aquest àcid és un àcid tripròtic, és a dir que es dissocia tres vegades alliberant protons ( $\text{H}^+$ ) a cada dissociació (que es combinaran amb l'aigua formant l'ió oxoni):



Així doncs, es considera el  $\text{PO}_4^{3-}$  el fosfat terciari (de la tercera dissociació), el monohidrogenfosfat serà el secundari i el dihidrogenfosfat serà el fosfat primari. Els fosfats secundaris i terciaris són insolubles en aigua, amb l'excepció dels de metalls alcalins (sobretot els de sodi, potassi i amoni).

Els fosfats són presents en gran varietat de compostos, entre els quals es troben nombrosos adobs minerals. Els fosfats són necessaris per al correcte creixement de les plantes ja que formen part de biomolècules tan imprescindibles com l'ATP (trifosfat d'adenosina), els àcids nucleics o els fosfolípids de les membranes cel·lulars. D'aquí que en medis rurals i agrícoles la contaminació de les aigües per fosfats pugui esdevenir un problema tangible. A més, les aigües residuals tenen una càrrega important de fosfats, que han d'ésser eliminats mitjançant processos de depuració, degut a que aquests fosfats tenen un clar efecte afavoridor de l'eutrofització de les aigües superficials. L'eutrofització ha esdevingut un perill important tant en ecosistemes aquàtics continentals com costers, degut a la generalització en l'ús de detergents, que incorporen quantiosament aquests fosfats.

L'eutrofització és un fenomen que consisteix, bàsicament, en l'augment de nutrients d'un ecosistema, especialment si és una massa aquàtica estancada (o amb poc moviment) com un llac o una bassa. Primer de tot, arriben nutrients (sobretot nitrats i fosfats) a l'ecosistema amb les aigües fluvials o d'escorrentia. Així doncs, aquests nutrients deixen de ser factors limitants per al desenvolupament de plantes i algues.

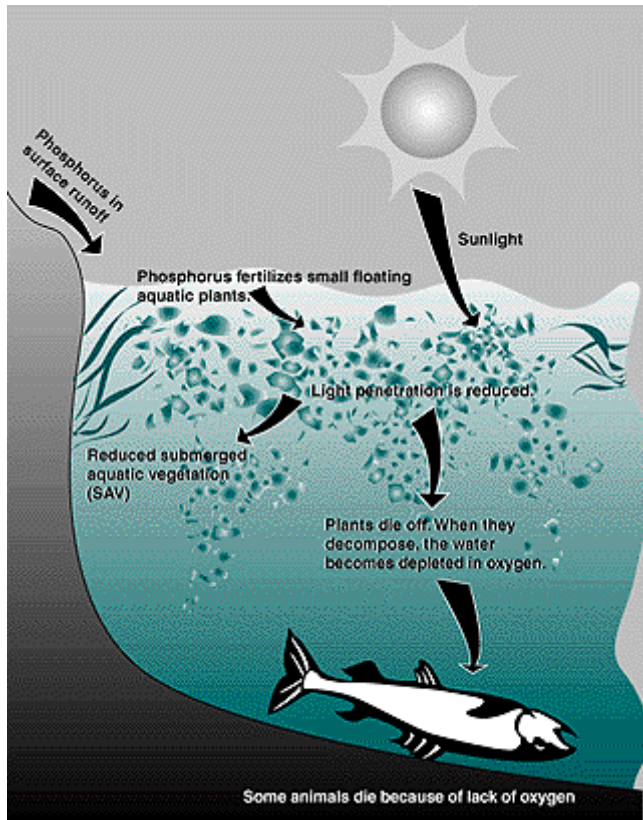


Figura 28: Fases de l'eutrofització.

Això provoca un creixement de les algues i altres organismes, amb la conseqüent pujada de la taxa fotosintètica de l'ecosistema, que desemboca en una explosió demogràfica d'aquestes a la superfície de la massa aquàtica, fins que s'impedeix l'entrada de llum solar al fons del llac o la bassa. Per tant, els organismes fotosintètics no superficials acaben morint. Com a conseqüència, els bacteris descomponedors augmenten la seva activitat davant l'augment de matèria orgànica, amb la consegüent disminució dels nivells

d'oxigen, ja que al ser organismes aeròbics, necessiten l'oxigen per a descompondre tota aquesta matèria orgànica. Davant d'aquesta disminució, els animals aquàtics acaben morint, i col·laboren en l'augment de l'activitat bacteriana. Així doncs, el medi es torna anòxic. A més a més, alguns bacteris també desprenen alguns compostos sulfurats que acaben de contaminar l'aigua, fent d'aquell ecosistema sa i ric, un massa d'aigua contaminada i sense vida.

### Metalls pesants

Els metalls pesants són un grup de metalls caracteritzats per la seva alta densitat i toxicitat per als éssers humans i éssers vius en general, i que representen un perill més que seriós per al medi ambient. Alguns dels més coneguts són el plom, el mercuri, el cadmi o el tal·li. De tota manera, els que he trobat més interessants de mirar són especialment el plom, seguit del mercuri i la plata (tot i que no sigui considerada ben bé com a metall pesant).

En primer lloc, el plom és un element químic, de símbol Pb, el nombre atòmic (Z) del qual és 82 i la massa atòmica (A) 207.2 uma. Té una densitat força alta (per això és considerat un metall pesant), de  $11340 \text{ kg/m}^3$ , i és tòxic. A l'actualitat té diversos usos,

bàsicament industrials. Per exemple en les canonades es feia servir, però actualment s'ha prohibit degut a la seva perillositat per al medi ambient, tot i que encara hi ha moltes canonades antigues de plom. Per als éssers humans és molt perillós, i el seu consum provoca gran nombre de trastorns tan fisiològics com psíquics, com per exemple el saturnisme. D'altra banda, al medi ambient trobem plom de manera natural, però les concentracions elevades i per tant perilloses d'aquest element vénen causades bàsicament per l'activitat humana. Per a molts organismes aquàtics, el plom és fatal, amb una menció especial al fitoplàncton que també és força sensible a aquest element i que quan es veu afectat, pot representar un seriós problema per al medi ambient, degut a què és un dels màxims productors d'oxigen i, a més, és la base d'innombrables cadenes tròfiques, que de resultes, se'n veuran afectades; perjudicant a organismes tan grans com les balenes o els taurons.

Després tenim el mercuri. El mercuri és un element químic, de símbol Hg (del grec *hydrargyros*) i de nombre atòmic 80. Té una massa atòmica de 200.6 uma. És força dens ( $13579 \text{ kg/m}^3$ ), i és dels pocs metalls líquids a temperatura ambient. Amb certa facilitat es desprenen vapors de mercuri que són, com l'element en sí, summament tòxics, i els seus efectes sobre els organismes provoquen gran nombre de trastorns físics i psíquics. A més, pels peixos és molt perillós, ja que tendeixen a acumular-lo, perjudicant a tota la cadena tròfica. Així va sorgir per exemple, la malaltia de Minamata, una síndrome neurològica greu i permanent causada per un enverinament per mercuri.

Per últim hi ha la plata o argent. Aquest és un element químic de símbol Ag i nombre atòmic 47. És un metall de transició blanc, brillant, dúctil, mal·leable i un excel·lent conductor. Té una massa atòmica de 108 uma i una densitat de  $10490 \text{ kg/m}^3$ . La plata en sí no és tòxica, però la majoria de les seves sals són verinoses i poden ser cancerígenes, provocant intoxicacions serioses que poden arribar a ser mortals. Per tant, tot i no ser molt abundant en el medi, pot resultar perillosa per a diversos organismes.

Així doncs, els metalls pesants, tot i aparèixer en quantitats minúscules, poden tenir greus efectes sobre els ecosistemes i sobre l'estat general de les aigües. Per tant, la mala gestió dels residus, sobretot industrials, pot comportar una seriosa contaminació de l'aigua, que podria arribar a malmetre greument un medi natural en una precària situació, com podria ser el de la Tordera.

## 2.2.3 Realització de les analítiques

### 2.2.3.1 Protocols i anàlisis

## Anàlisi 1

**TÍTOL:** Mesura de la conductivitat i la temperatura d'una mostra d'aigua.

**OBJECTIU:** Analitzar els nivells de conductivitat i temperatura dels punts de mostreig escollits com a més representatius de la qualitat del riu, i fer-ne un estudi.

### **MATERIAL I REACTIUS:**

- Conductímetre model PCE-PHD 1 (es pot fer amb qualsevol, però aquest és el que he usat) i sonda de conductivitat.
- Solució de calibratge de  $1413 \mu\text{S}/\text{cm}$  d'"Eutech Instruments" traçable per NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Lot: EC1.4129. Caducitat: 03/2012.
- Aigua destil·lada

### **PROCEDIMENT:**

- Anar fins al punt de mostreig, amb l'aparell prèviament calibrat.
- Connectar la sonda a l'aparell i introduir-la a l'aigua per a fer la medició.
- Esperar a què els valors de temperatura i conductivitat s'estabilitzin i apuntar-los.
- Netejar la sonda amb aigua destil·lada.



**Figura 29:** Jo mesurant la conductivitat i la temperatura en el punt de mostreig 3 el 4-8-10.

## Anàlisi 2

**TÍTOL:** Mesura del pH d'una mostra d'aigua

**OBJECTIU:** Analitzar els nivells de pH dels punts de mostreig escollits com a més representatius de la qualitat del riu, i fer-ne un estudi.

### **MATERIAL I REACTIUS:**

- pH-metre model PCE-PHD 1 i sonda de pH.
- Solució de calibratge a pH 7 de Mettler Toledo. Lot 10289C. Cad: 10/2011
- Solució de calibratge a pH 4 de Mettler Toledo. Lot 10289B. Cad: 09/2011
- Aigua destil·lada

### **PROCEDIMENT:**

- Anar fins al punt de mostreig, amb l'aparell prèviament calibrat.
- Connectar la sonda a l'aparell i introduir-la a l'aigua per a fer la medicació.
- Esperar a què el valor del pH s'estabilitzi i apuntar-lo.
- Netejar la sonda amb aigua destil·lada.



**Figura 30:** Mesura del pH en el punt de mostreig 2 a 19-9-2010.



## Anàlisi 3

**TÍTOL:** Mesura de l'oxigen dissolt en una mostra d'aigua

**OBJECTIU:** Analitzar els nivells d'oxigen dissolt dels punts de mostreig escollits com a més representatius de la qualitat del riu, i fer-ne un estudi.

**MATERIAL I REACTIUS:**

- Aparell de mesura PCE-PHD 1 i la sonda d'oxigen dissolt amb solució electrolítica necessària per a la sonda.
- Aigua destil·lada

**PROCEDIMENT:**

- Anar fins al punt de mostreig.
- Connectar la sonda a l'aparell i introduir-la a l'aigua per a fer la medició.
- Esperar a què el valor d'oxigen s'estabilitzi i apuntar-lo.
- Netejar la sonda amb aigua destil·lada.



**Figura 31:** Mesura de l'oxigen dissolt en el punt de mostreig 3 el 30-12-10.



## Anàlisi 4

**TÍTOL:** Detecció de nitrats en una mostra d'aigua

**OBJECTIU:** Detectar la presència de nitrats ( $\text{NO}_3^-$ ) i quantificar-la en els punts de mostreig escollits com a més representatius de la qualitat del riu, i fer-ne un estudi.

### **MATERIAL I REACTIUS:**

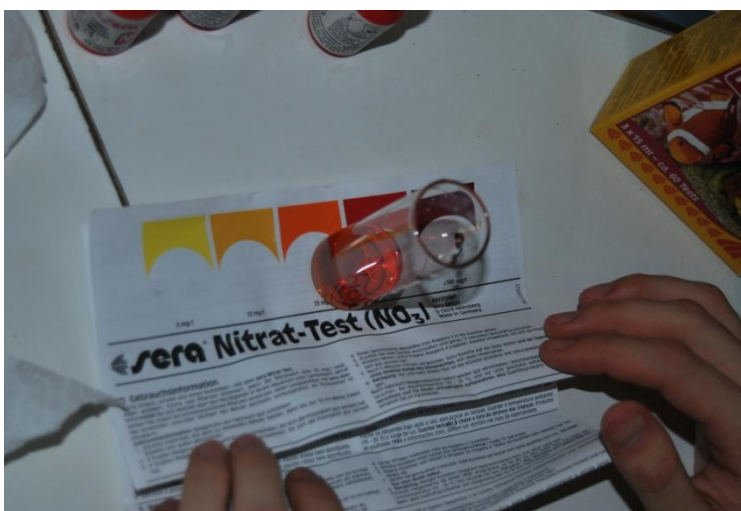
- Aigua destil·lada
- Kit de detecció de nitrats per colorimetria: “Sera Nitrat-Test” de Sera GmbH.

