



ÉS DE BONA  
QUALITAT L'AIGUA DE  
SANT JOAN DESPÍ?



PSEUDÓNIM: EPONA



# Índex

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓ: Està contaminada l'aigua del riu Llobregat? .....  | 3  |
| 2. PART TEÒRICA: .....   | 6  |
| 2.1 Aigua: una molècula senzilla però alhora complexa: .....   | 6  |
| 2.1.1 Estructura molecular: Com és l'aigua? .....  | 6  |
| 2.1.2 Propietats químiques: Què té d'especial l'aigua? .....   | 7  |
| 2.1.3 El cicle de l'aigua: .....   | 8  |
| 2.1.4. Transport de partícules en l'aigua: .....   | 10 |
| 2.1.5 La contaminació de l'aigua: Com ens afecta? .....  | 10 |
| 2.1.6 Fonts de contaminació: Com es contamina un riu? .....  | 12 |
| 2.2. La flora i la fauna del riu Llobregat: Com els afecta la contaminació als animals i plantes que viuen en aquest ecosistema? ..... | 13 |
| 2.3. Anàlisi química: Quins compostos químics podem trobar al riu? .....   | 16 |
| 2.3.1. Caràcters organolèptics: .....  | 16 |
| 2.3.2. Caràcters fisicoquímics: .....  | 18 |
| 3. EL RIU LLOBREGAT: .....   | 23 |
| 3.1. Recorregut del riu: .....   | 23 |
| 3.2. Importància del riu: .....  | 24 |
| 3.3. Breu recorregut per la història del riu Llobregat: .....  | 26 |
| 4. LA POTABILITZADORA DE SANT JOAN DESPÍ: .....  | 28 |
| 5. LEGISLACIÓ: .....   | 33 |
| 6. PART EXPERIMENTAL: .....  | 35 |
| 6.1. Determinació dels clorurs en l'aigua mitjançant el mètode volumètric o mètode de Mohr: .....                                      | 35 |
| 6.2. Determinació de la duresa de l'aigua: .....   | 41 |
| 6.3. Determinació de l'oxidabilitat al permanganat: .....  | 45 |

|   |    |
|---|----|
| 6.4. Determinació del residu sec: .....       | 54 |
| 6.5. Determinació del pH: .....               | 57 |
| 6.6. Determinació de nitrats i nitrits: ..... | 59 |
| 9. AGRAÏMENTS: .....                          | 69 |
| 10. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA: .....           | 69 |
| 11. ANNEXOS: .....                            | 73 |

## Índex d'imatges:

### 2. PART TEÒRICA:

|   |         |
|---|---------|
| Imatge 1: Molècula d'aigua.....   | Pàg. 6  |
| Imatge 2: Ponts d'hidrogen entre molècules d'aigua.....   | Pàg. 6  |
| Imatge 3: Enllaços formats en la dissolució d'una sal.....  | Pàg. 7  |
| Imatge 4: Escala del pH.....  | Pàg. 8  |
| Imatge 5: El cicle de l'aigua.....  | Pàg. 9  |
| Imatge 6: Abocament de residus en un tram del riu Llobregat.....  | Pàg. 10 |
| Imatge 7: Ecosistema del riu Llobregat.....   | Pàg. 11 |
| Imatge 8: Fauna i flora del riu Llobregat.....  | Pàg. 11 |
| Imatge 9: Exemple d'activitat ramadera al riu Llobregat.....  | Pàg. 12 |
| Imatge 10: Exemple d'activitat industrial: Polígon industrial Pratenc situat al costat del riu Llobregat..... | Pàg. 12 |
| Imatge 11: <i>Arundo donax</i> .....  | Pàg. 14 |
| Imatge 12: <i>Phragmites australis</i> .....  | Pàg. 14 |
| Imatge 13: <i>Typha sp.</i> .....   | Pàg. 14 |
| Imatge 14: <i>Cyprinus carpio</i> .....   | Pàg. 15 |
| Imatge 15: <i>Aphanius iberus</i> .....   | Pàg. 15 |
| Imatge 16: <i>Phalacrocorax carbó</i> .....   | Pàg. 15 |
| Imatge 17: <i>Ardea cinerea</i> .....   | Pàg. 15 |
| Imatge 18: <i>Trithemis annulata</i> .....  | Pàg. 15 |
| Imatge 19: Naixement del riu Llobregat; exemple d'erosió del sòl.....   | Pàg. 18 |

|   |         |
|---|---------|
| Imatge 20: Mines de sal de Cardona, prop del riu Cardener, afluent del Llobregat..... | Pàg. 19 |
| Imatge 21: Haloclina.....   | Pàg. 20 |
| Imatge 22: CaCO <sub>3</sub> .....  | Pàg. 20 |
| Imatge 23: Estructura de Lewis del nitrat.....  | Pàg. 22 |

### 3. EL RIU LLOBREGAT:

|  |         |
|--|---------|
| Imatge 24: Estructura de Lewis del nitrit.....                           | Pàg. 23 |
| Imatge 25: Recorregut del riu Llobregat.....                             | Pàg. 24 |
| Imatge 26: Percentatge de superfície urbanitzada a Catalunya (2002)..... | Pàg. 24 |
| Imatge 27: Fàbrica tèxtil en Sallent.....                                | Pàg. 26 |

|  |         |
|--|---------|
| Taula 1: Distribució del consum per usos del 2015 (AMB)..... | Pàg. 25 |
|--|---------|

|  |         |
|--|---------|
| Gràfic 1: Distribució del consum per usos a Sant Joan Despí el 2015..... | Pàg. 25 |
|--|---------|

### 4. LA POTABILITZADORA DE SANT JOAN DESPÍ:

|   |         |
|---|---------|
| Imatge 28: Potabilitzadora de Sant Joan Despí 1955..... | Pàg. 28 |
| Imatge 29: Captació d'aigua superficial.....            | Pàg. 28 |
| Imatge 30: Procés de desarenament.....                  | Pàg. 28 |
| Imatge 31: Piscines de sedimentació i decantació.....   | Pàg. 29 |

## 5. LEGISLACIÓ:

|   |         |
|---|---------|
| Taula 2: Resultats de les anàlisis del 2015 a l'aigua per a consum..... | Pàg. 33 |
| Taula 3: Paràmetres establerts per la llei.....                         | Pàg. 34 |
| Taula 4: Paràmetres recomanats per l'OMS.....                           | Pàg. 34 |

## 6. PART EXPERIMENTAL

|   |         |
|---|---------|
| Imatge 32: Perillós per aspiració.....                              | Pàg. 36 |
| Imatge 33: Irritació cutània.....                                   | Pàg. 36 |
| Imatge 34: Perillós per al medi ambient aquàtic.....                | Pàg. 36 |
| Imatge 35: Corrosiu.....  | Pàg. 36 |
| Imatge 36: Perillós per al medi aquàtic.....                        | Pàg. 36 |
| Imatge 37: Recipient per a sals i compostos de metalls pesants..... | Pàg. 37 |
| Imatge 38: Cromat de potassi.....                                   | Pàg. 37 |
| Imatge 39: Mostra amb cromat de potassi.....                        | Pàg. 37 |
| Imatge 40: Mesura del nitrat de plata.....                          | Pàg. 37 |
| Imatge 41: Inici de la valoració.....                               | Pàg. 38 |
| Imatge 42: Finalització de la valoració.....                        | Pàg. 38 |
| Imatge 43: Negre d'eriocrom T.....                                  | Pàg. 41 |
| Imatge 44: Solució EDTA.....  | Pàg. 41 |
| Imatge 45: Irritació cutània.....                                   | Pàg. 42 |
| Imatge 46: Perillós per al medi aquàtic.....                        | Pàg. 42 |
| Imatge 47: Irritació cutània.....                                   | Pàg. 42 |
| Imatge 48: Negre d'eriocrom T.....                                  | Pàg. 43 |

|  |         |
|--|---------|
| Imatge 49: Solució tampó pH=10.....                              | Pàg. 43 |
| Imatge 50: Mostra amb indicador i pH=10.....                     | Pàg. 43 |
| Imatge 51: Inici de la valoració.....                            | Pàg. 43 |
| Imatge 52: Finalització de la valoració.....                     | Pàg. 43 |
| Imatge 53: Comburent.....  | Pàg. 47 |
| Imatge 54: Irritació cutània.....                                | Pàg. 47 |
| Imatge 55: Perillós per aspiració.....                           | Pàg. 47 |
| Imatge 56: Perillós per al medi aquàtic.....                     | Pàg. 47 |
| Imatge 57: Corrosiu.....   | Pàg. 47 |
| Imatge 58: Irritació cutània.....                                | Pàg. 47 |
| Imatge 59: Solucions d'àcid oxàlic i permanganat de potassi..... | Pàg. 48 |
| Imatge 60: Solució abans d'escalfar-la.....                      | Pàg. 49 |
| Imatge 61: Solució després d'escalfar-la.....                    | Pàg. 49 |
| Imatge 62: Solució després d'escalfar-la.....                    | Pàg. 50 |
| Imatge 63: Solució amb l'àcid oxàlic.....                        | Pàg. 50 |
| Imatge 64: Solució incolora.....                                 | Pàg. 50 |
| Imatge 65: Abans de la valoració.....                            | Pàg. 50 |
| Imatge 66: Valoració finalitzada.....                            | Pàg. 50 |
| Imatge 67: Volum de $\text{KMnO}_4$ utilitzat.....               | Pàg. 50 |
| Imatge 68: Determinació de l'oxidabilitat al permanganat.....    | Pàg. 51 |
| Imatge 69: Aigua evaporant-se a la placa calefactora.....        | Pàg. 55 |
| Imatge 70: Residu sec.....                                       | Pàg. 55 |
| Imatge 71: pH-metre calibrat.....                                | Pàg. 58 |



|   |         |
|---|---------|
| Imatge 72: Gamma de colors de les tires detectores de nitrats i nitrits.....                            | Pàg. 60 |
| Imatge 73: Tires detectores de nitrats i nitrits al costat de la mostra utilitzada per a cadascuna..... | Pàg. 60 |
| Taula 5: Valors del volum de nitrat de plata emprat.....  | Pàg. 39 |
| Taula 6: Valors de la concentració de clorurs.....  | Pàg. 40 |
| Taula 7: Volum d'EDTA utilitzat en la determinació de la duresa.....                                    | Pàg. 44 |
| Taula 8: Duresa total de l'aigua expressada en mg CaCO <sub>3</sub> /L.....                             | Pàg. 44 |
| Taula 9: Volum de permanganat de potassi utilitzat.....   | Pàg. 51 |
| Taula 10: Determinació de l'oxidabilitat al permanganat: Resultats.....                                 | Pàg. 53 |
| Taula 11: Residu sec (g / 20 mL).....   | Pàg. 55 |
| Taula 12: Residu sec (mg/L).....  | Pàg. 56 |
| Taula 13: Determinació del pH.....  | Pàg. 58 |
| Taula 14: Mitjana dels valors del pH.....   | Pàg. 58 |
| Taula 15: Determinació de nitrits i nitrats (ppm).....  | Pàg. 61 |
| Taula 16: Resultats de la part experimental.....  | Pàg. 63 |
| Gràfic 2: Concentració de clorurs en l'aigua: Valors mitjans.....                                       | Pàg. 40 |
| Gràfic 3: Valors de la duresa de l'aigua.....   | Pàg. 45 |
| Gràfic 4: Oxidabilitat al permanganat: mg O <sub>2</sub> /L.....  | Pàg. 53 |
| Gràfic 5: Valors del residu sec (g/20 mL).....  | Pàg. 55 |
| Gràfic 6: Residu sec mg/L.....  | Pàg. 56 |
| Gràfic 7: Valors mitjans del pH de l'aigua.....   | Pàg. 59 |
| Gràfic 8: Valors de la concentració de nitrats i nitrits de l'aigua.....                                | Pàg. 61 |

## **1. INTRODUCCIÓ: Està contaminada l'aigua del riu Llobregat?**

Aquest treball de recerca consisteix en l'estudi d'un dels compostos més importants per a la vida, l'aigua. L'aigua és el compost químic més abundant del planeta Terra, generalment es troba en estat líquid formant oceans, mars, rius, llacs, etc., i cobreix un 70% de la superfície total de la Terra. Però també pot trobar-se en estat gasós a l'atmosfera, i en estat sòlid formant glaceres, icebergs, etc.

L'aigua també és el principal constituent dels éssers vius, representa entre el 50% i el 95% del pes dels organismes, concretament en l'ésser humà representa el 65%. És una substància indispensable per a la vida i, alhora, és una de les més utilitzades pels éssers humans, ja sigui per regar camps, rentar la roba, els plats o per la higiene personal. Una estadística realitzada per l'INE (Institut Nacional d'Estadística) el 2012 revela que el consum mitjà d'aigua se situa en 137 litres per habitant i per dia en Espanya.

El consum d'aigua diari és força elevat, i hem de tenir en compte que quan ja l'hem utilitzada és canalitzada cap als rius, que la porten al mar. Aquesta aigua que llancem moltes vegades està contaminada (amb sabons, productes químics, residus, etc.), i ha de passar per unes depuradores que la purifiquin abans de retornar-la al mar, però, en quin mesura es pot purificar? Com de contaminada es troba aquesta aigua que llancem? I la que torna al mar?

L'**objectiu** d'aquest treball de recerca és trobar una resposta a aquestes preguntes, centrant l'atenció sobre l'aigua del riu Llobregat, i comprovar si els seus paràmetres compleixen la normativa de contaminació vigent.

La meva **motivació** a l'hora d'escollir aquest treball va ser la gran importància que té per a mi l'entorn en el qual vivim. Des de ben petita vaig interessar-me per l'ecologia, crec que hem de cuidar tant com puguem el nostre planeta i evitar contaminar les seves aigües. Per aquesta raó, quan passejava vora el riu Llobregat amb la meva família sempre em fixava i gaudia de la seva flora i fauna, i em vaig començar a preguntar: en quin estat estan les aigües del riu? Són netes? Contenen substàncies nocives per a la flora i la fauna que viu en aquest ecosistema? Realment la potabilitzadora pot netejar tota la brutícia que llancem al riu al llarg del seu curs?

Per resoldre aquests dubtes dividiré el treball en dos grans blocs:

1. **Investigació teòrica**: aquest bloc engloba els coneixements que cal adquirir per poder realitzar la part experimental i comprendre els seus resultats. M'he centrat sobretot en l'aigua, les seves propietats i característiques, les causes de la contaminació dels rius i el perjudici que aquesta suposa.
2. **Treball experimental**: a partir de les mostres d'aigua, preses en diferents punts del riu, realitzaré diversos tipus de proves per determinar els seus paràmetres químics, comprovant la qualitat d'aquestes mostres.