Conté:

- o Flascons de reactius 1, 2, 3, 4.
- o Petita cullera i una cubeta
- o Escala colorimètrica (cinc colors de menys a més concentració: 0 mg/l, 10, 25, 50 i 100 o més mg de  $\text{NO}_3^-/l$ )

### **PROCEDIMENT:**

- Anar al punt de mostreig i recollir una mostra d'aigua.
- Si cal, conservar en fred, durant un màxim recomanat de 48 hores (segons el “Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales” de l'APHA-AWWA-WPCF (*American Public Health Association-American Water Works Association-Water Pollution Control Federation*))
- Començar el test aclarint la cubeta amb l'aigua a analitzar un parell de cops, i omplir-la fins a la marca de 10 ml. Secar-la per fora.
- Agitar el reactiu 1 i afegir a la cubeta 6 gotes de reactiu i barrejar lleugerament per a homogeneïtzar.
- Repetir amb el reactiu 2.
- Amb la cullereta, afegir una cullerada rasa del reactiu 3 (que és sòlid).
- Tancar la cubeta amb la tapa i barrejar vigorosament durant 15 segons.
- Agitar el reactiu 4 i afegir 6 gotes i barrejar lleugerament.
- Esperar 5 minuts i comparar el color de la mostra amb l'escala de colors.
- Apuntar els resultats (a cada color li correspon una concentració de nitrats) i recollir el kit.



**Figura 32:** Test de nitrats (a la fotografia es veu l'escala, la cubeta i els reactius a dalt) d'una mostra del punt de mostreig 2 a 8-12-10.

## Anàlisi 5

**TÍTOL:** Detecció de fosfats en una mostra d'aigua

**OBJECTIU:** Detectar la presència de fosfats ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i mirar de quantificar-la en els



**Figura 33:** Muntatge de l'anàlisi de fosfats amb les solucions d'acetat i triclorur.

punts de mostreig escollits com a més representatius de la qualitat del riu, i fer-ne un estudi.

### **MATERIAL I REACTIUS:**

- 2 matrassos aforats de 250 ml
- Un embut
- 2 buretes de 25 o 50 ml.
- Vasos de precipitats (de 100 ml i de 250/600 ml)
- Suport, dues pinces i dues nous.
- Vareta de vidre
- pH-metre
- Balança
- Aigua destil·lada
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

### **PROCEDIMENT:**

- Anar al punt de mostreig i recollir una mostra.
- Preparar una solució 0.1 M de clorur de ferro (III)
- Preparar una solució 0.1 M d'acetat de sodi
- Amb l'ajut de l'embut, col·locar-les cada una en una bureta fins a l'enràs i posar les buretes com a la figura 5.
- Col·locar el vas de precipitats gran amb aigua a analitzar fins la meitat sota les buretes.
- Posar el pH-metre, ja calibrat, dins de l'aigua.

- Tirar una gota de triclorur de ferro a la solució. Si reacciona, indica presència de fosfats, si no, els fosfats no es poden detectar i la prova és negativa.
- Si reacciona, seguir addicionant triclorur. El pH baixarà, i s'hi afegirà l'acetat per mantenir el pH estable i neutre (al voltant de 7). Anar remenant lleugerament amb la vareta.
- Quan deixi de reaccionar, aturar l'addició i apuntar el triclorur consumit.
- Calcular estequiomètricament la quantitat de fosfat que ha reaccionat amb l'equació següent:  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{Fe}^{3+} = \text{H}^+ + \text{FePO}_4\downarrow$  (precipitat groc clar)

## Anàlisi 6

**TÍTOL:** Detecció de metalls pesants

**OBJECTIU:**

- Detectar la presència de contaminants tan poderosos com els metalls pesants (bàsicament plom, mercuri i plata) i mirar de quantificar-los en els punts de mostreig escollits com a més representatius de la qualitat del riu.
- Portar a terme una marxa analítica.

**MATERIAL I REACTIUS:**

- HCl concentrat
- Iodur de potassi
- Amoníac 20%
- Aigua destil·lada
- Vasos de precipitats
- Pipeta i pera
- Balança
- Material per a la filtració al buit
- Bec de Bunsen

**PROCEDIMENT:**

- Anar al punt de mostreig i recollir una mostra (conservable en fred durant 6 mesos).
- Preparar una solució de HCl 2M.
- Preparar una solució de KI 2M.
- Preparar una solució de  $\text{NH}_3$  2.67 M.
- Escalfar aigua.
- Tractar la mostra amb HCl fins que no reaccioni. Si no reacciona, la concentració és massa petita.



Figura 34: Jo realitzant una filtració al buit de la marxa analítica.

- Precipiten els tres clorurs. Es filtren al buit. S'hi tira aigua calenta que dissoldrà el de plom. Es tira KI al matràs Kitasato fins que no reaccioni i no doni més precipitat de  $PbI_2$ .
- Es tira amoníac al filtre, que dissoldrà el de plata. El de mercuri es queda al filtre.
- Tirant HCl a la plata torna a precipitar clorur.
- Si n'hi ha molt, quantificar gravimètricament.

### 2.2.3.2 Desenvolupament dels mètodes i patrons utilitzats

Al contrari del que es pugui imaginar, els mètodes exposats anteriorment no han estat fruit de la casualitat, ni de l'esforç de cinc minuts. Han estat pensats conscienciosament i han estat fruit de moltes proves i experiències (fallides en molts casos). A continuació intentaré explicar com vaig desenvolupar els mètodes, quins patrons i controls vaig usar, etc.

Un cop vaig tenir les anàlisis ràpides solucionades (amb l'aparell), vaig pensar quines anàlisis podia realitzar que necessitessin d'anar al laboratori. Després de molt buscar, vaig concloure que miraria nitrats, fosfats i plom (metalls pesants). Tot seguit, vaig buscar mètodes per a detectar-los. M'adoní que realitzar una anàlisi quantitativa exacta i precisa em seria impossible, o sigui que vaig decidir realitzar-ne de qualitatives i intentar quantificar aproximadament.

Així doncs, vaig començar pels nitrats. El mètode que vaig trobar consistia en la reducció a amoníac i la identificació d'aquest. Primer vaig preparar una solució de NaOH concentrat 8 M (molar). Per fer-ho, vaig pesar 32 g de NaOH amb la balança, els vaig dissoldre amb una mica d'aigua destil·lada, ho vaig passar tot a un matràs aforat de 100 ml i vaig enrasar. Tot seguit, vaig tancar, barrejar, retolar i guardar la solució. A continuació, vaig preparar els patrons, consistents en un seguit de dilucions, el procediment dels quals és el següent:

- Patró 1 (C1): Pesar 1.4 g de  $NaNO_3$  i dissoldre en 100 ml (com la solució d'hidròxid). 10g nitrat/l.



- Patró 2 (C2): Agafar amb una pipeta de 10 ml i una pera, 10 ml de C1 i diluir fins a 100 ml amb aigua destil·lada. 1 g nitrat/l.
- Patró 3 (C3): Agafar 10 ml de C2 i diluir dins a 100 ml. 0.1 g/l.
- Patró 4 (C4): Agafar 10 ml de C3 i diluir fins a 20 ml. 50 mg/l.
- Patró 5 (C5): Agafar 10 ml de C4 i diluir fins a 50 ml. 10 ppm.
- Patró 6 (C6): Agafar 10 ml de C6 i diluir fins a 100 ml. 1 ppm.

A continuació, vaig aplicar el mètode a tots els patrons per detectar l'exactitud i la precisió del mètode. El mètode consistia en omplir mig tub d'assaig amb la mostra a analitzar, alcalinitzar amb unes gotes de NaOH 8M i afegir-hi una mica de zinc en pols. Just després, col·locar a la boca del tub paper impregnat de fenolftaleïna (un indicador). Una coloració fúcsia del paper indicava presència de nitrats que, un cop reduïts a amoníac, sortien en forma de gas, tot tintant la fenolftaleïna.

Després de provar-ho dues vegades amb tots els patrons i d'obtenir resultats incoherents i gens concloents, vaig decidir-me a variar el mètode. Les meves primeres sospites del fracàs estaven dirigides cap al paper i la fenolftaleïna, així que això va ser el que vaig canviar. En lloc del paper impregnat amb l'indicador, vaig posar-hi un tros de paper indicador de pH (indicador universal). Aquest cop els resultats no van ser tan incongruents, però tampoc foren satisfactoris, ja que els resultats només eren clars en concentracions massa elevades (C1 i C2) i la precisió tampoc era extraordinària.

D'aquesta manera, davant el fracàs del mètode i la impossibilitat de dur a terme altres mètodes que havia trobat per falta de material, vaig aparcar l'assumpte. Malgrat tot, unes setmanes després, vaig trobar un kit d'anàlisi de nitrats que em va solucionar el problema, ja que era més ràpid, fàcil, precís i exacte que tot el que havia intentat fins llavors. Conseqüentment, aquest fou el mètode amb el qual em vaig quedar, i és el que està detallat en l'apartat anterior.

Aleshores, em vaig centrar en la detecció de plom. Vaig recórrer a la marxa analítica, on detallava la detecció de plom, que anava acompanyada de la del mercuri i la plata. El procediment d'aquesta part de la marxa es troba detallat en l'apartat anterior. Bé, per provar el mètode però, vaig realitzar un patró. Vaig dissoldre 1.6 g de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , 1.6 g de  $\text{AgNO}_3$  i 1.4 g de  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  en 100 ml d'aigua destil·lada. (10 g de Pb, Ag i

Hg /litre). Aleshores, vaig observar un precipitat. Vaig llençar la solució, i vaig dissoldre els tres per separat. El de mercuri no es dissolia, i en contacte amb l'aigua, passava de blanc a groc (probablement òxid de mercuri (II)). Per tant, vaig tornar a preparar el patró aquest cop sense Hg, i vaig seguir el procediment de la marxa, sense els passos per a separar el mercuri i la plata. Havent preparat ja les solucions i provat el mètode, vaig provar-lo amb mostres reals i vaig veure que les concentracions eren molt baixes, i que al adicionar-hi HCl no precipitava. El  $PbCl_2$ , que era el que jo principalment buscava, és una sal poc insoluble en aigua ( $K_s = 1.7 \cdot 10^{-5}$ ), i per això, la concentració necessària per a què precipités era força alta. Davant aquest problema, vaig buscar alguna altra manera de què precipités. Vaig pensar de fer precipitar sulfur de plom, que és altament insoluble, però davant la falta d'àcid sulfhídric i la dificultat de sintetitzar-lo (sens comptar amb la seva perillositat), vaig deixar-ho córrer. Per tant, vaig buscar altres sals de plom més insolubles que el clorur. Finalment, vaig decidir provar-ho amb quatre: el sulfat, el iodur, el carbonat i el cromat. Per fer-ho, vaig preparar quatre solucions força concentrades d'àcid sulfúric, KI, bicarbonat de sodi i cromat de sodi. També vaig preparar patrons, tal i com havia fet amb els nitrats:

- Patró 1 (C1): Pesar 1.6 g de  $Pb(NO_3)_2$  i dissoldre'ls en 100 ml d'aigua destil·lada. 10 g Pb/l.
- Patró 2 (C2): Agafar 1 ml de C1 amb una pipeta i dissoldre'ls en 100 ml. 0.1 g/l.
- Patró 3 (C3): Agafar 10 ml de C2 i dissoldre en 100 ml. 10 ppm.
- Patró 4 (C2.1): Agafar 0.5 ml de C1 i dissoldre en 100 ml. 50 ppm.
- Patró 5 (C2.2): Agafar 25 ml de C2 i dissoldre en 100 ml. 25 ppm.

Així, vaig fer les proves i vaig obtenir els següents resultats:

	$H_2SO_4$	KI	$NaHCO_3$	$Na_2CrO_4$
<b>C1</b>	Positiu	Positiu	Positiu	Positiu
<b>C2</b>	Negatiu	Positiu	Positiu	Positiu
<b>C2.1</b>	Negatiu	Positiu	Positiu (LD)	Positiu
<b>C2.2</b>	Negatiu	Negatiu	Negatiu	Positiu
<b>C3</b>	Negatiu	Negatiu	Negatiu	Negatiu

**Taula 11:** Resultats de les proves per a obtenir el millor mètode de la detecció de plom, on positiu vol dir presència de precipitat, i negatiu, l'absència (LD=Límit de detecció).

En quant a la naturalesa de les proves, diré que les tres primeres solucions són transparents i la de cromat és de color groc. Els precipitats obtinguts, afegint un parell de gotes a 25 ml dels patrons, són de color blanc, groc, blanc i blanquinós, respectivament. D'aquí vaig extreure que el mètode del cromat era el més adequat i vaig decidir a fer anàlisis qualitatives amb aquest mètode que, sense comptar amb dues marxes analítiques que he fet, és el que he aplicat sempre.

Per si això fos poc, vaig decidir de concentrar (per evaporació) una de les meves mostres reals. Vaig fer una concentració 1:10, de manera que detectava concentracions de plom al voltant de 2 ppm. Tot i així, va sortir negatiu.

Per últim, queden els fosfats. Després de buscar mètodes diversos, en vaig trobar dos: precipitació del fosfat amb l'ió plata i amb l'ió  $\text{Fe}^{3+}$ . Per tant, vaig començar a preparar un patró: vaig preparar una dissolució de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0.1M. Aleshores, per provar el mètode vaig dissoldre en dos vasos de precipitats  $\text{FeCl}_3$  i  $\text{AgNO}_3$  respectivament. No cal imaginar la meua sorpresa quan en cap dels dos es va produir precipitat al·licionar-hi el patró de fosfat. Finalment, vaig concloure que el pH àcid dissolia el precipitat. Conseqüentment, vaig preparar una dissolució 0.1M de NaOH, per tal de neutralitzar l'àcid fosfòric. Vaig observar que tirant NaOH sobre els dos vasos de precipitats que, prudentment havia guardat, es formava precipitat. En el de la plata era de color groc llampant i de textura esponjosa, mentre que l'altre era d'un groc clar i apagat i de textura també esponjosa. Havia però, d'escollir un mètode i, sens dubte el del clorur de ferro (III) era el més indicat, degut a què amb el nitrat de plata, precipita de tot, especialment els clorurs, que solen ser molt més abundants que els fosfats.

Solucionat aquest problema vaig emprendre el disseny del mètode experimental. Per tal d'intentar quantificar els fosfats, vaig pensar en usar una bureta. El  $\text{FeCl}_3$  però, és una substància àcida, i la reacció que es produeix entre el clorur de ferro i el fosfat pot alliberar més ions oxoni, així que mentre addicionava el clorur, havia d'afegir quelcom per contrarestar tota aquesta acidesa i mantenir el pH neutre. Així doncs, vaig fer el muntatge amb dues buretes: una amb  $\text{FeCl}_3$  0.1 M i l'altra amb el mateix NaOH que havia usat per neutralitzar el fosfòric.

A continuació vaig agafar un pH-metre i el vaig calibrar. Vaig agafar el patró, vaig mesurar-ne el pH (0.77) i vaig posar-ne 50 ml en un vas de precipitats sota les buretes. Vaig començar a neutralitzar-lo amb NaOH mirant el pH-metre fins a pH=7. Aleshores,

vaig començar a tirar el clorur. A cada gota, es forma un precipitat blanquinós (mig grogós) que es manté bastant com en suspensió. Quan el pH baixava, obria l'aixeta de l'hidròxid, fins a 7.

Aleshores ho vaig provar amb mostres reals, i vaig veure precipitat. El color rogenc però, em va fer sospitar. Llavors, vaig barrejar  $\text{FeCl}_3$  amb  $\text{NaOH}$  i vaig veure com, efectivament, reaccionaven i es formava precipitat (segurament d'hidròxid de ferro). Havent vist això, vaig buscar entre els mètodes i vaig trobar que recomanaven acetat de sodi. Disposats a provar, vaig preparar una solució de  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0.1M, i vaig barrejar-ne amb el clorur, observant com no es produïa cap precipitat. Així doncs, tenia el mètode definitiu.



Figura 35: Jo realitzant una anàlisi de clorurs.

Degut a la poca quantitat de fosfats de les mostres reals, el mètode era només qualitatiu, però a més, en molts casos no es veia precipitat. Aleshores, vaig observar que, encara que a simple vista no es veïés precipitat, enfocant el vas amb una llanterna sí que se'n veia, i això m'ha permès detectar més acuradament la presència de fosfat.

Per acabar, volia fer-me una idea més precisa i completa de l'estat del riu, i vaig aventurar-me a fer unes poques anàlisis de clorurs que, a més, suposava que sí que donarien positiu i serien

més fàcils de quantificar. Per tant, sabent que usaria  $\text{AgNO}_3$  per fer precipitar els clorurs, vaig dissenyar el mètode, que consistiria en preparar una dissolució d' $\text{AgNO}_3$  0.1 M, posar-la en una bureta, agafar la mostra, tirar-hi unes gotes de cromat de sodi, per a què agafés color (groc), i començar a afegir el nitrat de plata, tot barrejant. S'aniria formant  $\text{AgCl}$ , i quan els  $\text{Cl}^-$  s'acabessin es formaria un precipitat vermell d' $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ,

que faria canviar sobtadament el color de groc a vermell i m'indicaria la quantitat de  $\text{Cl}^-$  que hi havia. Afortunadament i degut a l'experiència que havia anat agafant, aquesta prova va ser tot un èxit, i vaig poder realitzar unes quantes anàlisis amb resultats més que satisfactoris.

### 2.2.3.3 Càlculs de laboratori i resultats

A continuació, exposaré tots els càlculs necessaris que vaig fer per al desenvolupament dels mètodes, la preparació de les solucions, dels patrons, de les concentracions finals dels ions..., partint òbviament, dels reactius dels què disposava.

#### Reactius:

- NaOH (sòlid)
- $\text{NH}_3$  al 20%. ( $\rho=0.92\text{g/cm}^3$ )
- HCl 37%. ( $\rho=1.19\text{g/cm}^3$ )
- $\text{NaNO}_3$  (sòlid)
- $\text{H}_3\text{PO}_4$  85%. ( $\rho=1.7\text{g/cm}^3$ )
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (sòlid)
- $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (sòlid)
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (sòlid)
- $\text{AgNO}_3$  (sòlid)
- KI (sòlid)

#### Càlculs

- *Preparació d'una solució de NaOH 8M.*  

$$100 \text{ cm}^3 \cdot (8 \text{ mols NaOH}/1000 \text{ cm}^3) \cdot (40 \text{ g NaOH}/\text{mol}) = 32 \text{ g NaOH}$$
- *Preparació d'una solució de HCl 2M.*  

$$(37 \text{ g HCl}/100 \text{ g dissolució}) \cdot (1 \text{ mol HCl}/36.5 \text{ g HCl}) \cdot (1.19 \text{ g dió}/\text{cm}^3) \cdot (1000 \text{ cm}^3/1 \text{ dm}^3) = 12.06 \text{ M}$$

$$0.25 \text{ l dissolució (dió., en endavant)} \cdot (2 \text{ mols HCl}/1) \cdot (11 \text{ dió}/2 \text{ mols HCl})$$

$$= 0.041 \text{ l HCl comercial}$$
- *Preparació de la dissolució resultant de diluir 10 ml de  $\text{NH}_3$  amb aigua destil·lada fins a 50 ml.*

$$(10 \text{ ml NH}_3/50 \text{ ml dió}) \cdot (0.907 \text{ g/cm}^3) \cdot (25 \text{ g NH}_3/100 \text{ g dió}) \cdot (1 \text{ mol NH}_3/17 \text{ g}) \cdot (1000 \text{ ml/l}) = 2.67 \text{ M}$$

$$50 \text{ ml} \cdot (2.67 \text{ mols NH}_3/1000 \text{ ml}) \cdot (17 \text{ g NH}_3/\text{mol}) \cdot (100 \text{ g dió}/20 \text{ g NH}_3) \cdot (1 \text{ cm}^3/0.92 \text{ g}) = 12.32 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3 \text{ 20\%}$$

En 250 ml, seran  $12.32 \cdot 5 = 61.6 \text{ ml NH}_3$  al 20%.

- *Preparació del patró 10g NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l.*

$$10 \text{ g/l} = 1 \text{ g}/100 \text{ ml};$$

$$1 \text{ g NO}_3^- \cdot (1 \text{ mol NO}_3/62 \text{ g NO}_3) \cdot (1 \text{ mol NaNO}_3/1 \text{ mol NO}_3) \cdot (85 \text{ g NaNO}_3/\text{mol}) = 1.37 \text{ g NaNO}_3 \text{ a dissoldre en 100 ml d'aigua destil·lada.}$$

- *Preparació del patró 0.1 M de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.*

$$0.1 \text{ M} = 0.1 \text{ mols/l}$$

$$(0.1 \text{ mols H}_3\text{PO}_4/\text{l}) \cdot (98 \text{ g/mol}) \cdot (100 \text{ g dió}/85 \text{ g H}_3\text{PO}_4) \cdot (1 \text{ l}/1700 \text{ g}) \cdot (1000 \text{ ml/l}) \cdot 0.25 \text{ l} = 1.7 \text{ ml H}_3\text{PO}_4 \text{ comercial}$$

- *Preparació de la solució de NaOH 0.1 M.*

$$0.25 \text{ l dió} \cdot (0.1 \text{ mols NaOH/l}) \cdot (40 \text{ g NaOH/mol}) = 1 \text{ g NaOH}$$

- *Preparació de la solució de FeCl<sub>3</sub> 0.1 M.*

$$0.25 \text{ l dió} \cdot (0.1 \text{ mols FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O/l}) \cdot (270.3 \text{ g FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O/mol}) = 6.76 \text{ g FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O.}$$

- *Preparació de la solució de CH<sub>3</sub>COONa 0.1 M.*

$$0.25 \text{ l dió} \cdot (0.1 \text{ mols CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O/l}) \cdot (136.08 \text{ g CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O/mol}) = 3.4 \text{ g CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$$

- *Preparació del patró 10g Pb/l.*

$$1 \text{ g Pb} \cdot (1 \text{ mol Pb}/207.2 \text{ g}) \cdot (1 \text{ mol Pb(NO}_3)_2/1 \text{ mol Pb}) \cdot (331.2 \text{ g Pb(NO}_3)_2/\text{mol}) = 1.6 \text{ g Pb(NO}_3)_2 \text{ a dissoldre en 100 ml}$$

- *Preparació del patró 10g Ag/l.*

$$1 \text{ g Ag} \cdot (1 \text{ mol Ag}/107.9 \text{ g}) \cdot (1 \text{ mol AgNO}_3/1 \text{ mol Ag}) \cdot (169.9 \text{ g AgNO}_3/\text{mol}) = 1.57 \text{ g AgNO}_3 \text{ a dissoldre en 100 ml.}$$

- *Preparació de la solució 0.1 M de KI.*

$$250 \text{ ml} \cdot (0.1 \text{ mols KI}/1000 \text{ ml}) \cdot (165.9 \text{ g KI/mol}) = 4.15 \text{ g KI}$$

- *Preparació de la solució de AgNO<sub>3</sub> 0.1M.*

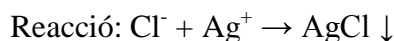
$$100 \text{ ml} \cdot (0.1 \text{ mols AgNO}_3/1000 \text{ ml}) \cdot (169.9 \text{ g AgNO}_3/\text{mol}) = 1.7 \text{ g AgNO}_3$$