Les **proves** que realitzaré al laboratori són:

- Detecció de clorurs pel mètode de Mohr
- Determinació del pH
- Determinació del residu sec
- Índex d'oxidabilitat al permanganat per quantificar la concentració de matèria orgànica
- Detecció de nitrats i nitrits

Després de realitzar-les analitzaré els resultats, els compararé i arribaré a una **conclusió** sobre la qualitat de l'aigua.

Els punts del riu on prendré les **mostres** objecte d'estudi són els següents:

| Punts d'obtenció                            | Dia        | Localització    |
|---|------------|-----------------|
| Naixement del riu                           | 24/03/2016 | km 0 del riu    |
| Punt mitjà (Abrera)                         | 22/06/2016 | km 129 del riu  |
| Desembocadura abans de la potabilitzadora   | 24/04/2016 | km 160 del riu  |
| Desembocadura després de la potabilitzadora | 24/04/2016 | km 160 del riu  |
| Aigua de l'aixeta                           | 27/06/2016 | Sant Joan Despí |
| Pluja                                       | 10/05/2016 | Sant Joan Despí |

Les mostres que prendré correspondran a diversos punts en el recorregut del riu, a la zona de la desembocadura agafaré una mostra abans de la potabilitzadora per saber amb quins nivells arriba l'aigua a les seves instal·lacions, i una altra a la zona final de la

desembocadura, per saber amb quins nivells arriba l'aigua al mar. És important remarcar que la planta potabilitzadora no hauria d'afectar els nivells de l'aigua, doncs la seva única funció és la de purificar l'aigua per distribuir-la. Així doncs, no cal esperar que l'aigua que la potabilitzadora retorna al riu estigui més purificada del què ho estava abans de passar per la potabilitzadora.

Agafaré aquestes mostres amb la finalitat d'analitzar el seu estat, i per tant, la salut del riu durant el seu transcurs. Compararé els resultats obtinguts amb els de les mostres d'aigua de la pluja i la de l'aixeta, que prové de la potabilitzadora. Crec que els resultats de les mostres poden donar-nos una idea general de com es troba l'ecosistema del riu en els seus diferents punts. També realitzaré un qüestionari a la planta potabilitzadora de Sant Joan Despí per tal de conèixer el procediment de purificació, la gestió dels residus, etc.

Les meves **hipòtesis** abans de començar el treball són:

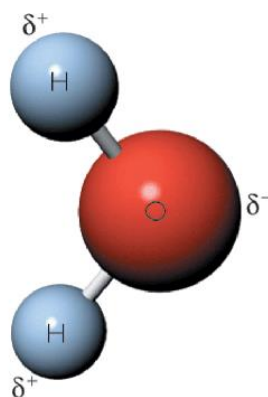
1. L'aigua del riu Llobregat està més contaminada en la seva desembocadura que no pas al naixement del riu. Això provoca que no es pugui beure l'aigua sense tractar de la desembocadura, però sí la del naixement.
2. La potabilitzadora redueix els nivells de contaminació de l'aigua del riu de manera considerable.
3. La zona industrial que hi ha prop de la desembocadura incrementa la contaminació del riu.

## 2. PART TEÒRICA:

### 2.1 Aigua: una molècula senzilla però alhora complexa:

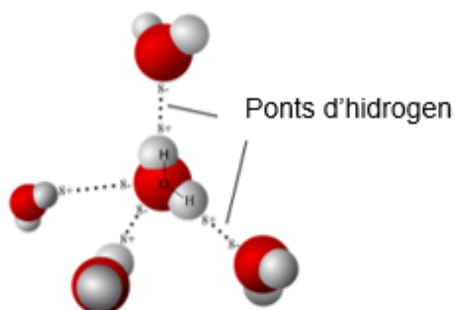
#### 2.1.1 Estructura molecular: Com és l'aigua?

L'aigua és una molècula formada per dos àtoms d'hidrogen units a un d'oxigen, amb el qual comparteixen un electró (dos enllaços covalents). A causa de l'elevada electronegativitat de l'oxigen, aquest atrau els electrons compartits amb més força que l'hidrogen, provocant que els àtoms es distribueixin de manera asimètrica (imatge 1), i això fa que la molècula tingui polaritat, és a dir, l'aigua és una substància polar. La molècula en conjunt és elèctricament neutra, però té un pol positiu i un de negatiu (és dipolar) que condicionen les seves característiques i propietats.



IMATGE 1: MOLÈCULA D'AIGUA

Com a conseqüència de l'estructura dipolar de l'aigua, la part o pol negatiu de la molècula (on es troben els electrons que queden lliures de l'oxigen) interactua amb els hidrògens de les molècules d'aigua properes, que formen el pol positiu, donant lloc a unes interaccions intermoleculares anomenades ponts d'hidrogen (imatge 2).



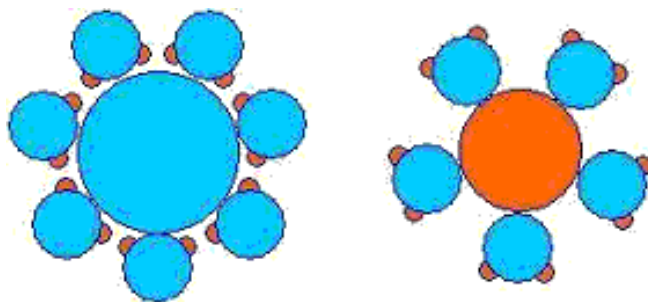
IMATGE 2: PONTS D'HIDROGEN ENTRE MOLÈCULES D'AIGUA

### 2.1.2 Propietats químiques: Què té d'especial l'aigua?

- a) Elevada capacitat dissolvent: Com l'aigua és una substància polar, té la capacitat de dissoldre qualsevol substància que també sigui polar. Aquesta propietat és molt important per a la solvatació\* perquè permet el transport de substàncies (com passa al riu o en els organismes).

En el procés de dissolució, el solut altera la seva estructura trencant els enllaços que uneixen les seves molècules per tal de formar-ne de nous que l'uneixin al dissolvent (en aquest cas l'aigua). Per tal que aquest procés sigui possible i es mantingui, cal que les forces que mantenen unides les partícules del solut siguin més febles que les que es formen amb el dissolvent.

En el cas particular de les sals (com per exemple les sals de clorurs i nitrats que valorarem en l'anàlisi química) en dissoldre's en aigua se separen en dos ions, un de positiu i un de negatiu. Aquests ions seran envoltats per les molècules d'aigua, que s'orientaran segons el signe de la càrrega de l'ió. D'aquesta manera, els ions positius de la sal seran envoltats per la part negativa de les molècules d'aigua i viceversa.

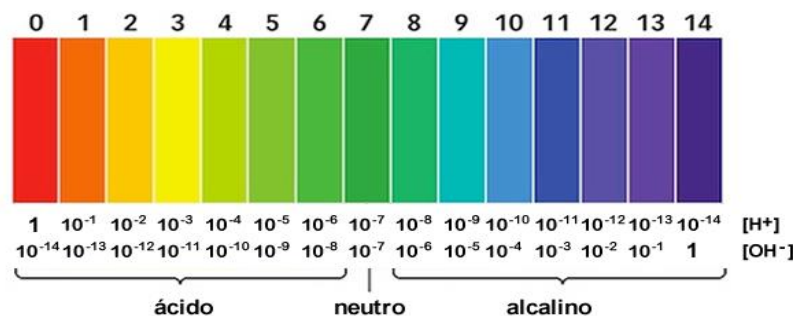


Molècules d'aigua disposades al voltant dels ions, negatiu (blau) i positiu (vermell).

IMATGE 3: ENLLAÇOS FORMATS EN LA DISSOLUCIÓ D'UNA SAL

La quantitat de solut que hi ha dissolt en un volum concret d'aigua (concentració) es pot calcular de diferents maneres, les més importants són; la concentració en massa ( $\frac{\text{massa solut}}{\text{volum solució}}$ ), la molaritat ( $\frac{\text{mols solut}}{1 \text{ L solució}}$ ) i la molalitat ( $\frac{\text{mols solut}}{1 \text{ kg dissolvent}}$ ).

- b) Baix grau d'ionització: és a dir, en una certa quantitat d'aigua, hi ha una part majoritària que es troba en forma molecular ( $\text{H}_2\text{O}$ ), i una altra molt petita que es troba en forma ionitzada ( $\text{H}^+$  i  $\text{OH}^-$ ). Hi ha un equilibri entre la quantitat d'aigua en forma molecular i la ionitzada.
- c) pH neutre: ( $\text{pH} = 7$ ), és a dir, l'aigua pura o destil·lada té una concentració d'ions hidroni ( $\text{H}^+$ ) i ions hidroxil ( $\text{OH}^-$ ) de  $10^{-7}$ . Quan es dissolen substàncies polars en aigua, aquestes se separen (es dissolen) i es poden comportar de dues maneres; poden alliberar ions  $\text{H}^+$  (formant una solució àcida) o ions  $\text{OH}^-$  (formant una solució bàsica). Per tant, el pH és una mesura de la quantitat d'ions que conté una solució; ens permet mesurar quantitativament l'acidesa o la basicitat (imatge 4).

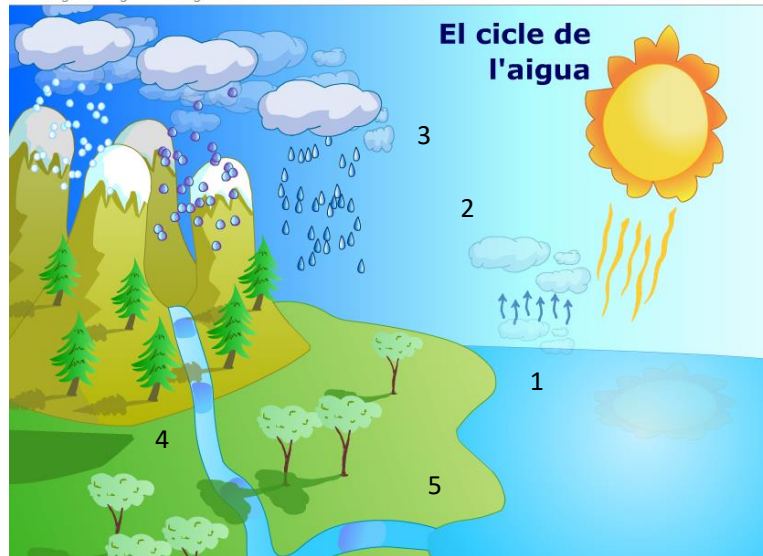


IMATGE 4: ESCALA DEL PH

### 2.1.3 El cicle de l'aigua:

L'aigua a la natura segueix un cicle anomenat "cicle de l'aigua" o "cicle hidrològic", que explica les diferents fases per les quals passa l'aigua a la Terra.

Aquest cicle (imatge 5) comença als mars i oceans, on l'escalfor dels raigs del Sol evaporen l'aigua de la superfície **(1)**. Aquesta aigua en forma de gas forma els núvols, que són portats pel vent **(2)**. La majoria de vegades el vent els porta cap al mar, però també pot fer-ho cap als continents. Aquests núvols retornen l'aigua en forma de pluja, neu o calamarsa, depenent de les condicions meteorològiques **(3)**.



IMATGE 5: EL CICLE DE L'AIGUA

Un cop ha arribat al sòl dels continents pot passar que:

- L'aigua es torni a evaporar (si la pluja era molt fina).
- Es filtri dins del sòl; a poca profunditat, on serà aprofitada per les plantes (aigua d'infiltració), o a molta profunditat, generant un aqüífer. Quan aquesta aigua arribi al nivell del sòl sortirà, i formarà un llac o estany.
- Si la pluja és molt intensa, pot passar que l'aigua es quedi a la superfície, i comenci a desplaçar-se seguint els pendents del relleu, generant un rierol que acabarà unint-se amb altres fins a formar un riu **(4)**, que desembocarà en el mar, on començarà el cicle un altre cop **(5)**.

Quan el vent mobilitza els núvols, aquests ascendeixen en l'atmosfera, i la seva temperatura descendeix, la qual cosa provoca la condensació de l'aigua que es trobava en forma de gas. Aquest gas es condensa en gotes líquides, que cauen en forma de pluja.

Si la temperatura a la qual es troben els núvols és inferior a 0 °C, aquest vapor es pot arribar a congelar, formant la neu o si es congelen les gotes d'aigua, pot formar la calamarsa\*.



#### 2.1.4. Transport de partícules en l'aigua:

Les partícules que formen el medi poden transportar-se de diverses maneres; per l'acció del vent, de la gravetat, de la pluja, els corrents d'aigua, etc. Entre tots aquests factors externs\*, ens centrarem en l'aigua.

És un dels factors externs més importants, ja que la seva actuació sobre el medi és de vital importància.

Quan plou molt, el sòl no pot absorbir tota l'aigua que rep i es formen corrents que arrossegueu partícules i les porten a rierols, rius o rieres. Aquests les transporten durant el seu curs. Quan la força amb la qual viatja l'aigua disminueix comença el procés de sedimentació\*, mitjançant el qual es dipositen al fons.

A part de transportar partícules en suspensió, també en porten de dissoltes. Això fa que les característiques de l'aigua depenguin del sòl pel qual passa el corrent d'aigua o de les substàncies que s'hi aboquen.

En arribar a la desembocadura del riu, aquestes substàncies que precipiten es queden al fons. D'aquesta manera, si porten substàncies o partícules contaminants totes queden agrupades allà. Aquest és el motiu pel qual les desembocadures dels rius solen tenir nivells més alts de contaminació.

#### 2.1.5 La contaminació de l'aigua: Com ens afecta?

La contaminació de l'aigua és qualsevol modificació de les seves característiques, en especial si comporten un risc per l'ecosistema al qual pertany o per a la salut de la fauna que hi viu o de l'home. Quan l'aigua conté una quantitat de substàncies tòxiques o residus que poden posar en perill la salut de l'ecosistema que forma i les espècies que utilitzen aquesta aigua, diem que aquestes aigües estan contaminades o no són potables.



IMATGE 6: ABOCAMENT DE RESIDUS EN UN TRAM DEL RIU

LLOBREGAT

La contaminació pot ésser present tant als rius com als llacs, mars, oceans, etc., i és molt important intentar reduir-la, ja que pot provocar malalties o fins i tot la mort de l'ecosistema que forma.



**IMATGE 7: ECOSISTEMA DEL RIU LLOBREGAT**

La flora i la fauna que aprofiten aquestes aigües de rius, llacs, mars, etc., depenen de la qualitat de l'aigua, i no només els afecta a ells, sinó que afecta també els éssers humans, ja que l'aigua que nosaltres utilitzem prové d'aquests rius i llacs, i si no fos pels processos de purificació pels quals passen aquestes aigües, moltes vegades no serien potables.



**IMATGE 8: FAUNA I FLORA DEL RIU LLOBREGAT**

Per aquesta raó, tenir una aigua no contaminada és molt important, tant per l'ecosistema aquàtic com per a la nostra pròpia salut.