- *Càlcul de les concentracions de Cl<sup>-</sup>.*



Punts de mostreig	AgNO <sub>3</sub> consumit (ml)
3 a 17/10/2010 (1)	0.6
1 a 8/12/2010 (2)	0.2
2 a 8/12/2010 (3)	0.5
3 a 26/12/2010 (4)	0.5
3 a 30/12/2010 (5)	0.5
4 a 16/01/2011 (6)	13.1*

Taula 12: Consum de AgNO<sub>3</sub> en les mostres analitzades per a determinar els clorurs. (\*L'última mostra estava concentrada 1:10).



$$1. \quad 0.6 \text{ ml AgNO}_3 * (0.1 \text{ mols AgNO}_3 / 1000 \text{ ml}) * (1 \text{ mol Ag}^+ / 1 \text{ mol AgNO}_3) * (1 \text{ mol Cl}^- / 1 \text{ mol Ag}^+) = 6 * 10^{-5} \text{ mols Cl}^-$$

$$(6 * 10^{-5} \text{ mols} / 25 * 10^{-3} \text{ l}) * (35.5 \text{ g Cl}^- / \text{mol}) * (1000 \text{ mg} / 1 \text{ g}) = 85.2 \text{ mg Cl}^- / \text{l}$$

$$2. \quad [\text{Cl}^-] = 0.2 * 0.1 * 35.5 * 1000 / (1000 * 25 * 10^{-3}) = 28.4 \text{ mg/l}$$

$$3. \quad [\text{Cl}^-] = 0.5 * 0.1 * 35.5 * 1000 / (1000 * 25 * 10^{-3}) = 71 \text{ mg/l}$$

$$4. \quad [\text{Cl}^-] = 0.5 * 0.1 * 35.5 / 25 * 10^{-3} = 71 \text{ mg/l}$$

$$5. \quad [\text{Cl}^-] = 71 \text{ mg/l}$$

$$6. \quad 13.1 \text{ ml AgNO}_3 * (0.1 \text{ mols AgNO}_3 / 1000 \text{ ml}) * (1 \text{ mol Ag}^+ / 1 \text{ mol AgNO}_3) * (1 \text{ mol Cl}^- / 1 \text{ mol Ag}^+) = 1.31 * 10^{-3} \text{ mols Cl}^-$$

$$(1.31 * 10^{-3} \text{ mols} / 25 * 10^{-3} \text{ l}) * (35.5 \text{ g Cl}^- / \text{mol}) * (1000 \text{ mg} / 1 \text{ g}) = 1860.2 \text{ mg Cl}^- / \text{l}$$

$$\text{Concentració 1:10 ; } [\text{Cl}^-] = 186.02 \text{ mg/l}$$

## Resultats

El mètode que he usat més, tant per la seva comoditat i rapidesa, com per la informació general que proporciona i que permet detectar veloçment problemes i/o contaminació millor que pràcticament cap altra anàlisi, és la conductivitat. Dels altres, he anat fent un seguiment, més o menys exhaustiu depenent del cas, i en alguns casos, tan sols he fet un poques proves, sigui pel motiu que sigui. En aquests casos, les dades obtingudes no permeten fer-se una idea precisa dels punts de contaminació, ja que els valors que han sortit són tots normals, o com a molt, indiquen la presència de contaminacions puntuals. A continuació es recullen amb claredat i distinció tots els resultats analítics en forma de taula, cosa que permet observar-los i analitzar-los de manera còmoda i amena.

PUNT		Data	Cond. (µS)	Temp. (°C)	pH	O <sub>2</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	Cabal (m <sup>3</sup> /s)	PO <sub>4</sub>	Pb (metalls pesants)	Cl (mg/l)
Conca de la Tordera	Camping Sant Marçal	02/04/2010	116								
	Pont NII	15/05/2010	230	14,8							
	Riera Gualba (RACC)	24/06/2010	84	17							
	Pont NII	24/06/2010	590	23,2							
	Pont NII	27/06/2010	605	24,1				1,27			
	Pont NII	01/07/2010	638	24				1,11			
	Pont NII	04/07/2010	650	25,2				0,71			
	Pont NII	16/07/2010	705	25,6				0,23			
	Pont NII	25/07/2010	Sec								
	Desembocadura Vallmanya(depu)	25/07/2010	1325	25,6							
	Torho	25/07/2010	705	22,5							
	Pont NII	04/08/2010	725	23,7				0,43			
	Pont NII	12/08/2010	670	27	8,73			0,81			
	Pol Ind. Gualba (punt 2)	19/09/2010	600	21	7,7						
	Sta. Maria Palautordera (sortida)	19/09/2010	200	18,2	7,5						
	Sant Celoni (principi)	19/09/2010	305	20,2							
	Desembocadura Malgrat	19/09/2010	535	22,5	7,95						
	Pont NII	19/09/2010	535	21	7,78						
	Pont NII	21/09/2010	670	20,2							
	Pont NII	11/10/2010	380	18,5	7,73						
	Desembocadura Vallmanya	11/10/2010	860	20,8							
	Pont NII	17/10/2010	408	16,2	7,77		10		Positiu *	Neg.	85,2
	Desembocadura Vallmanya	17/10/2010	703	17,3	7,63						
Pont Zara-Robama	17/10/2010	616	16,2								
Pont Zara cap al castell	17/10/2010	1150	15,5								
Pont nou Zara-depuradora	17/10/2010	530	15,1								

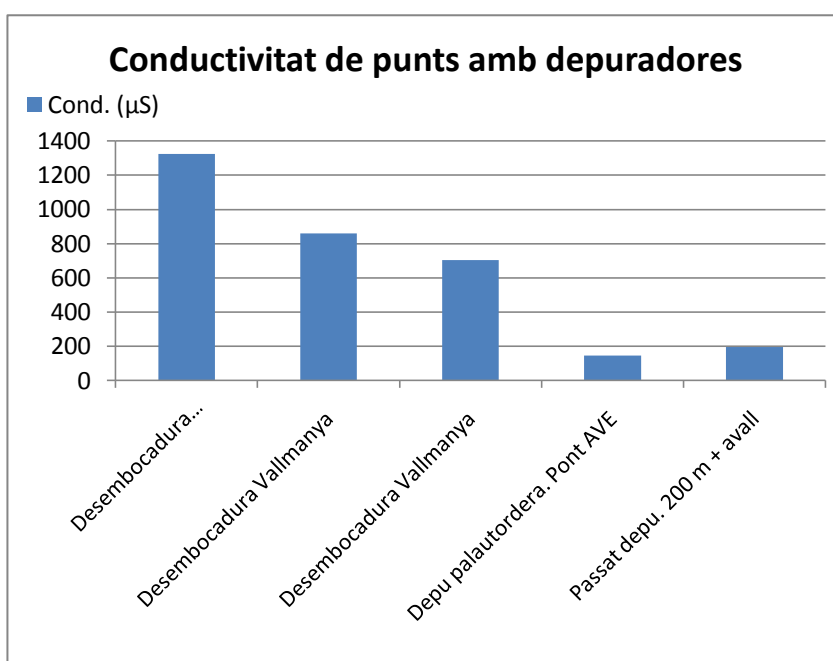
PUNT		Data	Cond. (µS)	Temp. (°C)	pH	O <sub>2</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	Cabal (m <sup>3</sup> /s)	PO <sub>4</sub>	Pb (metalls pesants)	Cl (mg/l)
Conca del Besòs. Sant Antoni de Vilamajor	Pont carretera Riera de Bruguers	06/11/2010	1463	12	7,9	6,6					
	Riera 400 m més amunt (granja)	06/11/2010	1416	12,3	7,9	6,6					
	Pont carretera Cànoves (zarzes)	06/11/2010	1075	12,1		5,7					
	Riera Can Bachs (més amunt)	06/11/2010	1025	12,8	7,21	3,7					
	Font del roure	06/11/2010	662	15							
	Riera al costat de la font	06/11/2010	1125	13,6							
	Pont carretera Riera de Bruguers	06/11/2010	1448	13,5		6,4					
Tordera	Font Bona St. Marçal	08/12/2010	192,5	9	7,17	6,5	0		Negatiu	Neg.	28,4
	Riu 100 m més avall	08/12/2010	183	9,3		7					
	Pol Ind. Gualba	08/12/2010	525	14,5	7,7	7,4	25		Pos. *	Neg.	71
	Pont NII	12/12/2010	580	13	8,28	9,5	25				
	Pont NII	26/12/2010	400	9	7,85	9,3	5		Pos. *	Neg.	71
	Pont NII	30/12/2010	476	11	7,83	8,3	10		Pos. *	Neg.	71
	Depu palautordera. Pont AVE	02/01/2011	145	10,5							
	Passat depu. 200 m + avall	02/01/2011	196	10,5							
	Pol Ind. Gualba	02/01/2011	325	11							
	Pont NII	02/01/2011	440	11							
	Camp de tir, riba Blanes (100m avall)	16/01/2011	585	12						Neg.	186,02
Desembocadura-contacte mar	16/01/2011	580	12								

**Taula 13:** Taula dels resultats experimentals del treball, ordenats cronològicament. (Pos. \* significa positiu sota feix de llum (el precipitat només és visible si se sotmet a il·luminació intensa)).

## 2.2.4 Comparativa i discussió dels resultats

La Tordera és un riu complex, gràcies al qual es desenvolupen tota una sèrie d'activitats humanes i també de processos naturals. És però, una entitat canviant i mutable susceptible d'ésser afectada per tots aquests processos. D'aquesta manera, l'estat de les aigües canvia, i els paràmetres estudiats també es modifiquen al llarg de l'any. A continuació analitzarem tots aquests resultats obtinguts.

Tal i com s'intueix a la gràfica, les depuradores són un tema interessant. Aquí hi ha



dades sobre la conductivitat a la desembocadura de la riera de Vallmanya on hi ha una depuradora que aboca aigües, i com es pot observar, aquestes aigües tenen conductivitats inusualment altes. A més també hi ha les dades de dos punts més: on hi ha la

**Figura 36:** Gràfica amb la conductivitat dels punts analitzats a la sortida de depuradores. Les 5 dades són del 25/7/2010, 11/10/10, 17/10 i 2/1/11, respectivament.

depuradora de Sta. Maria de Palautordera, i 200 metres més avall, on ja ha abocat les aigües “suposadament” netes, i no hi ha cap més abocament que el de la depuradora. Aquí hi observem, un augment de 51 µS, totalment atribuïbles a la depuradora. Doncs sí, la depuradora contamina en comptes de netejar les aigües.

Segons dades de l'ACA, aquesta depuradora aboca 3255 m<sup>3</sup>/dia, que vénen a ser 0.038 m<sup>3</sup>/s. Amb això vaig voler calcular la conductivitat amb la què sortia l'aigua de la depuradora, i vaig aplicar la següent fórmula:  $C_i \cdot C_{oi} + CD \cdot C_{oD} = C_f \cdot C_{of}$ ; on  $C_i$  és el cabal inicial,  $C_{oi}$  és la conductivitat inicial,  $CD$  és el cabal de la depuradora,  $C_{oD}$  és la conductivitat de la depuradora,  $C_f$ , el cabal final, i  $C_{of}$ , la conductivitat final (després de l'abocament de la depuradora). Necessitava, però saber el cabal inicial, i en vaig fer una aproximació. El cabal es calcula multiplicant l'àrea d'una secció transversal del riu per

<b>Conductivitat de l'aigua de les depuradores</b>		
<b>Data</b>	<b>02/01/2011</b>	<b>Unitats</b>
<b>Amplada</b>	8,00	m
<b>Profunditat</b>	0,25	m
<b>Velocitat</b>	0,70	m/s
<b>Cabal I</b>	1,40	m <sup>3</sup> /s
<b>Cond I</b>	145,00	µS
<b>Cabal D</b>	0,038	m <sup>3</sup> /s
<b>Cond D</b>	2091,23	µS
<b>Cab F</b>	1,438	m <sup>3</sup> /s
<b>Cond F</b>	196,00	µS

Taula 14: Càlcul de la conductivitat de l'aigua de la depuradora de Sta. Maria de Palautordera.

la velocitat de l'aigua. Per tant, vam aproximar els valors d'amplada, profunditat (que en aquell tram era bastant constant) i velocitat, i vam calcular el cabal inicial, tal i com recull la taula següent. D'aquesta manera, aplicant la fórmula obtenim que la conductivitat de l'aigua que sortia de la depuradora voltava els 2000 µS (i per molt que ens haguéssim equivocat en el càlcul del cabal inicial, la conductivitat no baixa dels 1500, o sigui que continua essent molt alta).