### 2.1.6 Fonts de contaminació: Com es contamina un riu?

Les fonts de la contaminació de les aigües sempre són directament o indirectament causades per l'activitat humana. Les principals causes de la contaminació de l'aigua són: l'ús domèstic (aigües utilitzades per a la neteja personal i de la llar), agrícola i ramader (aigües contaminades per l'ús de pesticides, adobs i pels excrements dels ramats) i industrial (aigües contaminades amb els residus industrials, que poden contenir metalls pesants, etc.).



**IMATGE 9: EXEMPLE D'ACTIVITAT RAMADERA AL RIU LLOBREGAT**



**IMATGE 10: EXEMPLE ACTIVITAT INDUSTRIAL: POLÍGON INDUSTRIAL PRATENC SITUAT AL COSTAT DEL RIU LLOBREGAT**

Aquestes aigües poden ser contaminades directament si s'aboquen els residus o les aigües contaminades als rius. Aquests rius contaminats acabaran desembocant en llacs, mars o oceans, els quals es contaminaran de manera indirecta. També hi ha altres mètodes de contaminar l'aigua marina, com és el cas dels vaixells, que aboquen fuel i altres residus contaminants a l'aigua. En els casos d'aigües residuals cal purificar-les abans de retornar-les al riu, però moltes vegades tot i no portar residus, les indústries retornen l'aigua més calenta i això també pot danyar l'ecosistema.

Per aquest motiu hi ha lleis i normatives que obliguen les indústries i els ajuntaments a controlar les condicions tèrmiques i bioquímiques en les quals es retorna l'aigua al cicle hidrològic. Aquestes condicions són mesurables, i han de complir unes certes mesures respecte a les condicions de l'aigua abans de ser utilitzada.

Algunes d'aquestes condicions són les que hem intentat mesurar en l'anàlisi química de les nostres mostres (clorurs, nitrats, nitrits, pH, etc.). La normativa amb les quantitats mínimes i màximes de cada substància que pot portar dissolt el riu es pot trobar a l'apartat 5.

## 2.2. La flora i la fauna del riu Llobregat: Com els afecta la contaminació als animals i plantes que viuen en aquest ecosistema?

El riu Llobregat és una zona que es distingeix per la seva diversitat tant en comunitats vegetals com animals. Aquest ecosistema acull un seguit d'espècies emblemàtiques, algunes es troben en perill d'extinció (el bitó, la baldriga balear, l'àliga pescadora, etc.) i d'altres es troben en un estat vulnerable.

Aquesta gran diversitat es deu a la barreja de l'aigua dolça del riu i l'aigua salada del mar Mediterrani, a les característiques del sòl (conté argiles) i a les inundacions ocasionals o permanents que es donen a la zona. El delta del Llobregat va ser declarat Zona d'Especial Protecció per a les Aus (ZEPA) perquè és punt estratègic en la ruta migratòria del Mediterrani occidental, fet que li permet acollir temporalment poblacions d'ocells molt especials.



Malauradament, l'acció de l'home en aquest territori amb la creació de grans infraestructures i zones industrials, ha provocat que aquestes poblacions es vegin reduïdes.

Les espècies vegetals més destacades es troben en els aiguamolls i en les zones més properes al riu, on es poden observar els canyissars, trobem majoritàriament *Arundo donax* (imatge 11), encara que també hi ha *Phragmites australis* (imatge 12) i bogars (*Typha sp.*, imatge 13). A més a més es poden trobar jonqueres, però a mesura que ens apropem a la desembocadura del riu van disminuint en població.



IMATGE 11: *Arundo donax*

IMATGE 12: *Phragmites australis*

IMATGE 13: *Typha sp.*

Aquestes tres espècies tenen la capacitat de poder viure en una àmplia franja de condicions ambientals, toleren bé els canvis d'acidesa (pH), en la salinitat de l'aigua, estan acostumades a viure a climes una mica càlids i humits, però no tenen problemes per superar l'hivern, i per aquestes raons són tan abundants en aquesta zona. Aquestes espècies són colonitzadores, l' *Arundo donax* és originària d'Àsia i la *Phragmites australis* dels Estats Units. Actualment es troben a tot el món i estan expulsant les espècies autòctones del seu territori. Tot i això, serveixen de refugi per a moltes aus i animals dels aiguamolls.

Pel que fa a la fauna, destaquen les espècies d'aus, com els cames llargues, els corriols camanegres i els cabussets. En les zones d'aiguamolls destaquen sobretot peixos com les carpes (*Cyprinus carpio* – imatge 14) i fartets (*Aphanius iberus* – imatge 15). Aquests

serveixen de menjar per a ocells com el corb marí gros (*Phalacrocorax carbó* - 16) i el bernat pescaire (*Ardea cinerea* – imatge 17). També es poden trobar alguns invertebrats, com les libèl·lules (*Trithemis annulata* – imatge 18) entre d'altres espècies que habiten al Delta del Llobregat.



**IMATGE 14: *Cyprinus carpio***



**IMATGE 15: *Aphanius iberus***

La carpa (*Cyprinus carpio*) té un alt rang de tolerància respecte als factors abiòtics\* següents: la temperatura (euriterm\*: de 17 a 24°C) i a la salinitat (eurihalí\*). Per aquests motius és molt resistent i amenaça l'ecosistema, ja que suposa una gran competència amb les espècies autòctones.

El fartet (*Aphanius iberus*) sol viure a la desembocadura o als aiguamolls, ja que tolera una àmplia varietat de salinitat, de temperatura (de 10 a 32°C) i de pH (6,5-7,5). Tot i les seves característiques, està sent desplaçat per una espècie invasora nord-americana, la gambúsia, que tolera un rang menor de salinitat. Per aquest motiu, el fartet es veu obligat a viure en les zones amb nivells més alts de salinitat, on la gambúsia no sobreviuria.



**IMATGE 16: *Phalacrocorax carbó***



**IMATGE 17: *Ardea cinerea***



**IMATGE 18: *Trithemis annulata***

Tant el corb marí (*Phalacrocorax carbó*) com el bernat pescaire (*Ardea cinerea*) tenen un alt rang de tolerància per la temperatura, salinitat i pH. S'alimenten dels peixos abans esmentats, que tampoc tenen cap problema amb els canvis en les condicions de les aigües del riu. Per aquesta raó totes aquestes espècies no es veuen afectades per aquests canvis i proliferen tant; en canvi, les espècies que no toleren variacions es veuen afectades i la seva població disminueix.

Quant als invertebrats, destaquen les libèl·lules, com la *Trithemis annulata*, que prové de zones més càlides com l'Àfrica i s'ha anat estenent a causa del canvi climàtic. Aquesta espècie sol viure en aigües força salades i també és invasora.

Com es pot observar, les espècies més destacades per la seva alta població són espècies invasores, que toleren millor els canvis en el medi que tenen lloc per l'acció humana. D'aquesta manera, les poblacions autòctones s'estan veient reduïdes. Avui dia està en procés la reinstauració de la flora autòctona, que a poc a poc anirà atraient la fauna pròpia de la zona.

### 2.3. Anàlisi química: Quins compostos químics podem trobar al riu?

Els rius contenen de manera natural algunes substàncies que van dissolent del sòl durant el seu transcurs. Aquestes atorguen a l'aigua unes característiques que són les que estudiem en l'anàlisi d'aigües. Podem dividir aquestes característiques en dos grups: les característiques organolèptiques\*, i les fisicoquímiques\*. Si alguna d'aquestes substàncies es troba en una quantitat massa elevada, pot suposar un risc per l'ecosistema.

#### 2.3.1. Caràcters organolèptics:

Les característiques organolèptiques de l'aigua són:

##### a) Olor:

L'aigua pura és inodora, és a dir, no té cap olor. Les mostres que vaig prendre no tenien cap olor característica, però transcorregut un cert temps, les mostres del final

del riu (la d'Abrera i les d'abans i després de la potabilitzadora) sí que feien olor d'aigua estancada. Aquesta olor sol ser causada majoritàriament per la descomposició de microorganismes, matèria orgànica, etc., que hi havia en l'aigua. Durant la seva descomposició s'alliberen substàncies que fan mal olor, com per exemple l'amoníac ( $\text{NH}_3$ ), etc.

#### b) Gust:

L'aigua en estat pur és insípida, és a dir, no té sabor. El sabor que notem en l'aigua de l'aixeta es deu als compostos de clor que porta dissolts, per tal que no es faci malbé durant el transport a les canonades.

En el cas de l'aigua d'un riu el seu sabor es deu a les substàncies que hagi dissolt en el seu transcurs. Per aquesta raó, l'aigua del naixement dels rius sol ser gairebé pura, i durant el seu transcurs adopta sabors fèrrics si passa per sòls amb altes concentracions de ferro, o un gust salat si passa per zones amb sòls amb altes concentracions minerals. El seu sabor també pot veure's alterat artificialment, mitjançant un increment d'algunes substàncies a causa d'abocaments de residus, etc.

#### c) Color:

L'aigua pura és incolora, és a dir, que no té color. El color que podem observar en alguns tipus d'aigua es deu a la coloració de les substàncies que es troben en suspensió o dissoltes en aquesta. Per exemple, les aigües dels rius solen ser de color marronós, ja que porten en suspensió sorra, pedres, etc.

#### d) Terbolesa:

Aquesta propietat està força relacionada amb l'anterior, ja que la terbolesa es deu fonamentalment a les partícules que es troben en suspensió en l'aigua. Aquestes solen ser provinents del sòl per on passa el riu. Les aigües de les mostres d'Abrera i d'abans i després de la potabilitzadora eren força tèrboles, però un cop van estar en repòs, aquestes partícules van anar sedimentant, i l'aigua va tornar a ser incolora.



### 2.3.2. Caràcters fisicoquímics:

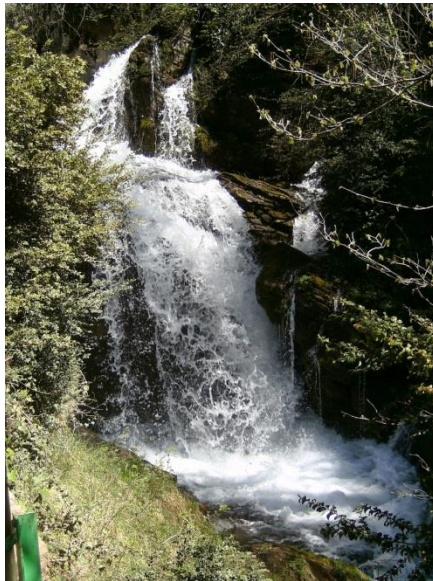
Aquest treball se centrarà sobretot en aquestes característiques, ja que són les analitzades en les diferents proves realitzades al laboratori.

A continuació explicaré quines són aquestes característiques i per què es poden trobar en l'aigua:

#### a) Els clorurs:

Per què l'aigua conté clorurs dissolts?

La presència de clorurs en les aigües d'un riu pot tenir diferents procedències, depenent de les característiques del riu, dels terrenys que recorre, i del moment en el qual s'hagin pres les mostres. La quantitat varia segons el transcurs del riu; sol haver-hi concentracions menors al naixement que a la desembocadura.



**IMATGE 19: NAIXEMENT DEL RIU LLOBREGAT; EXEMPLE D'EROSIÓ DEL SÒL**

Una part important dels clorurs dissolts són deguts a l'erosió fluvial; el riu dissol els materials del terreny pel qual passa, en aquest cas ens interessen les sals del terra de les quals provenen els clorurs. Aquests són arrossegats riu avall fins a arribar a la desembocadura del riu. Aquesta erosió dels materials es veu incrementada després d'un dia de pluja a causa de l'agitació del sòl per part de la pluja, i per tant els nivells

de clorurs dissolts són superiors. Per aquest motiu, per evitar una concentració major a l'habitual, les mostres van ser preses quan feia uns quants dies que no havia plogut.

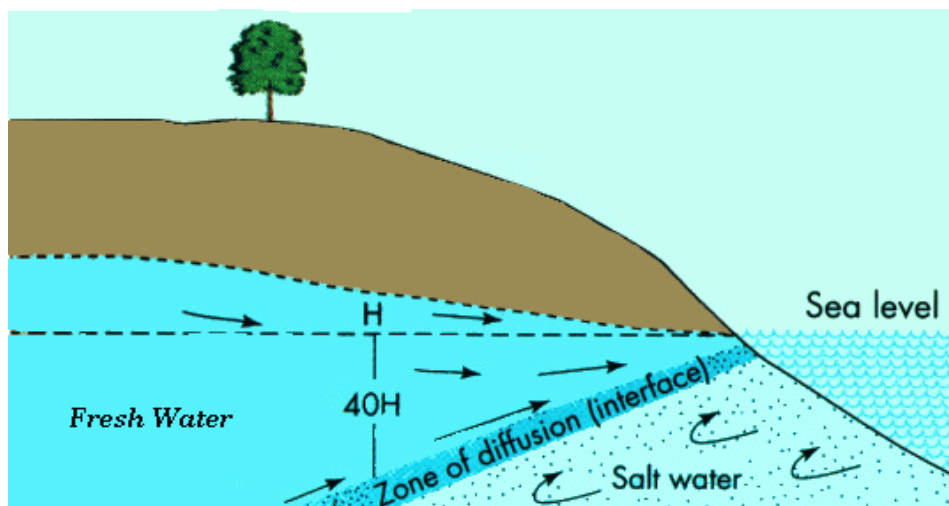
La majoria dels clorurs dissolts en el riu Llobregat provenen de la contaminació ocasionada per l'activitat industrial, sobretot de les mines de sals potàssiques.



**IMATGE 20: MINES DE SAL DE CARDONA, PROP DEL RIU CARDENER, AFLUENT DEL LLOBREGAT**

En el cas del riu Llobregat, que desemboca en un mar, els nivells de clorurs a la desembocadura poden ser deguts a la infiltració d'aigua marina. Per evitar això, les mostres de la desembocadura del riu no es van prendre just a la desembocadura, sinó aproximadament uns 5 km abans, a més a més, totes les mostres van ser preses a la superfície del riu, on es troba l'aigua dolça, i per tant la salinitat de l'aigua marina no deu haver influït en els resultats.

L'aigua dolça es troba en la part superior dels rius, ja que l'aigua salada és més densa, i per tant viatja per la part inferior del riu, aquests dos tipus d'aigua no es mesclen. Es pot observar la presència d'una capa d'aigua en el riu, en la qual hi ha un canvi sobtat de salinitat, l'anomenada haloclina, que separa l'aigua salada de la dolça (Imatge 21).



IMATGE 21: HALOCLINA

Esporàdicament els nivells de clorurs es poden veure afectats per la contaminació de les aigües residuals, els nivells augmenten a causa dels clorurs que contenen aquestes aigües, que provenen de l'orina dels éssers humans i dels animals.