Òbviament, és cert que les depuradores eviten l'abocament directe de les aigües residuals al riu, i que mitjançant el tractament d'aquestes aigües, bona part dels

contaminants més problemàtics són eliminats. Malgrat tot, l'aigua que en surt està fortament carregada d'ions, i qui sap si de coses pitjors. Conseqüentment, els abocaments de les depuradores signifiquen una forta càrrega iònica per al riu, que va en clar detriment del seu estat ambiental, i que perjudica els sistemes tant socials com ecològics que depenen del bon estat de les aigües.

Tal i com es pot veure en el gràfic dels resultats hi ha uns "infiltrats". Vaig tenir la sort d'anar a Sant Antoni de Vilamajor a analitzar aigües de rieres que, tot i pertànyer a la conca del Besòs, ja que drenen cap al Congost (un dels afluents del Besòs), el meu tutor m'havia informat que estaven contaminades, ja que ell hi tenia una relació, i estava interessat en saber què passava, i jo vaig sentir també una certa curiositat. Vaig anar cap

allà, i efectivament ho estaven. Els nivells d'oxigen dissolt, de pH i temperatura eren perfectament normals, però la conductivitat era alarmantment alta. A més a més, en molts trams, l'aigua tenia escuma abundant i no feia gaire bona olor. Desgraciadament, no he pogut determinar l'origen d'aquesta contaminació, ja



Figura 37: Mesura del pH a la riera de Bruguers, on es pot veure clarament l'escuma de l'aigua.

que segurament requereix d'analítiques complexes que són per a mi inabastables en tots els aspectes.

Un altre aspecte que surt representat a la taula de resultats és el cabal. Com es pot observar, aquestes dades només apareixen durant l'estiu. El perquè d'això és ben senzill. Durant l'estiu, el cabal del riu és petit i "fàcilment" quantificable. En canvi, a l'hivern és tot el contrari i a més no ve gens de "gust" ficar-se dins del riu amb un metre

27/06/2010	bases (m)	profunditat	àrea (de secció transversal)
	1	0	0,05
	1	0,1	0,095
	1	0,09	0,09
	1	0,09	0,1
	1	0,11	0,145
	1	0,18	0,195
	1	0,21	0,245
	1	0,28	0,31
	1	0,34	0,265
	1	0,19	0,095
<b>Dist. Total</b>		0	
<b>Prof mitjana</b>	10	0,14	
<b>A. TOTAL</b>			<b>1,59</b>
velocitat lineal			0,8
<b>cabal (m<sup>3</sup>/s)</b>			<b>1,27</b>

Taula 15: Càlcul de l'àrea de la secció transversal del riu i el cabal en el punt de mostreig 3 el 27/06/2010.

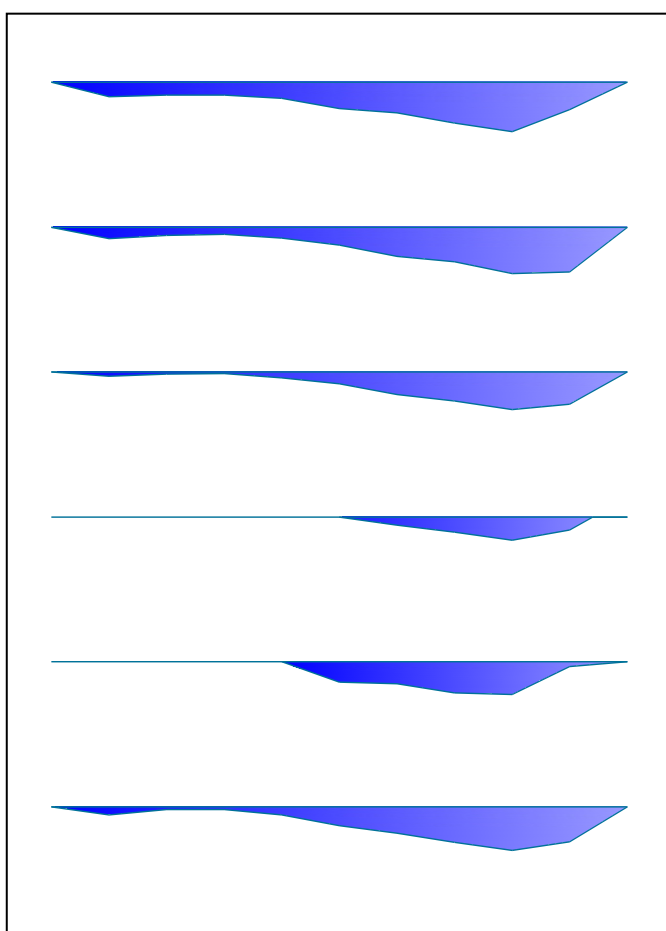
d'alçada d'aigua frígida. Bé doncs, el cabal el mesurava de la següent manera: primer mesurava l'amplada del riu. En aquestes dates, no superava els 10 m. Dividia l'amplada en bases d'un metre, i a cada base, mesurava la profunditat. Amb aquestes dades calculava l'àrea aplicant la

fórmula:  $A = \sum [h_n * b_n + b_n(h_{n+1} - h_n)/2]$ ; on



h és la profunditat a cada base, i b és la base que preferiblement val 1 m. Finalment, mesurava la velocitat lineal de l'aigua, cronometrants el temps que trigava un objecte a recórrer un metre. Aleshores, multiplicant l'àrea de la secció transversal per la velocitat obtenim el cabal en  $m^3/s$ .

A dalt veiem una taula amb el càlcul de l'àrea i del cabal en el punt de mostreig 3 el 27/06/10, que resulta ser el més alt de tots els calculats, cosa que és d'esperar tenint en compte que encara no era ple estiu i el maig havia estat extraordinàriament plujós. També és interessant fixar-se que el cabal calculat va descendint, coincidint amb el zenit estival, la calor i el descens bruscat de les precipitacions, fins a secar-se completament, i

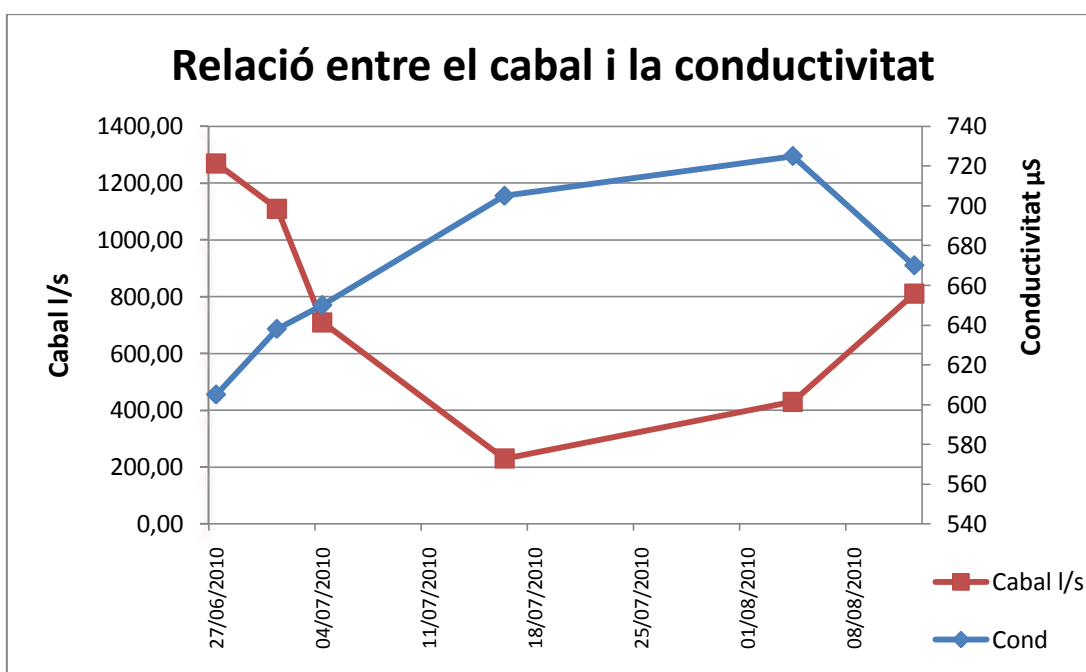


**Figura 38:** Evolució dels perfils esquemàtics fets amb AutoCAD de les seccions transversals del riu Tordera en el punt de mostreig 3.

tornar lentament a augmentar. Per exemple, aquí al costat es veu l'evolució cronològica dels perfils esquemàtics de la secció transversal del riu, que mostren l'evolució del cabal del riu durant el període estival estudiat: el primer correspon al 27/06/10, el segon correspon al 1/7/10, el tercer al 04/07, el quart al 16/07, que és el que porta menys aigua i preludia la sequera total del 25/07. El cinquè, correspon al 04/08, mentre que l'últim, amb un augment de cabal considerable, és del 12/08. En els perfils, la línia horitzontal (que val 10 m sempre) és la superfície de l'aigua, i estan orientats de manera que la part

esquerra (poc profunda) és la de la riba esquerra, i la dreta, la del marge dret del riu. A més a més, cal remarcar que aquesta evolució del cabal en la qual hem fet esment té, aparentment, altres repercussions. Sense anar més lluny, és curiosa la relació que s'estableix entre aquest i la conductivitat.

Com es pot observar en el gràfic següent, la relació que s'estableix entre ambdós paràmetres queda força reforçada, de manera que quan el cabal minva, la conductivitat tendeix a augmentar. Per tant, podem concloure que, si s'incrementa el cabal, la concentració d'ions disminueix, o dit en altres paraules, baixa la conductivitat. I perquè succeeix això? Bé, primer de tot hi ha causes naturals variades, com per exemple, que quan augmenta el cabal, bona part de l'aigua ve de la pluja i aquesta aigua té poquíssimes sals, o que les sals que es dissolen a l'aigua per erosió amb més cabal estan més diluïdes. El factor principal però, és un altre: tal i com es demostra en el càlcul de la depuradora, els humans i les activitats antròpiques (fàbriques, agricultura...) aboquen aigua al riu que sovint està contaminada, o que almenys representa una forta càrrega iònica per al riu, com l'aigua de les depuradores. Així mateix, aquests abocaments són més o menys constants, de manera que quan el cabal disminueix, hi ha menys aigua per dissoldre aquesta aigua contaminada, de manera que l'aigua del riu queda més concentrada d'ions, i per tant amb més conductivitat.



**Figura 39:** Relació entre el cabal (l/s) i la conductivitat en el punt de mostreig 3 (el pont de la N-II) en funció del temps (durant el període estival).

Com es veu en el gràfic, l'única excepció a aquesta regla és el període entre el 16/07 i el 04/08, i a més l'augment de cabal és molt tímid. Cal tenir en compte que és el període més llarg de temps entre mostreigs, que entremig el riu es va quedar sec, etc., cosa que fa irrellevant aquesta dada.

D'altra banda, també hi ha altres coses a dir. Com es pot veure fàcilment, el punt de mostreig 3 (sota el pont de la N-II sobre el riu) és el més recurrent, cosa que es deu a la seva accessibilitat i comoditat i a la seva representativitat com a punt clau del riu.

Després hi ha a la temperatura. Com era d'esperar, la temperatura de l'aigua ha anat canviant amb les estacions de l'any: durant l'estiu era molt elevada, arribant a un pic de 27 °C, mentre que ha anat baixant amb l'arribada de l'hivern. És interessant també veure que la línia de la temperatura segueix una mica la línia de tendència de la conductivitat, de manera que si una puja, l'altra té una certa tendència a pujar.

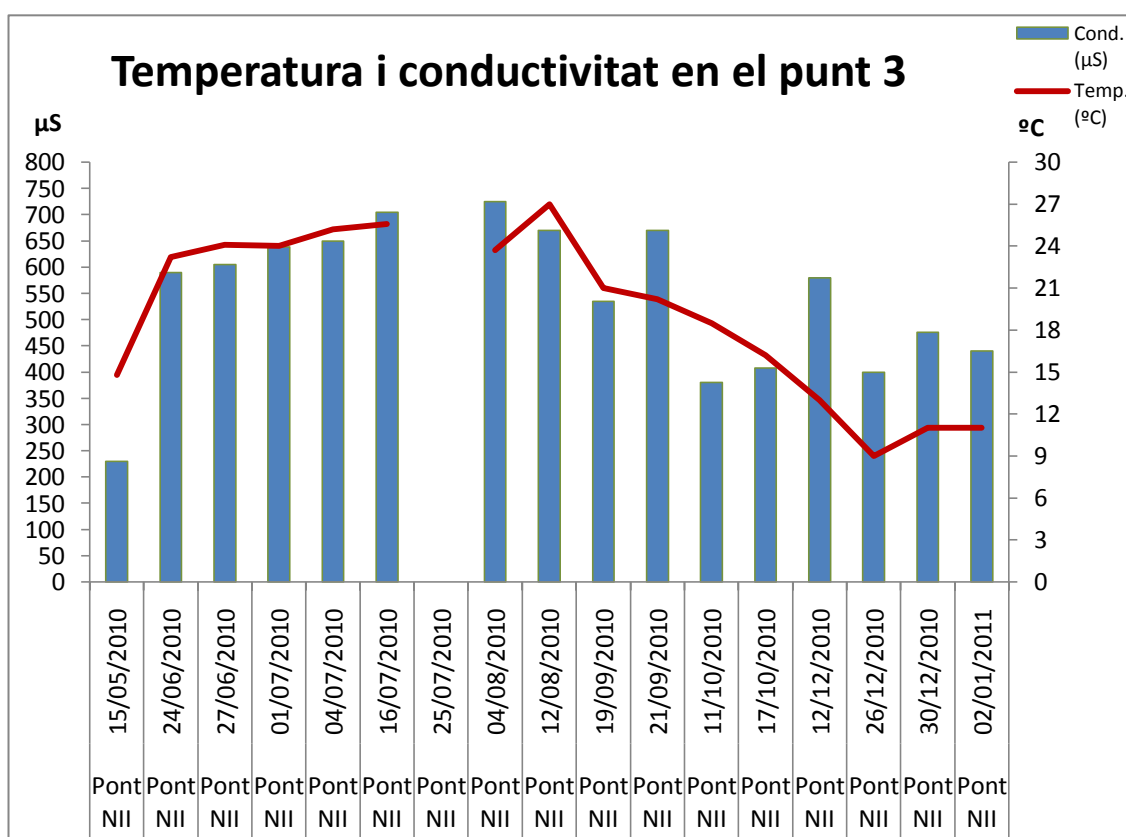
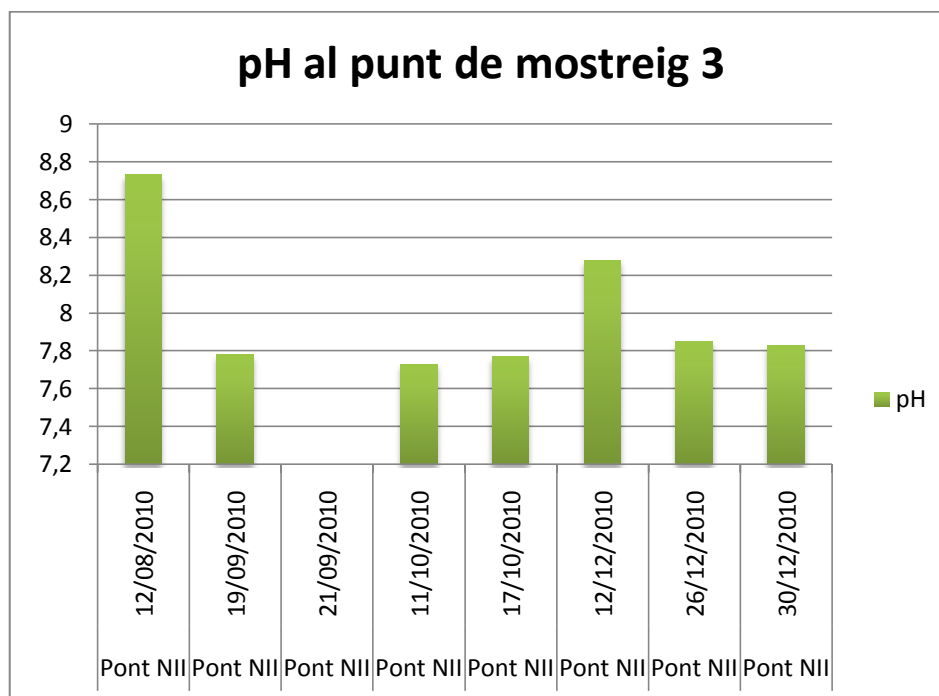


Figura 40: Gràfica amb l'evolució de la conductivitat i la temperatura al punt de mostreig 3.



**Figura 41:** Gràfica de l'evolució del pH en el punt de mostreig 3.

En quant als resultats pròpiament dits, tenim que tots els valors de pH són molt estables, i són tots aproximadament de 7,5, oscil·lant entre 7 i 8. Tot i així hi ha un valor que s'aparta anormalment de la mitjana: el 12/08/2010 hi havia un valor de 8,73. Sorprès per aquesta dada, vaig buscar-li una explicació. El 04/08/10, va succeir un aparatós accident a l'AP-7 a l'alçada de Sant Celoni. Un camió va bolcar i part de la seva càrrega es va abocar al medi: 18000 l de sosa càustica, o altrament dit, d'hidròxid de sodi, un poderosa base forta. Aquest vessament devia arribar al riu, augmentant d'aquesta manera el pH del mateix. Així doncs, s'explica aquest valor anormal. Uns quants dies després el riu fou capaç de superar aquest fort impacte i retornar a les seves condicions normals, però qui sap quins efectes extraordinàriament perjudicials va tenir aquest accident sobre els ecosistemes circumdants.

D'altra banda, tenim els nivells d'oxigen dissolt. Aquests també s'han mostrat bastant estàndard, de manera que no ens permet afirmar que hi hagi greus problemes d'eutrofització ni gran activitat bacteriana en el curs normal del riu. Certament, podria ésser que n'hi hagués, però amb les dades i els recursos disponibles no es pot pas saber. En quant als nitrats, tots els valors també compleixen els estàndards, ja que els valors obtinguts no sobrepassen els 25 mg/l, mentre que el màxim legal és de 50 mg/l.

Les proves de metalls pesants han donat totes negatives, tot i que si alguna hagués donat positiva, ens haguéssim trobat davant d'un molt més que seriós problema ambiental. Degut a la dificultat del desenvolupament dels mètodes, no he pogut realitzar massa anàlisis, tot i que, francament, tampoc era gaire necessari realitzar-ne més. Malgrat tot, no es pot saber si (bàsicament per part de les indústries) hi ha abocaments puntuals d'aquest tipus de substàncies, tot i que amb mètodes qualitius com el meu (tot i que he arribat a detectar 2 ppm, una quantitat com per estar-ne orgullós), es farien difícils de detectar, ja que per fer-ho necessitaríem mètodes i aparells complexos, com per exemple espectrofotometria d'absorció atòmica, totalment inabastables.

Una altra cosa interessant és la dels fosfats. En principi, les anàlisis havien donat negatives, però il·luminant les mostres amb una llanterna, és a dir, sotmetent-les a un feix de llum, es veia el precipitat aparentment inexistent. Això permet concloure la presència, encara que escassa, de fosfats, malgrat que impossibilita la realització d'una valoració quantitativa, ja que no es pot veure quan acaba de reaccionar el clorur de ferro (III).

Finalment tenim els clorurs. Com era d'esperar, a la capçalera, les aigües estan molt poc clorurades, mentre que a mesura que el riu va fent el seu recorregut, l'aigua va

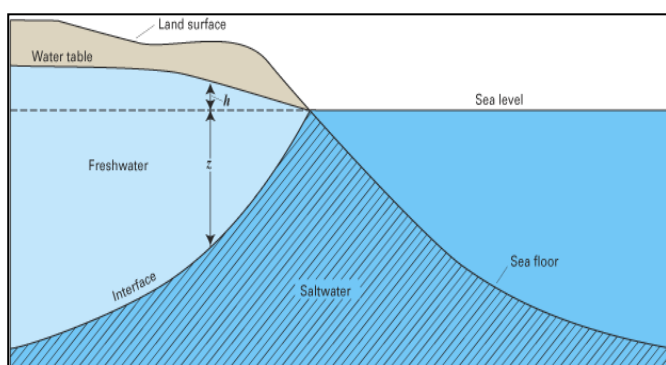


Figura 42: Esquema d'un cas d'intrusió marina.

enriquant-se amb aquest ió. Tot i així, totes les concentracions són més que acceptables, fent un esment però, a la dada del punt de mostreig 4: és més del doble que les altres dades (186.02 mg/l), i això permet sospitar la presència d'intrusió marina. La intrusió

marina o salina és un fenomen que succeeix quan un aquífer se salinitza per l'entrada d'aigua de mar, fent-la inadequada per al consum humà. Normalment, quan l'aquífer està sobreexplotat, com és el cas de l'aquífer de la baixa Tordera, part de la recàrrega d'aigua es fa amb aigua salada procedent del mar, com possiblement succeeixi amb aquest aquífer. Malgrat tot, hi ha una altra possibilitat, tot i que una mica més remota. El 2003, es va posar en marxa una dessaladora, o més concretament una ITAM (Instal·lació de Tractament d'Aigua Marina), a Blanes al costat del riu, que funciona

amb osmosi inversa. Això produeix uns 12 hm<sup>3</sup>/any de salmorra (aigua amb sal molt concentrada) i, qualsevol abocament accidental, neteja dels filtres i aparells i abocament al riu, pot desembocar en una augment molt considerable de la quantitat de clorurs, per sota de la seva situació (antiga carretera de Blanes a Malgrat de Mar).



**Figura 43:** Fotòmetre amb què vaig realitzar les següents anàlisis.

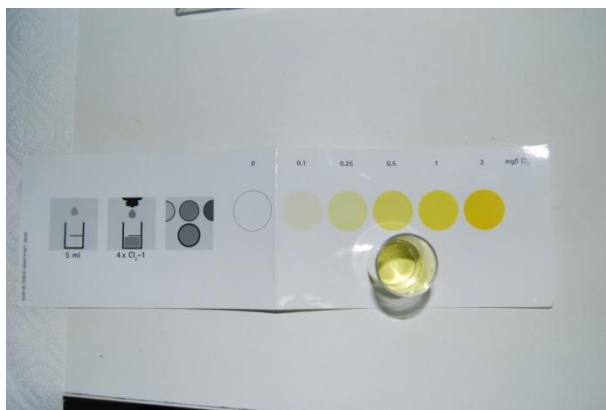
Finalment faré esment en una altra cosa. Vaig tenir la sort de poder utilitzar per un dia un aparell d'anàlisi més complex, com és un fotòmetre. Així doncs, vaig poder realitzar unes anàlisis complementàries, els resultats de les quals adjunto en la següent taula.

12/08/2010	Mostra pont N-II	Aigua de l'aixeta
Clor lliure (Cl <sub>2</sub> ) (mg/l)	0	0.5
Ferro (mg/l)	0.03	0.05
Alcalinitat (mg de CaCO <sub>3</sub> /l)	90	95
Duresa càlcica (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	70	215

**Taula 16:** Taula comparativa amb els resultats fotomètrics de ferro, alcalinitat i duresa càlcica, i de clor lliure, entre una mostra del punt 3 i l'aigua de l'aixeta.