La quantitat de clorurs no és estable, pot variar una mica depenent del dia en què s'hagin pres les mostres. Com a inconvenient a l'hora de la realització de les anàlisis de les nostres mostres podem trobar que totes les mostres no van ser preses el mateix dia.

b) La duresa de l'aigua:

En què consisteix la duresa de l'aigua?

La duresa és una qualitat de l'aigua relacionada amb la concentració total d'ions alcalinoterris que hi ha en aquesta. Principalment s'estudien els ions que es troben en una concentració més alta, aquests són els ions de calci i magnesi. La duresa es pot definir com la suma de les concentracions d'aquests dos ions en un determinat volum d'aigua. Normalment s'expressa com a mg de  $\text{CaCO}_3$  per litre.



IMATGE 22:  $\text{CaCO}_3$

Hi ha dos tipus de duresa, la temporal i la permanent. La duresa temporal és la causada pel bicarbonat de calci, que es pot eliminar escalfant l'aigua, i la duresa permanent és aquella causada per altres sals, com poden ser el sulfat de calci, que no es pot eliminar escalfant l'aigua. Aquest treball es centrarà en la duresa permanent.

Hi ha altres minerals (Sr, Fe, Mn) que també provoquen la duresa de l'aigua, però com es troben dissolts en quantitats molt petites no s'utilitzen per determinar la duresa de l'aigua.

Les aigües dures no són nocives ni perjudicials per a la salut. Aporten un percentatge de minerals (Ca, Mg, etc.) a la nostra dieta que és beneficiós, però pot provocar incrustacions d'aquests minerals en conductes i dipòsits.

c) La matèria orgànica:

La matèria orgànica que es troba en l'aigua prové de les aigües residuals urbanes, activitats agrícoles, ramaderes i industrials.

La contaminació de les aigües que contenen alts nivells en matèria orgànica prové de la descomposició d'aquesta matèria. Això és degut al fet que en aquest procés químic de descomposició es requereix oxigen, i l'oxigen, que es troba dissolt en l'aigua, el necessiten els animals i plantes aquàtics. Per aquesta raó, en les aigües on hi ha nivells elevats de matèria orgànica aquest equilibri entre la quantitat d'oxigen dissolt i l'utilitzat per la flora i la fauna es trenca, posant en perill la vida aquàtica.

d) El residu sec:

El residu sec és el conjunt de substàncies (sobretot minerals) que obtenim quan bullim fins a evaporar completament una certa quantitat d'aigua. Aquestes substàncies es trobaven dissoltes en l'aigua i no s'evaporen.

e) El pH:

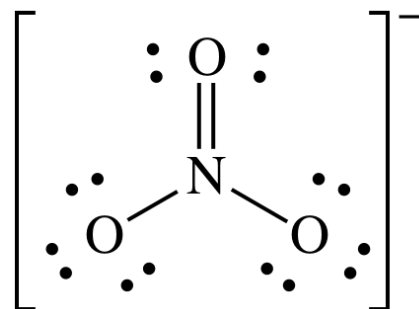
Com s'ha explicat anteriorment, l'aigua és una substància polar que té la capacitat de dissoldre qualsevol substància polar. En dissoldre's, aquestes substàncies poden alliberar ions  $H^+$  o  $OH^-$ , tornant el medi àcid o bàsic. El pH és la mesura de la quantitat d'ions que conté; i ens permet saber l'acidesa o la basicitat de la solució d'una manera quantitativa.

Tant un pH alt com un de baix pot resultar catastròfic per a l'ecosistema del riu, ja que la vida aquàtica està acostumada a viure amb un pH entre 6 i 8. Si aquest pH s'altera, pot provocar la mort de molts organismes. Aquest pH pot ser modificat per l'abocament de residus industrials que tinguin un pH àcid o bàsic.

f) Els nitrits i els nitrats:

Per què l'aigua conté nitrats?

Els nitrats ( $NO_3^-$ ) són ions que s'obtenen a partir de la descomposició de l'àcid nítric. Aquest compost químic es troba de forma natural, en concentracions baixes, en l'aigua i el sòl.



IMATGE 23: ESTRUCTURA DE LEWIS DEL NITRAT

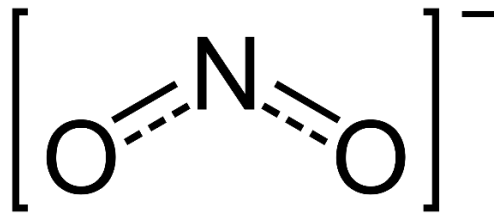
Si els nivells de nitrats en les aigües són superiors als nivells naturals, pot ser degut a una contaminació de les aigües per compostos nitrogenats. Aquests poden provenir de l'activitat industrial, ramadera o agrícola (per la utilització de fertilitzants i adobs), o de les aigües residuals urbanes i abocadors.

Els nitrats són presents a la nostra dieta, no només en l'aigua, sobretot en vegetals. Però una ingesta massa elevada d'aquest compost pot provocar problemes de salut. Els nitrats són poc tòxics, els problemes que ocasionen es deuen al fet que els microorganismes que viuen en simbiosis en el nostre tub digestiu poden transformar-los en nitrits, que en ser transportats a la sang, transformen l'hemoglobina\* en metahemoglobina\*. Aquesta inhibeix el transport de l'oxigen en la sang, i pot arribar a provocar problemes greus o fins i tot la mort. Per sort aquest procés és un procés reversible, però en nens petits o nadons és especialment perillós. També pot passar

que, en comptes de transformar-se en nitrats, es transformin en nitrosamines o nitrosamides, compostos que poden ser cancerígens.

Per què l'aigua conté nitrats?

Els nitrats són ions ( $\text{NO}_3^-$ ) que s'obtenen de la descomposició de l'àcid nítric. Aquest compost forma part d'algunes sals utilitzades per salar carn (E249 = nitrat potàssic, i E250 = nitrat sòdic),



IMATGE 24: ESTRUCTURA DE LEWIS DEL NITRAT

que tenen la capacitat de mantenir el color vermell de la carn. Com que en altes concentracions pot afavorir l'aparició de càncer s'han de trobar en poca quantitat.

També resulta tòxic si entra en contacte amb la sang dels organismes, com s'explica en el punt anterior. Els nitrats també resulten tòxics per als peixos, que poden arribar a morir a partir d'una concentració del 0,15 mg/L.

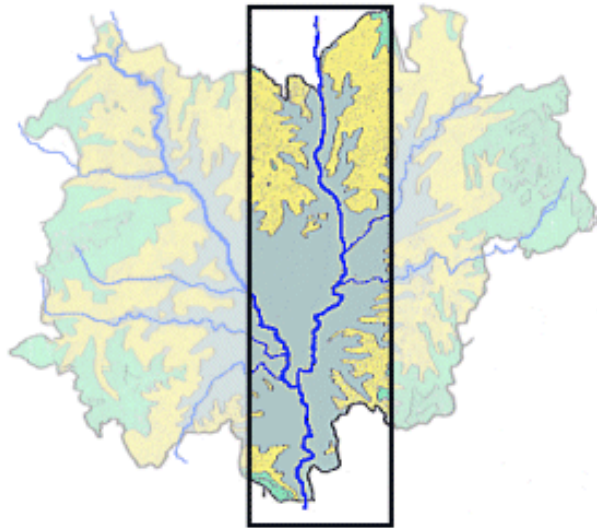
### **3. EL RIU LLOBREGAT:**

El riu Llobregat neix al Prepirineu, concretament a les Fonts del Llobregat, a Castellar de n'Hug (Berguedà) i tot el seu recorregut es troba a terres catalanes. Desemboca al Prat de Llobregat i les seves aigües són recollides pel Mar Mediterrani. És un dels rius més importants de Catalunya, juntament amb l'Ebre (tot i que neix fora de Catalunya), el Ter, el Freser i el Besòs.

#### **3.1. Recorregut del riu:**

El riu Llobregat té una longitud d'uns 170 km i un cabal mitjà de 20,77 L/s (dades preses a Martorell). El nivell màxim de cabdal es registra durant el final de la primavera i l'estiu.

En el seu transcurs, el riu rep aigua de diversos afluents. Els més importants són; per l'oest el Cardener, l'Anoia i el Bastareny, i per l'est el Merlès, Gavarresa, Rubí, Vallvidrera i Calders. Només consta d'un pantà, localitzat a Baells.

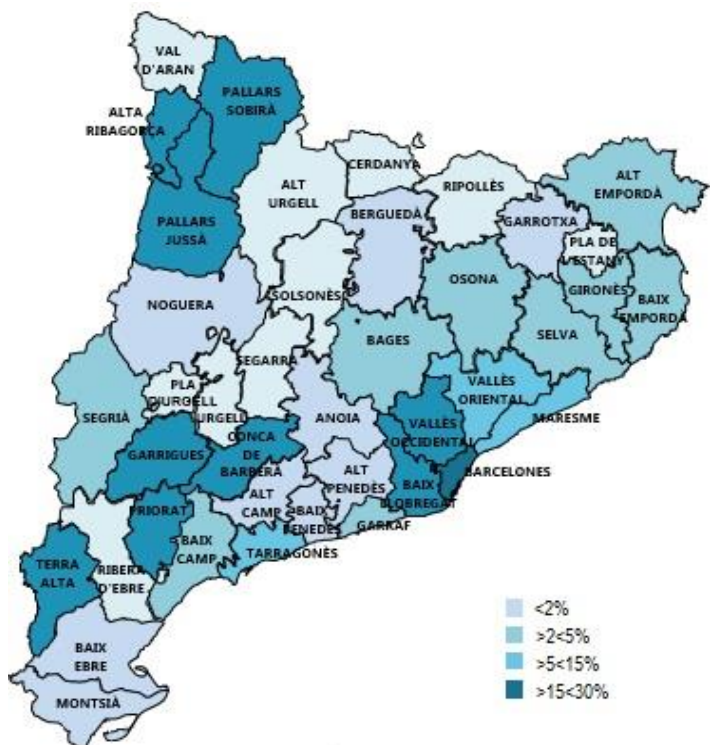


IMATGE 25: RECORREGUT DEL RIU LLOBREGAT

### 3.2. Importància del riu:

El riu Llobregat ha tingut i té una gran importància econòmica, ja sigui pel seu ús en l'activitat industrial, agrícola i ramadera com en l'àmbit urbà (consum, higiene personal, etc.), ja que actualment és una de les fonts més importants d'aigua per les poblacions de la conca del Llobregat.

A Catalunya, els nuclis urbans es troben a les comarques barcelonines litorals i a part de Tarragona (imatge 26), aquest fet provoca que el 91,9% de la població catalana es trobi a les Conques Internes de Catalunya, mentre només el 8,1% ho fa a les conques intercomunitàries (dades del 1999). D'aquestes dades cal destacar el fet que el 74,2% de la població habita a les zones de l'àrea metropolitana de les conques del Besòs i del Baix Llobregat.



IMATGE 26: PERCENTATGE DE SUPERFÍCIE URBANITZADA A CATALUNYA (2002)



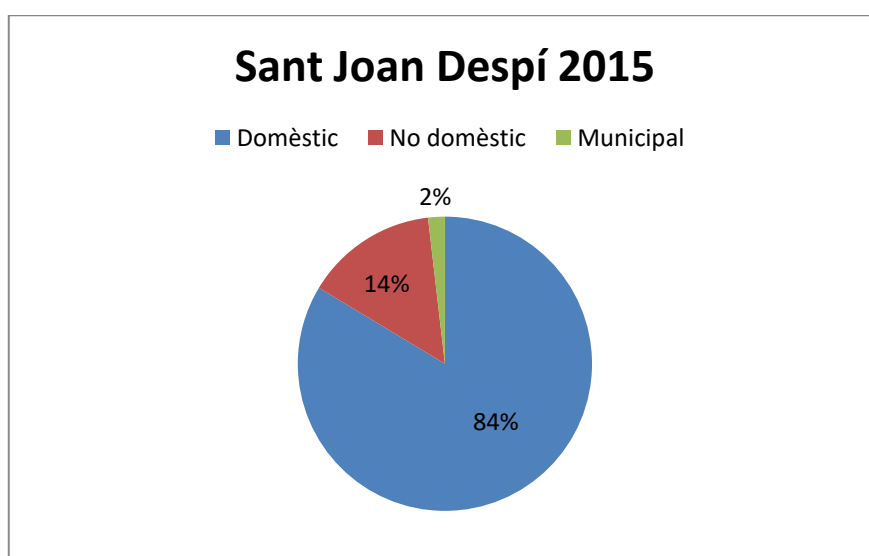
Aquestes dades ens ajuden a ser conscients de la veritable importància de les aigües del riu Llobregat.

Tan sols a Sant Joan Despí, l'any 2015 es van consumir un total de 1.790 milers de m<sup>3</sup> d'aigua, com es pot observar a la taula 1:

| Aigua consumida per usos 2015 (milers m <sup>3</sup> ) |              |             |            |              |
|--|--------------|-------------|------------|--------------|
| MUNICIPI   | Domèstic     | No domèstic | Municipal  | TOTAL        |
| Badalona   | 7.575        | 1.315       | 511        | 9.402        |
| Barcelona  | 61.801       | 25.845      | 5.606      | 93.252       |
| Begues   | 300          | 53          | 11         | 364          |
| Castelldefels  | 2.939        | 580         | 217        | 3.735        |
| Cerdanyola del Vallès                                  | 2.050        | 896         | 260        | 3.206        |
| Cornellà de Llobregat                                  | 2.912        | 893         | 351        | 4.156        |
| El Papiol  | 167          | 59          | 13         | 239          |
| Esplugues de Llobregat                                 | 1.738        | 525         | 201        | 2.464        |
| Gavà   | 1.860        | 494         | 215        | 2.569        |
| L'Hospitalet de Llobregat                              | 8.423        | 2.212       | 532        | 11.167       |
| Montcada i Reixac                                      | 1.234        | 579         | 116        | 1.929        |
| Montgat  | 440          | 61          | 0          | 501          |
| Pallejà  | 478          | 78          | 53         | 609          |
| Sant Adrià de Besòs                                    | 1.207        | 385         | 278        | 1.870        |
| Sant Boi de Llobregat                                  | 2.879        | 902         | 334        | 4.115        |
| Sant Climent de Llobregat                              | 142          | 11          | 8          | 161          |
| Sant Feliu de Llobregat                                | 1.516        | 311         | 183        | 2.011        |
| <b>Sant Joan Despí</b>                                 | <b>1.200</b> | <b>424</b>  | <b>166</b> | <b>1.790</b> |
| Sant Just Desvern                                      | 766          | 328         | 98         | 1.193        |
| Santa Coloma Cervelló                                  | 300          | 49          | 25         | 374          |
| Santa Coloma Gramenet                                  | 3.834        | 469         | 258        | 4.561        |
| Torrelles de Llobregat                                 | 244          | 17          | 20         | 281          |
| Viladecans   | 2.365        | 432         | 145        | 2.943        |

**TAULA 1: DISTRIBUCIÓ DEL CONSUM PER USOS EL 2015 (AMB)**

Aquestes dades es renoven anualment, i són recollides per l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), pel departament de medi ambient.