L'alcalinitat és la propietat de l'aigua per la qual es manté més o menys estable davant els canvis de pH provocats pels àcids.

Si ens hi fixem en els resultats d'aquests paràmetres, cal remarcar que en aquests aspectes, la mostra d'aigua es troba a nivells perfectament normals, similars als de l'aigua de



**Figura 44:** Anàlisi del clor lliure.



l'aixeta. És curiosa la data del clor, que és present a l'aigua de l'aixeta, i no en la de la mostra: això segurament es deu al tractament que es fa de l'aigua, on s'addiciona hipoclorit, i d'aquí deuen quedar les restes de clor.

Així doncs, en resum hem vist que l'estat de les aigües varia segons l'estació de l'any en què ens trobem, a més d'estar subjecte a variacions puntuals produïdes per impactes humans o altres. Per exemple, el cabal que és obvi que varia, provoca canvis en molts altres aspectes, com la conductivitat, la intrusió salina (i per tant els clorurs) ja que arriba menys aigua dolça i entra més salada, els ecosistemes fluvials, etc.

## 2.2.5 Localització de zones especialment contaminades i propostes de millora

La Tordera no rep els mateixos impactes a tots els punts del riu, sinó que hi ha focus de contaminació. El principal es troba marcat en el mapa, i coincideix amb l'entrada, el poble i la sortida de Sant Celoni. Una manera de veure-ho clarament és amb els resultats del 19/09/2010. Els tres primers punts estan separats molt poc, i la conductivitat es multiplica per tres, mentre que a la resta del riu es manté més o menys estable.

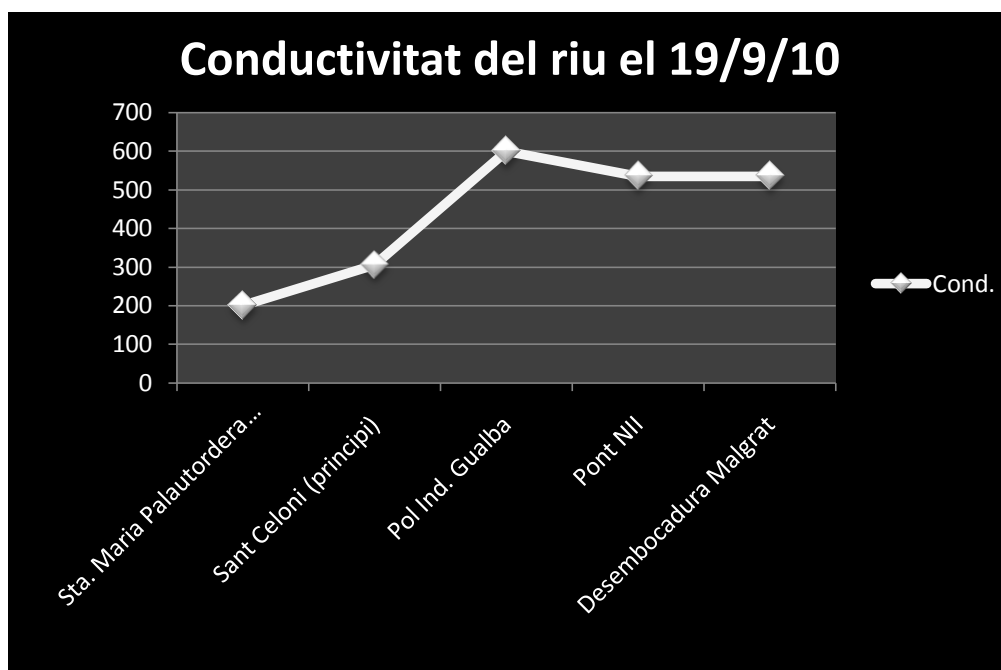
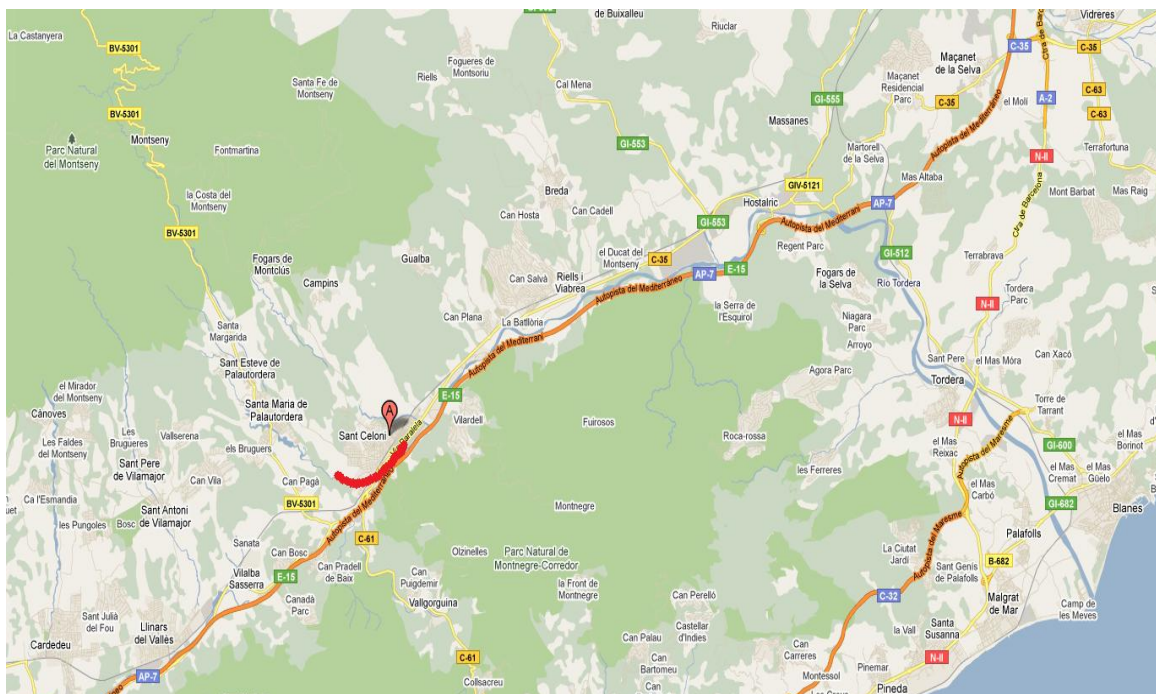


Figura 45: Gràfica amb l'evolució de la conductivitat del riu al llarg d'aquest el 19/09/2010.

Així doncs, aquest tram del riu és un important focus de contaminació, que perjudica tota la resta del riu. És un punt crític on conflueixen una potent indústria i un nucli poblacional important.



**Figura 46:** Mapa del recorregut de la Tordera on la línia vermella és un dels principals focus de contaminació.

D'altra banda, queden els punts analitzats de la conca del Besòs. És força sorprenent que hi hagi aquest nivell de contaminació, de conductivitat sobretot, en rieres que es troben properes al Parc Natural del Montseny. Els punts analitzats es troben marcats en groc en el següent mapa, de manera que de baix a dalt, són els punts següents: pont de la riera de Bruguers amb la carretera, la riera 400 m més amunt, el pont de la carretera a Cànoves, la Font del Roure i la riera que hi passa, i la riera de Can Bachs més amunt de Can Bachs. A tots els punts de la riera, la conductivitat era extraordinàriament alta, i buscant l'origen d'aquesta contaminació vam anar pujant, però quan vam poder accedir a la riera, molt més amunt de Can Bachs, vam veure que estava seca, i vam haver de tornar. També vam observar la disminució de l'oxigen dissolt a mesura que anàvem pujant, que podem atribuir a la poca oxigenació a la que havien estat sotmeses aquelles aigües, degut a l'escàs temps en contacte amb l'aire de la riera i a la poca velocitat i turbulències de l'aigua, coses que dificulten també la dissolució de l'oxigen.



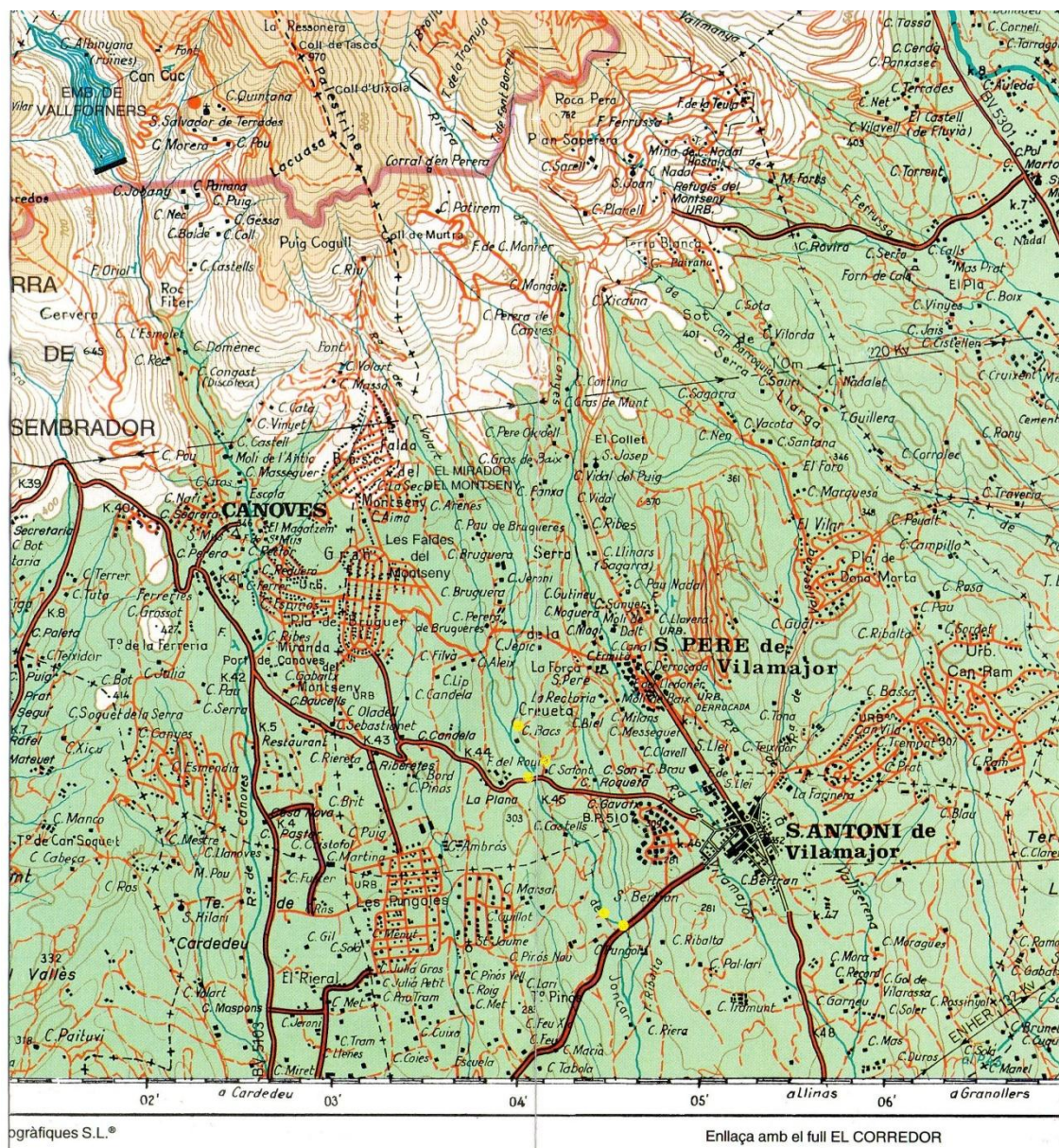


Figura 47: Mapa de Sant Antoni de Vilamajor i dels punts analitzats, marcats en groc.

Així doncs, comparativament, tenim que aquesta riera està força contaminada des de la capçalera, mentre que la Tordera té aigües força netes en el seu naixement, i no és fins a Sant Celoni que queden contaminades. Possiblement hi hagi altres focus, segurament no tant potents, o de caràcter més puntual, però això requeriria un altre tipus d'investigació, molt lluny del nostre abast.

Tota aquesta reflexió i aquest treball m'han permès proposar una sèrie de millores per als problemes que té el riu. Per exemple, caldria limitar la construcció en conques sobreexplotades, ja que aquestes poblacions consumeixen més aigua, i si els aqüífers

estan sobreexplotats com és el del de la baixa Tordera, no és sostenible un creixement poblacional sense control, com el que s'ha dut a terme en aquesta zona.

Una altra proposta seria relativa a la gestió de residus. Últimament està molt de moda això de reciclar, reutilitzar, gestionar els residus..., però que l'aigua que utilitzem a casa no és un residu que s'ha de tractar? I oi que separem el paper del vidre? Doncs, l'aigua amb què ens dutxem no és la mateixa que l'aigua amb què freguem els plats o que la del lavabo. Per tant, les vivendes de nova construcció haurien de tenir canonades diferents per als diferents tipus d'aigua. No és una proposta amb caràcter retroactiu, degut a l'important cost econòmic que representaria, però en uns anys, si s'apliqués aquesta mesura a totes les noves cases, el medi en sortiria força beneficiat, ja que el tractament que s'ha d'aplicar a aigües fecals o a aigües amb un fort contingent de detergents no és el mateix, i aplicant el mateix tractament a totes les aigües, no s'aconsegueix una eliminació completa d'aquests contaminants, i segurament aquest és un dels motius pels quals les aigües de les depuradores surten amb conductivitats (i qui sap què més) tan elevades.

Això ens porta a parlar de les EDAR (Estació Depuradora d'Aigües Residuals), o dit de manera més planera, de les depuradores. No és sostenible ambientalment parlant, que les depuradores aboquin al riu aigües amb una càrrega iònica tan elevada com ho fan. Per tant, caldria millorar aquest aspecte també. Fent més eficaç i específic el tractament de les aigües residuals que arriben, ara ja prèviament separades, crec que es podria reduir aquestes conductivitats tan elevades. De la mateixa manera, caldria fer un seguiment més estricte de les indústries que aboquen al riu, ja sigui directa o indirectament, mitjançant alguna depuradora, i també de les entitats molt properes al riu susceptibles de produir contaminants. És força lamentable que hi hagi casos com el del camp de tir "la Gaviota" de Malgrat de Mar on s'estaven abocant casquets de plom al riu. A més a més, també s'haurien de vigilar les explotacions agrícoles, degut a què l'ús d'adobs artificials, pesticides, etc., pot ésser molt perjudicial per al riu.

Per últim, proposaria seguir els programes de regeneració de les riberes del riu, actualment força castigades.







Tot i haver-me centrat en els indicadors fisicoquímics, existeixen altres indicadors ambientals, com per exemple els biològics que estan agafant força protagonisme. El bosc de ribera és important per molts motius, els quals resumiré ràpidament: fa funcions de microclima i de creació d'hàbitats, influeix en el cabal, dóna estabilitat als marges, retén els sediments, retarda les crescudes, millora la recàrrega dels aqüífers, és una font d'aliments, fa de filtre o retén nutrients o contaminants difusos, té diverses funcions paisatgístiques, entre d'altres. En resum, per a qualsevol riu és important tenir un bosc de ribera acceptable, i el riu Tordera necessita millorar aquest aspecte. Així, millorarà tant la qualitat fisicoquímica de l'aigua, com la biodiversitat i la qualitat visual del riu.

### 3 CONCLUSIONS

Ja ens acostem al final. Aquest treball, m'ha permès investigar sobre el riu Tordera, i el complex sistema existent al seu voltant, configurat dins de la seva conca, i m'ha permès conèixer amb més exactitud l'estat del riu i de les seves aigües.

En quant a l'apartat experimental, ha estat una experiència molt enriquidora que m'ha permès familiaritzar-me amb el treball de laboratori, així com amb procediments típics d'anàlisis d'aigües. És cert que comptava amb pocs recursos, i la majoria d'anàlisis han estat més generals que específiques. Com a avantatge, això m'ha permès obtenir una visió més global del riu, enfront del perill de la pèrdua d'aquesta visió si es fan anàlisis molt específiques. Després de tot el treball, puc extreure'n algunes conclusions d'aquestes anàlisis. Per exemple, les anàlisis de plom van donar negatives, perquè les concentracions de plom eren inferiors al meu límit de detecció amb el mètode qualitatiu. Ara veig, que si algun m'hagués donat positiu estaríem davant una catàstrofe ambiental de característiques inimaginables, i òbviament, no ho estem. Una altra cosa curiosa és la duresa càlcica. Vaig poder analitzar-la en la mostra del punt de mostreig 3 el 12/08/10. Va sortir de 70 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , enfront dels 215 mg/l que tenia l'aigua de l'aixeta. És una duresa bastant baixa, cosa que es pot relacionar amb la geologia explicada al primer apartat del treball. Cal recordar que el sòl és bàsicament granític, enfront d'altres sòls més calcaris d'altres zones. Per tant, al no haver-hi sòls calcaris, és natural que la duresa de l'aigua no sigui gaire alta.

Pel que he pogut veure, l'eutrofització no és un perill preocupant en les aigües del riu. Tot i així, a la conca hi ha diferents estanys i altres masses d'aigua més estancades que tenen nivells d'eutrofització més greus, fet que es pot veure fàcilment ja que tenen un alt grau de vegetació aquàtica superficial.

També cal concloure que la Tordera és un riu força sensible a les precipitacions. El cabal del riu té una gran dependència envers la pluja, especialment en les èpoques més caloroses. En quant al cabal, un sol dia de pluja generosa ja fa variar visiblement el cabal, mentre que un sol mes "sense pluges", provoca una disminució dràstica d'aquest fins al punt d'una possible sequera. Així doncs, ens trobem davant d'un riu de caràcter clarament estacional, tot i que sense arribar al punt de torrencial.

D'altra banda, recuperant els objectius inicials, cal dir que estic força satisfet del grau d'acompliment d'aquests. En primer lloc, aquest treball m'ha permès tenir una idea força més precisa que la que tenia en un principi de l'estat del riu. Francament, m'imaginava una qualitat força més dolenta, però no ha estat així. En quant als paràmetres estudiats, tots compleixen les normatives vigents. Tot i així, encara hi ha moltes coses a millorar, i podríem arribar a tenir un riu bastant més net i sa. Per exemple, des de Sta. Maria de Palautordera el riu empitjora en qualitat. Paramètricament se'n ressent, però organolèpticament pateix una gran davallada. Perd qualitat en quant a color, les aigües puntualment fan pudor, la qualitat del bosc de ribera empitjora visiblement...

Crec que l'objectiu de conèixer la conca de la Tordera s'ha assolit sense problemes, i he arribat a tenir un bon coneixement sobre aquest aspecte, coneixent la superfície, municipis, la pluviometria, la població, les activitats antròpiques que s'hi desenvolupen (i que tenen efectes sobre la conca), els afluents del riu, el seu recorregut, entre altres coses. Així doncs, la conca configura un sistema complex típicament mediterrani, amb estius secs i calorosos, que determinen el caràcter estacional de la Tordera.

També he acomplert el de l'ús de l'aigua, he investigat sobre els aquífers del riu i els usos que se'n fan, i he mirat el pes de les diverses activitats humanes de la zona, que provoquen impactes al riu. Conèixer contaminants típics d'aquestes activitats, com els nitrats en el cas agrícola o els metalls en el cas industrial, també m'ha ajudat a l'hora d'escollir els paràmetres a analitzar. L'ús principal de l'aigua és per a ús domèstic, ús que ha anat en augment des dels últims anys degut a l'augment demogràfic de la conca, a diferència de l'ús agrícola que s'ha mantingut més o menys estable. En canvi, l'industrial també ha variat degut a què la indústria a la conca és relativament recent (fa 50 anys no tenia la importància actual).

Segons les exigències del Reial Decret, RD 1541/1994, per a la potabilització d'aigües, englobat dins la política de la Directiva Marc de l'Aigua europea, tenim que les aigües de la Tordera en el referent als paràmetres estudiats compleixen la normativa establerta. D'aquí cal concloure que les aigües es troben dins d'uns límits coherents i més o menys acceptables partint de la premissa que els paràmetres estudiats són de caire general, tot i que pot haver-hi algun de concret que s'escapi de la norma, i que no s'ha pogut analitzar degut a la seva especificitat o a la falta de mitjans disponibles.

De la part química també n'estic content i he pogut realitzar anàlisis diverses i en diferents llocs, en diferents moments de l'any, i això m'ha permès fer un seguiment prou rigorós del riu, i localitzar aquestes zones contaminades. També el treball m'ha permès arribar a formular algunes propostes de millora de la qualitat ambiental de les aigües de la Tordera.

A més a més, també estic força satisfet de l'assoliment dels objectius concrets de les anàlisis. Les anàlisis es poden classificar en dos tipus: les de camp, més ràpides, i les de laboratori, més lentes i de caràcter més qualitatiu. He pogut analitzar de manera quantitativa i bastant precisa tots els paràmetres, amb excepció del plom i dels fosfats, que degut a la seva escassa presència tan sols he pogut realitzar anàlisis qualitatives. Dels paràmetres de camp n'he fet un major seguiment i això m'ha permès detectar els principals focus de contaminació, mentre que dels altres, n'he fet un de més puntual. A part d'això, m'he familiaritzat amb el món de l'anàlisi i del laboratori (encara que no sigui a un gran nivell, que tampoc era això el que pretenia) i crec que ha estat una experiència molt enriquidora.

Com és d'esperar, no tot han sigut flors i violes. Durant la realització del treball m'he trobat amb dificultats variades que lentament he anat superant o esquivant. És cert que és difícil treballar amb el teu pitjor enemic perseguint-te: el temps. Tot i així, espero haver-li guanyat l'assalt, ja que no és possible derrotar-lo per complet. Bé, per començar el treball de laboratori ha estat més difícil del que em pensava en un principi.

El laboratori. Des del primer dia que hi vaig entrar vaig saber que arribaríem a tenir una estreta relació d'"amistat". El que no m'imaginava però, és que costés tant d'esforç de guanyar-se-la. Molts cops m'he sentit caminant a les palpentes, impotent davant el fracàs, però lentament he anat superant les dificultats, i agafant seguretat i control. Amb temps, he anat trobant i desenvolupant els mètodes adequats, i els resultats s'han beneficiat considerablement del meu aprenentatge. Dissortadament, quan ja m'hi trobava com a casa, tocava acabar i vaig acomiadar-me del meu, ja vell, company.

Bé doncs, estic molt satisfet d'aquest treball, i crec que ha estat per a mi una gran experiència, que m'ha fet veure una manera d'aprendre i de treballar no tan acadèmica, però al mateix temps, complementària, útil i enriquidora, posant especial èmfasi en el desenvolupament de metodologies analítiques, rigoroses, científiques, i en la tasca

d'investigació, esforç, constància i dedicació, que requereix un treball d'aquestes característiques. Així que no és tan important la meta com el camí recorregut, i sigui quin sigui el resultat, el camí que he seguit ha estat el camí encertat; un camí dur i difícil, però molt profitós i que t'omple de complaença un cop albires el final.

Així doncs, tornem al principi. Tot canvia, l'aigua flueix inexorablement cap al seu final; però no només ella, una part de nosaltres flueix amb ella i es perd en la immensitat... La Tordera ha albergat vida en la seva conca des de temps immemorials, i humans també. Aquesta vida però, produeix alteracions en el medi, crea contaminació, que flueix amb la mateixa aigua que ens dóna la vida, i la Tordera se'n ressent. Per tant, hem de cuidar aquest regal que és la Tordera i el món que hi ha dins la seva conca, i hi podrem continuar vivint durant molt de temps. Però si convertim aquesta font de vida en una font de mort i desolació, nosaltres mateixos serem els principals perjudicats. I, encara que, com diria Heràclit, des de la creació del riu Tordera, cada dia que passa ens acostem més a la seva fi, no fa falta accelerar aquest esdeveniment per part nostra, i propiciar així, el nostre propi final.