**GRÀFIC 1: DISTRIBUCIÓ DEL CONSUM PER USOS A SANT JOAN DESPÍ EL 2015**



### 3.3. Breu recorregut per la història del riu Llobregat:

El riu Llobregat ha estat des del temps dels ibers i romans, fins a l'actualitat una font de recursos; al seu voltant es van anar formant petits pobles, però amb l'arribada de la revolució industrial, la demanda de mà d'obra va provocar que aquests pobles creïessin, i l'agricultura i la ramaderia van anar deixant pas a la indústria.

El creixement ràpid i gran de la població va provocar diversos problemes mediambientals, ja que no es van preveure aspectes com la xarxa del clavegueram per a l'eliminació de residus, ni la purificació i abastiment d'aigua per a totes les ciutats. A més a més, totes les indústries es van construir on abans hi havia horts, camps



IMATGE 27: FÀBRICA TÈXTIL EN SALLEN'T

de conreu, i vegetació; d'aquesta manera es va canviar el paisatge, i també l'ecosistema on s'havien introduït les fàbriques. Amb la revolució industrial van començar a aparèixer diverses indústries bora el riu Llobregat, a finals del segle XIX i principis del XX.

Aquestes buscaven proximitat a la ciutat de Barcelona, i una font propera d'aigua. Però no va ser fins a la dècada dels 50 i 60 que l'impacte pels residus d'aquestes indústries no va començar a ser una realitat.

Durant aquestes dècades i les següents, la indústria es bastia de recursos naturals, explotant-los sense saber que no eren il·limitats. Aquesta explotació va repercutir greument en l'estat del riu i, juntament amb els abocaments de residus incontrolats que es van donar a partir de les dècades dels anys 70 i 80, el riu va patir una contaminació que continuarà present a llarg termini.

Aquests abocaments es realitzaven per part de les indústries, que llençaven els seus residus en abocadors que no estaven equipats correctament i no complien amb les condicions mínimes de seguretat.

L'abocament de residus encobert per part de les indústries no acaba aquí, sinó que també s'eliminaven els residus introduint-los dins pous d'extracció d'àrids\* que es feien

en els terrenys que els horts i ramaders havien deixat lliures per a la construcció de noves indústries. És a dir, quan una indústria excavava un pou per extreure minerals, i n'extreia tot el que hi havia, abandonava el pou, que era posteriorment omplert amb residus de manera encoberta.

Aquest tipus de pràctiques van ser molt habituals per culpa de la falta de reglamentació i d'abocadors correctament equipats, i també pel baix cost que suposava eliminar els residus de manera encoberta, ja que a més no s'havien de transportar els residus a una planta de tractament perquè els pous se situaven a prop de les indústries. A més a més, les terres del Llobregat complien les característiques per l'extracció d'àrids, fet que va provocar la instal·lació de moltes indústries per explotar aquest recurs.

Aquests pous es troben localitzats sobretot a la part final del riu, on van ser reomplerts amb residus industrials, de la construcció i municipals. Es poden trobar fins i tot en terra agrícola, fet que demostra que hi havia un acord econòmic entre la indústria i els propietaris agrícoles.

Encara no es coneixen tots els tipus de materials amb els quals es van omplir els pous, ja que cada vegada que es troba un nou pou, apareixen residus nous. Però fins ara es té un coneixement general sobre quins residus s'hi poden trobar.

Els pous solien tenir una profunditat d'uns 5 o 8 metres i s'omplien primer amb sorres i llims. Aquestes provenien de les extraccions de grava, ja que quan es neteja la grava s'obtenen residus com sorres i llims. A sobre d'aquests residus podem trobar runes, enderrocs i residus de la construcció i finalment s'enterraven els residus urbans i especials.

Tots aquests residus que haurien d'haver estat eliminats de forma segura i responsable amb el medi ambient es van enterrar en els pous, i van ser tapats amb terra fèrtil per poder continuar amb l'activitat agrícola.

#### **4. LA POTABILITZADORA DE SANT JOAN DESPÍ:**

La potabilitzadora de Sant Joan Despí es va inaugurar l'any 1955 i durant aquests cinquanta anys ha ajudat a millorar la qualitat de l'aigua que bevem. Des de la seva obertura ha sofert alguns canvis d'infraestructures, però sobretot canvis en els mètodes per depurar l'aigua.



**IMATGE 28: POTABILITZADORA DE SANT JOAN DESPÍ 1955**

A continuació es troben els tractaments que es duen a terme avui dia:

##### 1) Captació d'aigua superficial:

L'aigua superficial del riu és captada per unes reixes que filtren l'aigua i la porten cap a les instal·lacions interiors de l'ETAP (Estació de Tractament d'Aigua Potable de Sant Joan Despí). Aquestes reixes deixen passar l'aigua, però no les partícules amb longituds superiors a 8 mm.



**IMATGE 29: CAPTACIÓ D'AIGUA SUPERFICIAL**

##### 2) Desarenament:

En aquest procés s'eliminen els materials com grava i sorres grosses que puguin haver quedat. Això s'aconsegueix conduint l'aigua a un canal més ample, per tal que disminueixi la seva velocitat i aquestes grava i sorres sedimentin. Les sorres que s'acumulen són retirades amb unes dragues\*.



**IMATGE 30: PROCÉS DE DESARENAMENT**

3) Primera elevació:

L'aigua s'eleva mitjançant unes bombes a uns 11 metres d'altura, on es localitzen les cambres de mescla. Un cop allà, començarà el tractament i l'altura facilitarà la circulació de l'aigua per tota la potabilitzadora.

4) Dosificació de reactius i desinfecció inicial:

En aquest procés s'afegeix un coagulant a base de sals d'alumini, que fa que les partícules de l'aigua s'aglutinin i puguin precipitar. Les dosis d'aquest depenen de la qualitat i la quantitat d'aigua que es tracta. Posteriorment, a aquesta mescla homogènia\* se li subministra diòxid de clor, que desinfecta i oxida els metalls (ferro, manganès, etc.) i la matèria orgànica. També s'afegeix diòxid de carboni per estabilitzar el pH, ja que a pressions elevades es dissol en l'aigua formant substàncies àcides.

5) Sedimentació/Decantació:

L'aigua es deixa en unes piscines on es duu a terme el procés de la sedimentació i la decantació\*. Mitjançant aquests processos s'aconsegueix eliminar la majoria de partícules dissoltes en l'aigua.



IMATGE 31: PISCINES DE SEDIMENTACIÓ I DECANTACIÓ

6) Filtració per sorra:

Si després del procés anterior encara queden partícules a l'aigua, aquestes s'eliminen fent passar l'aigua per uns filtres de sorra que les absorbeixen.

7) Captació d'aigua subterrània:

Un cop arribats a aquest punt, s'incorporen aigües provinents de l'aqüífer\* i es tornen a elevar. S'afegeix més aigua per tal de poder cobrir la demanda. La

subterrània conté gairebé la mateixa concentració de sals que la superficial, però és de millor qualitat, per això es dilueix amb la ja tractada, i es continua amb el procés.

8) Segona elevació o bombament intermedi:

En aquest punt les dues aigües es dilueixen i són bombejades per ser introduïdes a les fases de tractaments posteriors.

9) Ozonització:

Aquest procés i el següent permeten millorar les condicions organolèptiques de l'aigua. Quan afegim ozó i oxigen a l'aigua obtenim efectes biocides\* i oxidants que eliminen els microorganismes (oxiden la matèria orgànica i altres compostos)

10) Filtració per carbó actiu granular:

Aquestes substàncies oxidades són retingudes pels filtres de carbó actiu granular\*.

11) Ultrafiltració:

L'aigua és tractada mitjançant tecnologia de membranes, que requereix una acidificació prèvia, així doncs, s'ajusta el pH per tal de maximitzar la retenció de l'alumini residual del primer tractament. Aquestes membranes d'ultrafiltració actuen com una barrera contra matèries en suspensió i bacteris, però no contra els virus.

12) Osmosi inversa\*:

Prèviament a l'osmosi inversa l'aigua rep uns tractaments especials per no danyar les membranes d'osmosi (s'afegeixen reactius, es desinfecta amb radiació ultraviolada per tal d'eliminar els virus, es passa per uns filtres de cartutx i es torna a sotmetre a més radiació per assegurar-se que no hi ha recreixements dels virus).

Un cop realitzats els pretractaments, es realitza l'osmosi inversa que actua com a barrera per virus, bacteris, compostos orgànics i inorgànics. D'aquest procés s'obté aigua pràcticament sense sals, i per això es du a terme el procés següent.

13) Remineralització:

Aquest procés es realitza fent passar l'aigua osmotitzada a través d'un llit de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ). Per facilitar la dissolució d'aquesta sal es sol afegir  $\text{CO}_2$  o  $\text{NaOH}$ .

14) Cambra de cloració:

En aquest punt es duu a terme la cloració per tal d'eliminar la totalitat de contingut d'amoni ( $\text{NH}_4$ ) que pugui haver quedat després del tractament d'ozonització-filtració per carbó actiu, i per tal de garantir la desinfecció total de l'aigua.

15) Dipòsit d'estabilització i postcloració:

En aquest dipòsit es duu a terme la cloració final per tal de mantenir l'estabilitat de l'aigua en el procés de bombament a la xarxa. L'aigua es manté en constant moviment per evitar les zones mortes, normalment només és retinguda una mitja hora fins que passa al següent nivell.

16) Bombaments finals a la xarxa de distribució:

Un cop acabat el tractament l'aigua es transporta a la xarxa de distribució i és bombejada per aquesta fins a les nostres aixetes.

Després de dur a terme aquests processos químics per potabilitzar l'aigua i bombejar-la a la xarxa de distribució, també es fa un treball al laboratori per tal de controlar la qualitat del tractament, la gestió de residus, etc.:

1) Control de qualitat del tractament:

La planta potabilitzadora compta amb un laboratori on es realitzen anàlisis químiques i físiques per controlar la qualitat de l'aigua superficial, subterrània, de la meitat del procés de tractament i de la distribuïda per la xarxa. D'aquesta manera es poden prendre decisions sobre el tractament (la dosi de reactius, l'estat dels filtres, si la desinfecció ha estat eficaç, etc.).

Aquestes tasques de control i estudi es duen a terme al laboratori del centre de Collblanc (Barcelona).

## 2) Telecontrol i control operatiu:

La planta de tractament disposa d'un centre de telecontrol des d'on es dirigeixen les instal·lacions mitjançant ordres de comandament. Tot i això, la totalitat dels processos es duu a terme de manera automàtica.

Aquest centre de control també rep informació sobre l'estat de l'aigua que prové d'una xarxa d'estacions situades al llarg del curs del riu. Així poden conèixer la composició d'aquesta abans que arribi a la planta. A més a més, reben previsions meteorològiques que informen sobre possibles fenòmens atmosfèrics que poden alterar la composició de l'aigua.

## 3) Tractament de residus:

Realitzen una gestió de residus per tal d'aconseguir una reducció de l'impacte ambiental de l'ésser humà, sempre segons la legislació vigent (apartat 5). Tot i això, després del procés d'osmosi es desfan de les aigües amb altes concentracions en sals (salmorra) abocant-les al col·lector de salmorres, que allibera aquestes aigües a la conca del Llobregat.

A partir de la informació rebuda a través del qüestionari realitzat a la planta potabilitzadora de Sant Joan Despí, que es troba a l'apartat d'annexos, podem concloure que l'aigua del riu arriba amb una qualitat variable en funció de les condicions meteorològiques i de l'època de l'any. Algunes substàncies, com per exemple l'amoni, es troben en concentracions més baixes a l'estiu, ja que en aquesta època, quan hi ha altres temperatures i més hores de llum, el riu realitza un procés d'autodepuració natural.

La qualitat del riu es veu afectada per la zona industrial que hi ha al voltant de la seva desembocadura. Destaquem sobretot la riera de Rubí, que es troba molt contaminada per les indústries i que normalment és derivada artificialment a través d'un canal per abocar-la al riu Llobregat després de la captació de l'ETAP SJD.

Per controlar la qualitat de l'aigua durant el procés de purificació es realitzen diferents anàlisis (terbolesa, pH, amoni, etc.) tant en l'aigua crua com a la de les etapes

intermèdies. A part de les anàlisis estipulades per la llei, realitzen unes addicionals per garantir la innocuïtat de l'aigua de consum.

Els residus produïts durant el procés de depuració són emmagatzemats en uns recipients adients per cada substància. Cada recipient està acompanyat sempre de la documentació exigida per la llei, i és transportat fins a unes instal·lacions que gestionen els residus. D'aquesta manera, l'aigua del riu un cop passada la potabilitzadora no es veu afectada per la presència d'aquesta.

Els resultats d'algunes de les anàlisis que es van fer l'any 2015 a les aigües que la potabilitzadora subministra a la zona de Sant Joan Despí són els següents:

| Paràmetre    | Resultat 2015: mitjana      |
|--------------|-----------------------------|
| Clorurs      | 227 mg Cl/L                 |
| Duresa total | 310 mg CaCO <sub>3</sub> /L |
| Nitrats      | 10,60 mg NO <sub>3</sub> /L |
| pH           | 7,34                        |

TAULA 2: RESULTATS DE LES ANÀLISIS DEL 2015 A L'AIGUA PER A CONSUM

El document complet amb el resultat de totes les proves es troba als annexos.

## **5. LEGISLACIÓ:**

Per poder valorar els resultats dels experiments realitzats a les mostres d'aigua cal saber primer en quins intervals de concentració haurien de trobar-se les substàncies abans esmentades. També cal saber a partir de quin valor representen un perill per al medi ambient.

Segons el Real Decret del 7 de febrer de 2003 en el qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua pel consum humà, aquests són els valors paramètrics de les substàncies a estudiar:



| Substància   | Valor paramètric   |
|--------------|--|
| Clorur       | Màxim 250 mg/L   |
| Nitrat       | Màxim 50 mg/L  |
| Nitrit       | $(\frac{[nitrat]}{50} + \frac{[nitrit]}{3}) < 1$   |
| Oxidabilitat | Màxim 5 mg/L O <sub>2</sub>  |
| pH           | 6,5 – 9,5  |
| Duresa       | La llei no marca cap màxim, ja que no suposen un risc per a la salut, només un indicador de la qualitat de l'aigua. Com més dura sigui una aigua i més residu sec tingui, de pitjor qualitat és. |
| Residu sec   |  |

**TAULA 3: PARÀMETRES ESTABLERTS PER LA LLEI**

De la mateixa manera, ens interessa conèixer els valors recomanats per l'OMS (l'Organització Mundial de la Salut), ja que hi ha alguns paràmetres que no estan regulats per la llei. Els valors paramètrics de les substàncies estudiades segons l'OMS són:

| Substància   | Valor paramètric  |
|--------------|---|
| Clorur       | Màxim 250 mg/L  |
| Nitrat       | Màxim 50 mg/L   |
| Nitrit       | $(\frac{[nitrat]}{50} + \frac{[nitrit]}{3}) < 1$  |
| Oxidabilitat | Entre 2 mg O <sub>2</sub> /L i 5 mg O <sub>2</sub> /L   |
| pH           | 6,5 – 9,5   |
| Duresa       | L'OMS no imposa un valor màxim ni mínim, ja que no representa un perill per a la salut, només un paràmetre de la qualitat de l'aigua. Tot i així, indiquen un màxim admissible de 500 mg/L. |
| Residu sec   | 500 mg/L com a màxima desitjable, i 1.500 mg/L com a màxima admissible  |

**TAULA 4: PARÀMETRES RECOMANATS PER L'OMS**

## 6. PART EXPERIMENTAL:

### 6.1. Determinació dels clorurs en l'aigua mitjançant el mètode volumètric o mètode de Mohr:

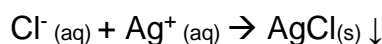
#### Fonament teòric:

El mètode de Mohr ens permet calcular la quantitat de clorurs que hi ha en una mostra.

Els resultats s'expressen en  $\frac{\text{mg Cl}^-}{L}$ .

Aquest mètode és aplicable únicament a aigües amb un pH entre 7 i 10 que no tinguin una excessiva terbolesa. Es basa en una volumetria de precipitació en la qual s'utilitza el nitrat de plata com a valorant i el cromat de potassi com a indicador.

Els clorurs que es troben en l'aigua solen estar formant part del compost NaCl. Aquest mètode es basa en la reacció de precipitació següent:



El AgCl és un compost insoluble en aigua, que precipita amb un color blanc. Per saber quan tots els clorurs que hi havia en l'aigua han reaccionat amb la plata, afegim un indicador\* ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), el cromat de potassi, que reaccionarà amb la plata sobrant, formant un altre precipitat ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), cromat de plata, d'un color vermellós, que ens indicarà que la valoració\* ha finalitzat.

#### Materials:

- Mostres d'aigua
- Cromat de potassi al 10% ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )
- Nitrat de plata 0'1 M ( $\text{AgNO}_3$ )
- Erlenmeyer 250 mL
- Pipeta aforada de 20 mL
- Comptagotes
- Bureta 25 mL
- Suport
- Balança
- Vas de precipitats de 20 mL

- Matràs aforat de 250 mL
- Aigua destil·lada
- Comptagotes

Mesures de seguretat i pictogrames:

Els reactius que utilitzarem en aquesta pràctica tenen unes certes característiques per les quals hem de manipular-los amb cura:

- Cromat de potassi al 10% ( $K_2CrO_4$ ): es tracta d'una substància tòxica, ja que és perillosa per al medi ambient, té efectes nocius per als organismes aquàtics i aquests són duradors. També és perillós per aspiració i causa irritació cutània.



IMATGE 32: PERILLÓS PER ASPIRACIÓ IMATGE 33: IRRITACIÓ CUTÀNIA IMATGE 34: PERILLÓS PER AL MEDI AMBIENT AQUÀTIC

- Nitrat de plata 0'1 M ( $AgNO_3$ ): és una substància nociva per als organismes aquàtics i que pot causar efectes negatius a llarg termini en el medi ambient aquàtic. També és corrosiu.



IMATGE 35: CORROSIU

IMATGE 36: PERILLÓS PER AL MEDI AQUÀTIC

Però també hem de tenir cura amb els productes que obtindrem en fer la pràctica:  $Ag_2CrO_4$  i  $KNO_3$ . Aquests compostos són sals, i un d'ells conté plata, un metall pesant, per aquesta raó no es poden llençar per l'aixeta, cal eliminar-los de manera correcta. En aquest cas, al laboratori hi ha un recipient on s'aboquen substàncies amb aquestes característiques per a la seva posterior recollida i eliminació.



IMATGE 37: RECIPIENT PER A SALS I COMPOSTOS DE METALLS PESANTS

Procediment:

S'introdueixen 20 mL de la mostra desitjada en un erlenmeyer, al qual s'hi afegeixen 5 gotes de la solució de cromat de potassi al 10% ( $K_2CrO_4$ ) i es mescla bé fins obtenir una mescla groguenca.



IMATGE 38: CROMAT DE POTASSI



IMATGE 39: MOSTRA AMB CROMAT DE POTASSI

En aquest cas la solució de nitrat de plata s'ha hagut de fer al laboratori perquè no disposàvem d'una preparada.

Per fer aquesta solució s'han de fer una sèrie de càlculs que es troben en el següent apartat, amb els quals sabrem quina quantitat de nitrat de plata hem d'utilitzar. Primer de tot, en un vas de precipitats mesurem amb molta cura 0,42gr de  $AgNO_3$  a la balança i el dissolem afegint una mica d'aigua destil·lada.



IMATGE 40: MESURA DEL NITRAT DE PLATA

A continuació agafem un matràs aforat de 250 mL i l'omplim amb la solució de  $\text{AgNO}_3$ , hi afegim aigua destil·lada gairebé fins a la línia d'enrasament. Finalment, enrasem el matràs amb aigua destil·lada, ajudant-nos amb un comptagotes, posem un tap i mesquem bé per homogeneïtzar la solució.

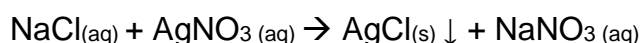
A continuació introduïrem en una bureta 25 mL de nitrat de plata 0'1 M ( $\text{AgNO}_3$ ) per fer la valoració i la fixarem al suport amb la pinça metàl·lica. Finalment posem l'erlenmeyer sota la bureta i obrim la clau deixant que caigui el nitrat de plata gota a gota, i mentre anem remenant l'erlenmeyer ens fixem en el canvi de color que ha de tenir lloc. Quan la solució passi del to groguenc que tenia a un to marró-vermellós, haurà acabat la valoració i haurèm de tancar la clau i anotar quina quantitat de nitrat de plata hem necessitat.



IMATGE 41: INICI DE LA VALORACIÓ

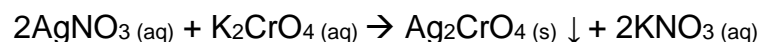
IMATGE 42: FINALITZACIÓ DE LA VALORACIÓ

L'aigua de la mostra porta clorurs dissolts, que se solen trobar en forma de  $\text{NaCl}$ . La reacció química que es produeix és la següent:



El nitrat de plata reacciona amb els clorurs del  $\text{NaCl}$ , formant clorur de plata, una substància blanca que és insoluble, i per tant precipita. Un cop el nitrat de plata ja ha

reaccionat amb tot el clorur que hi ha a la mostra, passa a reaccionar amb el cromat de potassi:



El  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  tampoc és soluble en aigua, però aquesta forma un precipitat de color vermellós, que ens indica que la plata ja ha reaccionat amb tots els clorurs, i per tant que hem de deixar d'afegir  $\text{AgNO}_3$ .

### Dades i operacions:

Per fer la solució de nitrat de plata 0'01 M hem fet els següents càlculs:

$$250 \text{ mL } \text{AgNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ L } \text{AgNO}_3}{1.000 \text{ mL } \text{AgNO}_3} \cdot \frac{0'01 \text{ mols } \text{AgNO}_3}{1 \text{ L } \text{AgNO}_3} \cdot \frac{169,89 \text{ g/mol}}{1 \text{ mol } \text{AgNO}_3} = 0'424 \text{ g } \text{AgNO}_3$$

| Determinació de clorurs: Volum de nitrat de plata emprat (mL) |                           |        |                          |                            |       |        |
|---|---------------------------|--------|--------------------------|----------------------------|-------|--------|
|   | Font del riu<br>Llobregat | Abrera | Abans<br>potabilitzadora | Després<br>potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| Prova 1   | 2,1                       | 14,4   | 17,6                     | 14                         | 1,3   | 10,1   |
| Prova 2   | 1,8                       | 14,2   | 17,6                     | 13,8                       | 1,3   | 10,1   |

TAULA 5: VALORS DEL VOLUM DE NITRAT DE PLATA EMPRAT

Per calcular la concentració de clorurs que hi havia a cada mostra fem els següents càlculs:

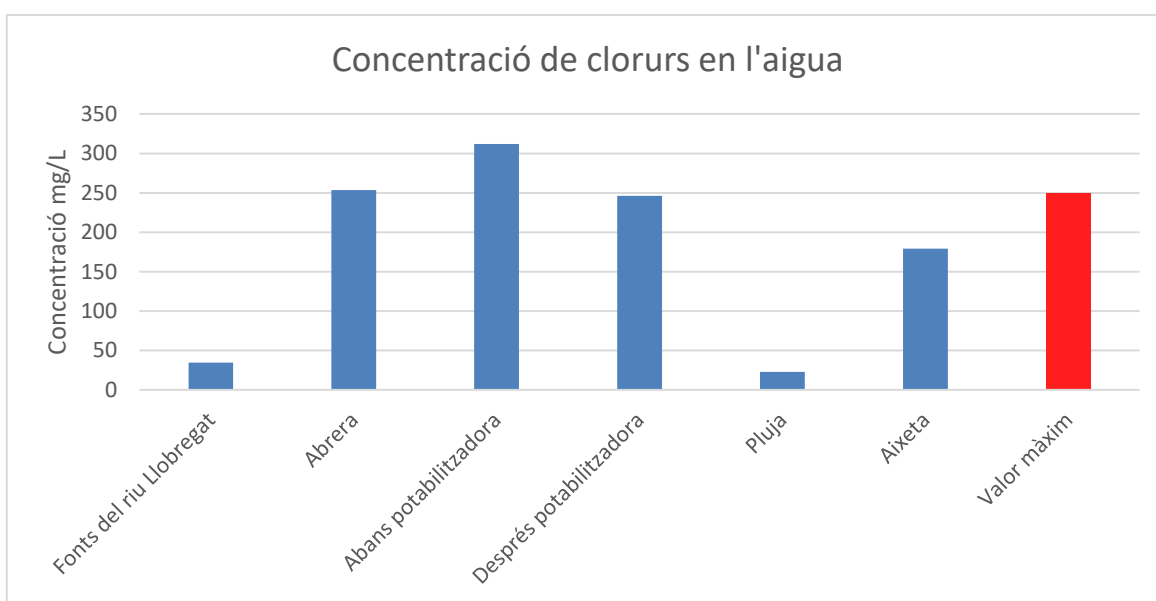
$$X \text{ mL } \text{AgNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ L } \text{AgNO}_3}{1.000 \text{ mL } \text{AgNO}_3} \cdot \frac{0'1 \text{ mols } \text{AgNO}_3}{1 \text{ L } \text{AgNO}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{AgCl}}{1 \text{ mol } \text{AgNO}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Cl}^-}{1 \text{ mol } \text{AgCl}} \cdot \frac{35,45 \text{ g } \text{Cl}^-}{1 \text{ mol } \text{Cl}^-} = X \text{ grams } \text{Cl}^-$$

$$\frac{X \text{ gr } \text{Cl}^-}{\text{ml mostra}} = X \frac{\text{gr}}{\text{mL}} \cdot \frac{1.000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} \cdot \frac{1.000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = [\text{Cl}^-] \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

| Concentració de clorurs [Cl <sup>-</sup> ] (mg/L) |                     |        |                       |                         |       |        |
|---|---------------------|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|
| Mostra  | Fonts del Llobregat | Abrera | Abans potabilitzadora | Després potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| Prova 1   | 37,22               | 255,24 | 311,96                | 248,15                  | 23,04 | 179,02 |
| Prova 2   | 31,9                | 251,69 | 311,96                | 244,6                   | 23,04 | 179,02 |

TAULA 6: VALORS DE LA CONCENTRACIÓ DE CLORURS

Per poder comparar els valors obtinguts amb definits per la llei i l'OMS com a màxims, hem de fer una mitjana entre les dues proves:



GRÀFIC 2: CONCENTRACIÓ DE CLORURS EN L'AIGUA VALORS MITJANS

### Observacions:

Com podem observar en aquest gràfic, la concentració de clorurs augmenta durant el curs del riu, i disminueix després de la potabilitzadora. La concentració de clorurs en l'aigua de la pluja és molt baixa, però la de l'aixeta és força alta comparada amb la de les fonts del riu Llobregat.

Podem comprovar que en els punts d'Abrera i abans de la potabilitzadora els nivells de clorurs es troben per sobre de la legislació (250 mg/L), i després de la potabilitzadora es troben una mica per sota, però estan gairebé al límit màxim permès.

En les fonts del Llobregat i la pluja veiem concentracions mínimes de clorurs, que destaquen l'alta concentració de l'aigua de l'aixeta. Aquesta es troba dins la llei, però és força alta, es troba prop dels 200 mg/L (179,02 mg/L exactament).

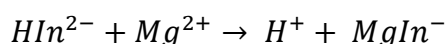
## 6.2. Determinació de la duresa de l'aigua:

### Fonament teòric:

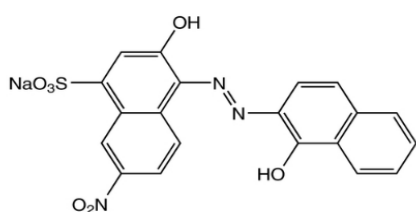
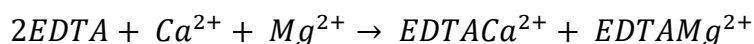
Aquest mètode ens permet saber la quantitat d'ions alcalinoterris (majoritàriament calci i magnesi) que es troben dissolts en l'aigua. Els resultats s'expressen en mg de  $\text{CaCO}_3$  per litre:  $\frac{\text{mg CaCO}_3}{L}$

Per fer aquesta pràctica necessitem que la mostra d'aigua estigui a un pH=10, i per aquesta raó s'utilitza una solució tampó\*. En aquesta prova s'utilitzen el negre d'eriocrom T com a indicador i l'EDTA com a valorant, per tal de poder quantificar la quantitat d'ions de l'aigua.

Quan afegim el negre d'eriocrom T a la mostra d'aigua amb la solució tampó pH=10, té lloc la reacció següent:

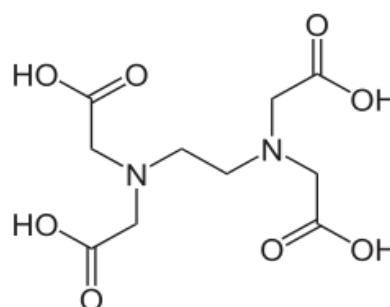


El negre d'eriocrom a pH=10 és un anió ( $\text{HIn}^{2-}$ , on In significa indicador), que forma el complex  $\text{MgIn}^-$ . Quan hi afegim EDTA, es formen uns altres complexos que canvien el color de la solució:



Negro de eriocromo T:  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_3\text{O}_7\text{SNa}$

**IMATGE 43: NEGRE D'ERIOCROM T**



**IMATGE 44: SOLUCIÓ EDTA**



### Material:

- Mostres d'aigua
- Solució tampó pH=10 (3 ml per mostra)
- Indicador Negre Eriocrom T
- Solució EDTA 0'01 M
- Erlenmeyer 250 mL
- Bureta 25 mL
- Pipeta aforada de 20 mL
- Provena de 10 mL
- Suport
- Mosca\* (agitador magnètic)

### Mesures de seguretat i pictogrames:

- Indicador Negre Eriocrom T: es tracta d'una substància perillosa per al medi aquàtic, ja que és tòxic per als ecosistemes i pot provocar efectes nocius duradors. També provoca irritació cutània, és a dir, en altes concentracions pot provocar danys si es posa en contacte amb els ulls, la gola, el nas, la pell, etc.



IMATGE 45: IRRITACIÓ CUTÀNIA



IMATGE 46: PERILLÓS PER AL MEDI AQUÀTIC

- Solució EDTA: es tracta d'una substància que en altes concentracions pot irritar els ulls, la pell i l'aparell respiratori si es posa en contacte amb aquest.



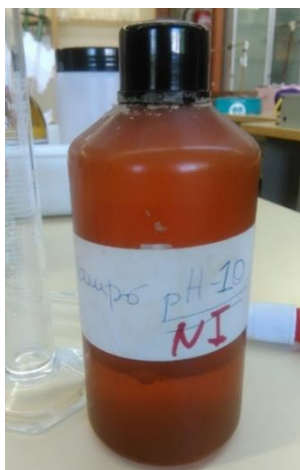
IMATGE 47: IRRITACIÓ CUTÀNIA

## Procediment:

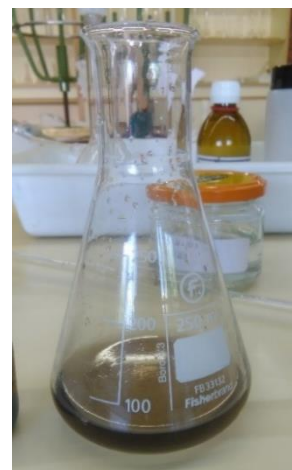
S'introdueixen 20 mL de la mostra d'aigua desitjada dins d'un erlenmeyer de 250 mL utilitzant una pipeta graduada del mateix volum. En el mateix erlenmeyer s'hi afegeixen 3-4 mL de solució tampó (pH= 10) que mesurem amb la proveta de 10 mL, ja que no necessitem que sigui exacte, juntament amb 2-3 gotes de l'indicador Negre d'eriocrom T. Es remena fins a obtenir una solució homogènia d'un color fosc, gairebé negre.



IMATGE 48: NEGRE D'ERIOCROM T



IMATGE 49: SOLUCIÓ TAMPÓ PH=10



IMATGE 50: MOSTRA AMB INDICADOR I PH=10

A continuació, omplim una bureta de 25 mL amb la solució d'EDTA, i comencem la valoració. Per facilitar el treball, ens ajudem d'un agitador magnètic, que anirà barrejant les dues substàncies. Anem afegint gota a gota l'EDTA i ens ajudem d'un full blanc que col·loquem sota l'erlenmeyer per poder observar millor el canvi de color.

Quan la solució passa del color fosc inicial a un color verd molt dèbil, s'haurà acabat la valoració, tancarem la clau de la bureta i anotarem la quantitat d'EDTA que hem fet servir.



IMATGE 51: INICI DE LA VALORACIÓ



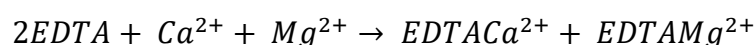
IMATGE 52: FINALITZACIÓ DE LA VALORACIÓ

Dades i operacions:

| Determinació de la duresa de l'aigua: volum d'EDTA (mL) |        |                          |                            |       |        |
|---|--------|--------------------------|----------------------------|-------|--------|
| Font del riu<br>Llobregat                               | Abrera | Abans<br>potabilitzadora | Després<br>potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 4,4   | 6,7    | 7,3                      | 7,2                        | 2     | 6,2    |

TAULA 7: VOLUM D'EDTA UTILITZAT EN LA DETERMINACIÓ DE LA DURESA

Per calcular la concentració de carbonat de calci que hi ha a cada mostra fem els següents càlculs, basant-nos en la reacció que té lloc:



$$X \text{ mL EDTA} \cdot \frac{0,01 \text{ mols EDTA}}{1.000 \text{ mL EDTA}} \cdot \frac{2 \text{ mols } Ca^{2+}, Mg^{2+}}{2 \text{ mols EDTA}} = x \cdot 10^{-5} \text{ mols de } Ca^{2+}, Mg^{2+}$$

Tenint en compte que la duresa total és el contingut total de calci i magnesi, suposarem que els mols totals calculats abans són tots de CaCO<sub>3</sub>. D'aquesta manera, es faran els càlculs següents:

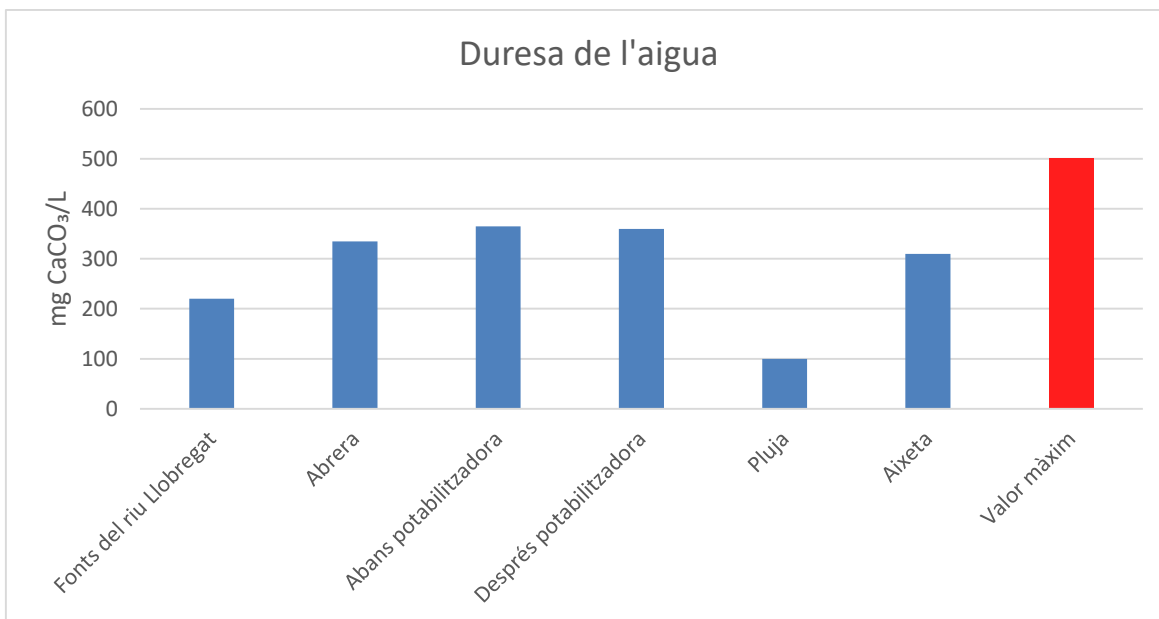
$$\frac{X \cdot 10^{-5} \text{ mols } Ca^{2+}, Mg^{2+}}{20 \text{ mL mostra}} \cdot \frac{1.000 \text{ mL mostra}}{1 \text{ L mostra}} \cdot \frac{100 \text{ g } CaCO_3 *}{1 \text{ mol } Ca^{2+}, Mg^{2+}} \cdot \frac{1.000 \text{ mg } CaCO_3}{1 \text{ g } CaCO_3}$$

$$= X \cdot 100 \text{ mg } CaCO_3/L$$

\* M(CaCO<sub>3</sub>)= 100g/mol

| Duresa de l'aigua: mg CaCO <sub>3</sub> /L |        |                          |                            |       |        |
|--|--------|--------------------------|----------------------------|-------|--------|
| Fonts del riu<br>Llobregat                 | Abrera | Abans<br>potabilitzadora | Després<br>potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 220  | 335    | 365                      | 360                        | 100   | 310    |

TAULA 8: DURESA TOTAL DE 'AIGUA EXPRESSADA EN MG CaCO<sub>3</sub>/L



**GRÀFIC 3: VALORS DE LA DURESA DE L'AIGUA**

### Observacions:

Com es pot veure en aquest gràfic, la duresa de l'aigua va augmentant a mesura que avança el curs del riu. Hi ha una petita baixada entre els valors d'abans i després de la potabilitzadora, encara que la diferència només és de 5 mg CaCO<sub>3</sub>/L. L'aigua de l'aixeta té una duresa major a la de les fonts del riu Llobregat, però menor que la d'Abreera. La mostra amb menor duresa és la de l'aigua de la pluja.

Totes les mostres es troben per sota del valor màxim donat per l'OMS (500 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

No vam poder realitzar aquesta prova per duplicat, ja que l'aigua de les mostres s'estava esgotant. Això es deu al fet que la primera vegada que la vam realitzar l'experiment vam utilitzar el doble de volum, i els resultats no van ser congruents.

### 6.3. Determinació de l'oxidabilitat al permanganat:

#### Fonament teòric:

Aquesta prova ens permet determinar el contingut de matèria orgànica de l'aigua. Per fer-ho s'oxida aquesta matèria utilitzant el permanganat; per afavorir aquesta reacció es farà en un medi àcid i se li aplicarà calor a la mescla, per accelerar la reacció. Un cop ja

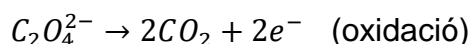
ha transcorregut el temps de reacció, se li afegeix àcid oxàlic que reaccionarà amb el permanganat sobrant.

Finalment afegirem de nou el permanganat que reaccionarà amb l'àcid oxàlic sobrant i ens servirà de valorant per saber la quantitat d'oxigen que ha estat emprada en l'oxidació de la matèria orgànica que hi havia en l'aigua.

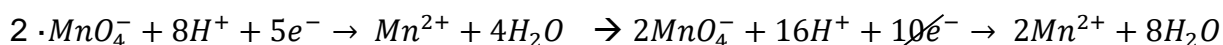
Quan afegim el permanganat de potassi a l'aigua, aquest oxida la matèria orgànica (alliberant electrons). L'excedent de permanganat es dissocia, com també ho fa l'àcid sulfúric. La reacció que té lloc entre l'excedent de permanganat i la resta de substàncies és la següent:



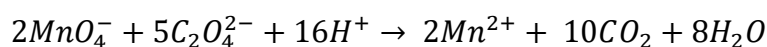
Els protons d'aquesta reacció provenen de la dissociació de l'àcid i els electrons de l'oxidació de la matèria. En afegir l'àcid oxàlic aquest es dissocia i s'oxida seguint la reacció següent:



Si igualem aquestes dues reaccions obtenim la reacció que té lloc en l'experiment:



La reacció global que obtenim és la següent:



#### Mesures de seguretat i pictogrames:

- Permanganat de potassi 0'002 M: aquesta substància és comburent, és a dir, és un producte ric en oxigen i en contacte amb certes substàncies inflamables pot provocar un incendi o explosió. També ocasiona irritació cutània en contacte amb qualsevol teixit (pell, ulls, nas...) però sobretot és perillós per aspiració, ja que pot provocar problemes greus si s'inhala. Per últim aquesta substància també té

efectes tòxics per al medi aquàtic i pot ocasionar problemes mediambientals a llarg termini per als ecosistemes aquàtics.



IMATGE 53: COMBURENT



IMATGE 54: IRRITACIÓ CUTÀNIA



IMATGE 55: PERILLÓS PER ASPIRACIÓ



IMATGE 56: PERILLÓS PER AL MEDI AQUÀTIC

- Àcid sulfúric 1/3 en pes: aquesta substància és corrosiva, és a dir, pot atacar i destruir metalls i causar danys als teixits amb els quals entri en contacte (ulls, pell, etc.).



IMATGE 57: CORROSIU

- Àcid oxàlic 0'005 M: aquesta substància provoca irritació als teixits amb els quals entra en contacte (ulls, pell, nas, gola, etc.), i en dosis altes pot provocar problemes greus degut a la irritació que ocasiona (al·lèrgies cutànies, somnolència o vertigen).



IMATGE 58: IRRITACIÓ CUTÀNIA

### Material:

- Mostres d'aigua
- Permanganat de potassi 0'002 M
- Àcid sulfúric 1/3 en pes
- Àcid oxàlic 0'005 M
- Erlenmeyer 250 mL
- Bureta 25 mL
- Matràs aforat de 100 mL
- Pipeta aforada de 50 mL
- Manta calefactora
- Suport
- Comptagotes
- Balança
- Vas de precipitats de 20 mL
- Aigua destil·lada

### Procediment:

Com al laboratori no disposaven de les solucions de dos dels reactius (permanganat de potassi i àcid oxàlic), s'han hagut de preparar abans de realitzar la prova.

Per preparar el permanganat potàssic 0'002 M, s'han de fer una sèrie de càlculs que es troben a l'apartat següent, amb els quals sabrem quina quantitat de permanganat potàssic hem d'utilitzar. Primer de tot, en un vas de precipitats mesurem amb molta cura 0,03 g de  $\text{KMnO}_4$  a la balança. Afegim una mica d'aigua destil·lada per dissoldre'l.

A continuació agafem un matràs aforat de 100 mL i afegim la solució de permanganat, afegim aigua destil·lada fins a prop de la línia d'enrasament i mesclm bé per homogeneïtzar la solució. Finalment, enrasem el matràs amb aigua destil·lada, ajudant-nos amb un comptagotes.

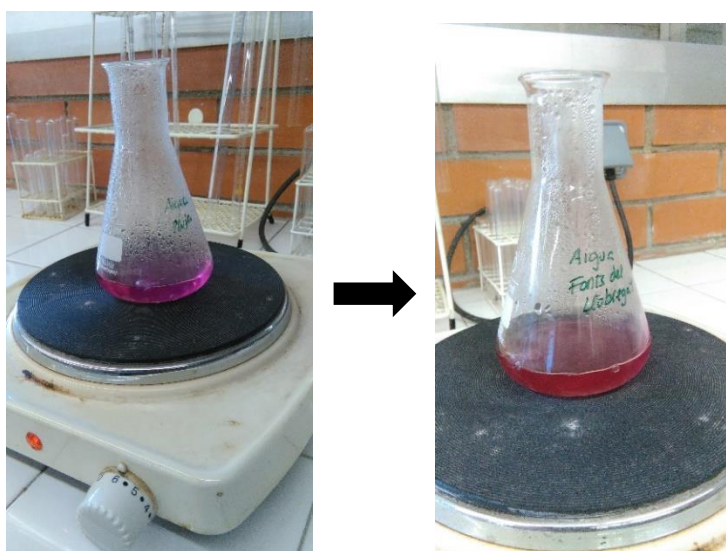


**IMATGE 59: SOLUCIONS D'ÀCID OXÀLIC I PERMANGANAT DE POTASSI**

Realitzem el mateix procediment per preparar la solució de l'àcid oxàlic 0'005 M. Per preparar-la, calculem la massa del solut (càlculs en l'apartat següent) i pesem 0'06 g d'àcid oxàlic a la balança. Afegim una mica d'aigua destil·lada per dissoldre'l. Seguidament omplim un matràs aforat de 100mL amb la solució l'àcid oxàlic, i hi afegim aigua destil·lada fins a prop de la línia d'enrasament. Remenem bé per tal d'homogeneïtzar la solució i enrasem el matràs amb aigua destil·lada, ajudant-nos d'un comptagotes.

Un cop preparats tots els reactius, comencem amb l'experiència. Afegim 50 mL de la mostra d'aigua desitjada a un erlenmeyer de 250 mL, mitjançant una pipeta aforada, juntament amb 2'5 mL d'àcid sulfúric ( $H_2SO_4$ ) 1/3 en pes i 5 mL permanganat de potassi 0'002 M ( $KMnO_4$ ). Un cop afegits, remenem l'erlenmeyer i observem que la mostra es torna d'un color rosat o lilós.

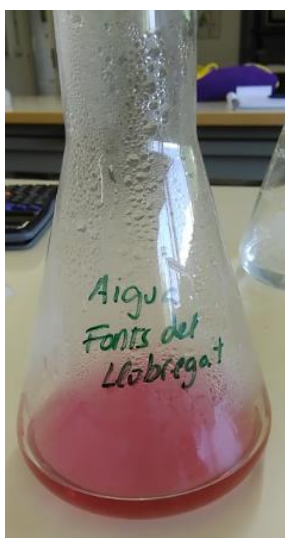
Llavors la portem a la placa calefactors i la deixem bullir 10 minuts. Mentre la mescla s'escalfa, omplirem una bureta de 25 mL amb permanganat de potassi 0'002 M ( $KMnO_4$ ). Un cop ha transcorregut aquest temps, retirem l'erlenmeyer, observem com la solució s'ha tornat d'un color una mica més vermellós.



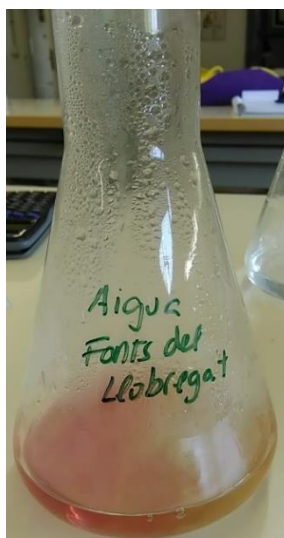
**IMATGE 60: SOLUCIÓ ABANS D'ESCALFAR-LA** **IMATGE 61: SOLUCIÓ DESPRÉS D'ESCALFAR-LA**



Hi afegim 5 mL d'àcid oxàlic 0'005 M ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ), i observem com la mostra perd el color i es torna transparent.



IMATGE 62: SOLUCIÓ DESPRÉS D'ESCALFAR-LA



IMATGE 63: SOLUCIÓ AMB L'ÀCID OXÀLIC



IMATGE 64: SOLUCIÓ INCOLORA

Finalment, col·locarem l'erlenmeyer encara calent sota la bureta, i anem afegint gota a gota el permanganat de potassi fins que la mostra es torni d'un color rosat. Llavors tanquem la clau i anotem la quantitat de permanganat que hem utilitzat.



IMATGE 65: ABANS DE LA VALORACIÓ



IMATGE 66: VALORACIÓ FINALITZADA



IMATGE 67: VOLUM DE  $\text{KMnO}_4$  UTILITZAT

### Dades i operacions:

Els càlculs de les masses dels reactius són els següents:

Permanganat de potassi 0'002 M:

$$100\text{mL solució} \cdot \frac{1\text{L solució}}{1.000\text{mL solució}} \cdot \frac{0'002\text{mols KMnO}_4}{1\text{L solució}} \cdot \frac{158,04\text{ g KMnO}_4}{1\text{ mol KMnO}_4} = 0'031\text{g KMnO}_4$$

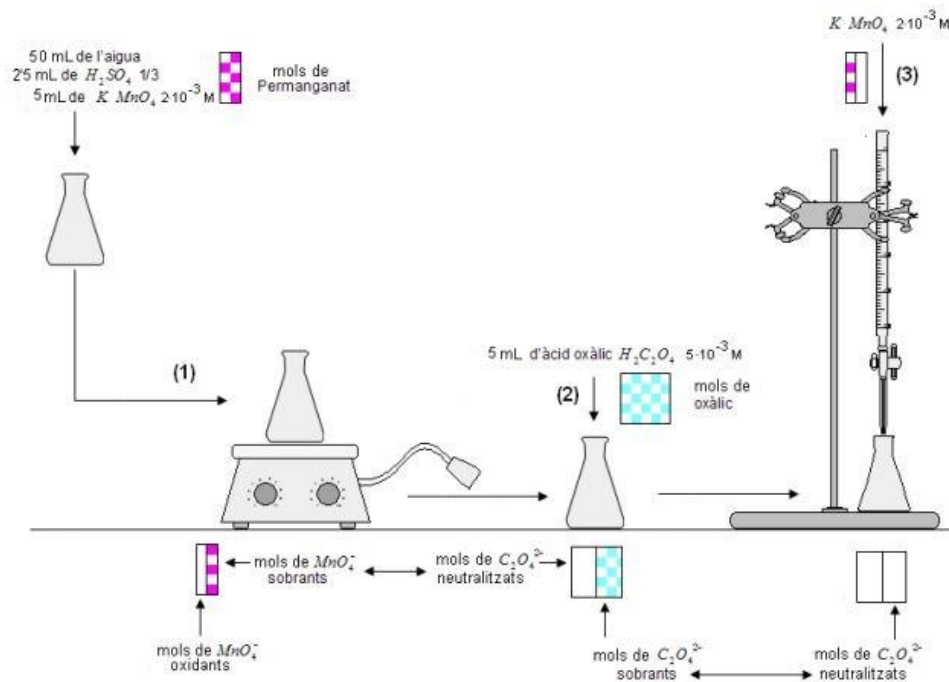
Àcid oxàlic 0'005 M:

$$100\text{mL solució} \cdot \frac{1\text{L solució}}{1.000\text{mL solució}} \cdot \frac{0'005\text{mols H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1\text{L solució}} \cdot \frac{158,04\text{ g H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1\text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0'063\text{g H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

| Determinació de l'oxidabilitat al permanganat: volum de permanganat de potassi (ml) |        |                       |                         |       |        |
|---|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|
| Font del riu  | Abdera | Abans potabilitzadora | Després potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| Llobregat   |        |                       |                         |       |        |
| 1,8   | 4,8    | 3                     | 3,1                     | 2,3   | 1,2    |

TAULA 9: VOLUM DE PERMANGANAT DE POTASSI UTILITZAT

Per facilitar la comprensió dels càlculs d'aquesta pràctica separarem l'experiència en 3 passos, esquematitzats en la següent imatge:



IMATGE 68: DETERMINACIÓ DE L'OXIDABILITAT AL PERMANGANAT

Primer de tot calculem els mols de permanganat que hem utilitzat en aquesta valoració tenint en compte el volum anotat en la taula 9 (pas 3):

$$X \text{ ml } \text{MnO}_4^- \cdot \frac{1 \text{ L}}{1.000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,002 \text{ mols } \text{MnO}_4^-}{1 \text{ L } \text{MnO}_4^-} = X \text{ mols } \text{MnO}_4^-$$

A continuació calculem els mols d'oxàlic sobrants:

$$X \text{ mols } \text{MnO}_4^- \cdot \frac{5 \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}}{2 \text{ mols } \text{MnO}_4^-} = Y \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$$

Calculem els mols totals d'oxàlic que hem afegit en el pas 2:

$$5 \text{ mL } \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1.000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,005 \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}}{1 \text{ L } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$$

Per calcular els mols d'oxàlic neutralitzats fem la diferència entre els mols totals i els sobrants:

$$(2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - (Y \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-})$$

Un cop hem calculat els mols d'oxàlic neutralitzats podem calcular els mols de permanganat que han sobrat en el pas 1:

$$[(2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - (Y \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-})] \cdot \frac{2 \text{ mols } \text{MnO}_4^-}{5 \text{ mols } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = Z \text{ mols } \text{MnO}_4^-$$

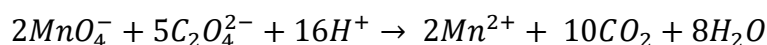
Per saber els mols de permanganat que han oxidat la matèria orgànica fem la diferencia entre els mols que hem afegit en el pas 1 i els sobrants que hem calculat anteriorment:

Hem utilitzat 5 mL de permanganat en el pas 1:

$$5 \text{ mL } \text{MnO}_4^- \cdot \frac{1 \text{ L}}{1.000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,002 \text{ mols } \text{MnO}_4^-}{1 \text{ L } \text{MnO}_4^-} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mols } \text{MnO}_4^-$$

$$(1 \cdot 10^{-5} \text{ mols } \text{MnO}_4^-) - (Z \text{ mols } \text{MnO}_4^-)$$

Tenint en compte la reacció:



Podem calcular els mols d'O<sub>2</sub> oxidats pel permanganat:

$$[(1 \cdot 10^{-5} \text{ mols } MnO_4^-) - (Z \text{ mols } MnO_4^-)] \cdot \frac{5 \text{ mols } O_2}{4 \text{ mols } MnO_4^-} = A \text{ mols } O_2$$

Per tal de poder comparar els resultats obtinguts amb la legislació i els valors recomanats per l'OMS, expressarem el resultat en mg O<sub>2</sub>/L:

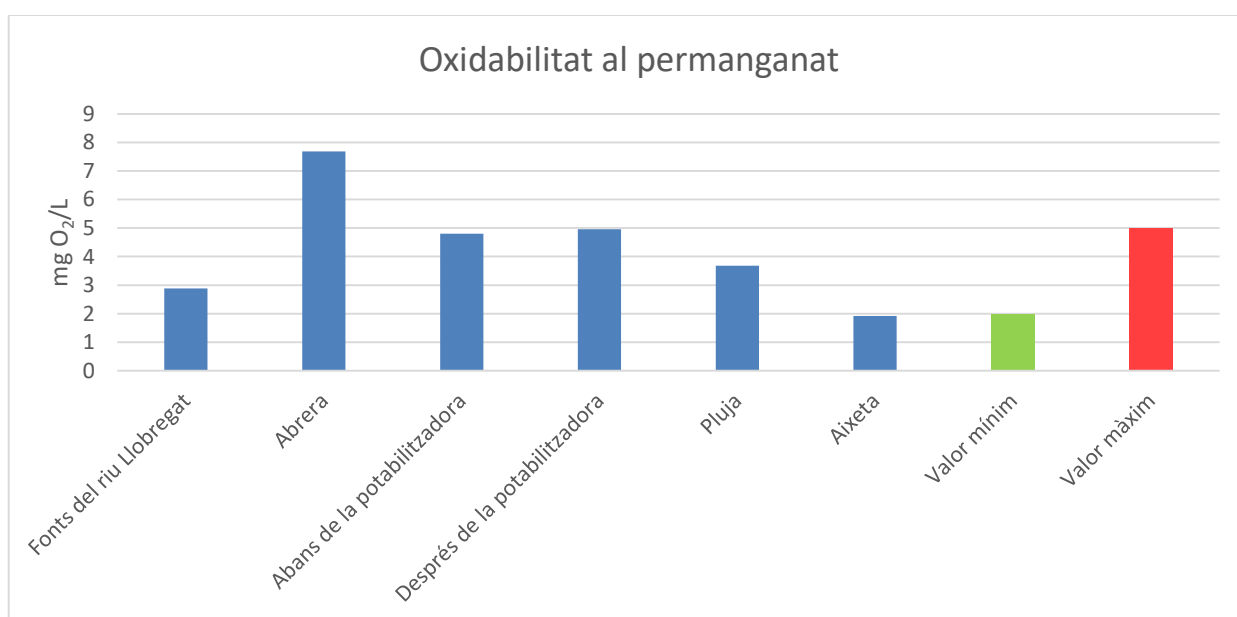
$$A \text{ mols } O_2 \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \cdot \frac{1.000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = B \text{ mg } O_2$$

$$\frac{B \text{ mg } O_2}{50 \text{ mL mostra}} \cdot \frac{1.000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = C \frac{\text{mg } O_2}{\text{L}}$$

A la taula següent es recullen els resultats d'aquesta pràctica:

| Oxidabilitat al permanganat: mg O <sub>2</sub> /L |        |                             |                               |       |        |
|---|--------|-----------------------------|-------------------------------|-------|--------|
| Fonts del riu Llobregat                           | Abrera | Abans de la potabilitzadora | Després de la potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 2,88  | 7,68   | 4,8                         | 4,96                          | 3,68  | 1,92   |

TAULA 10: DETERMINACIÓ DE L'OXIDABILITAT AL PERMANGANAT: RESULTATS



GRÀFIC 4: OXIDABILITAT AL PERMANGANAT: MG O<sub>2</sub>/L

### Observacions:

Com podem observar al gràfic, els nivells d'oxigen dissolts a l'aigua (matèria orgànica) augmenten dràsticament entre el naixement del riu i el punt mitjà. Pel que fa a la desembocadura del riu, els nivells continuen sent alts però no tant com a Abrera. En canvi, destaquen les concentracions baixes de l'aigua de la pluja i de l'aixeta.

Tenint en compte que el nivell màxim establert per la llei i recomanat per l'OMS és de 5 mg O<sub>2</sub>/L, veiem que l'aigua d'Abrera es troba fora dels paràmetres admesos, i que la de la desembocadura es troba gairebé fora de la llei.

També pot ser degut a abocaments d'aigües residuals urbanes, de l'activitat industrial, agrícola o ramadera..

Pel que fa a l'aigua de l'aixeta, té uns nivells d'oxigen per sota dels 2 mg O<sub>2</sub>/L (nivell mínim recomanat per l'OMS), gràcies a la sèrie de tractaments als quals ha estat sotmesa per tal d'assegurar la seva innocuïtat.

### 6.4. Determinació del residu sec:

#### Fonament teòric:

Aquest procediment ens permet conèixer quina quantitat de residu sec es troba en les mostres d'aigua. El residu sec és una de les moltes maneres de valorar la qualitat de l'aigua, com menys qualitat tingui una aigua, més residu sec, i viceversa. Aquest sol estar format per sals minerals i altres partícules, que en evaporar l'aigua, resten al fons del recipient.

#### Material:

- Mostres d'aigua
- Vas de precipitats 20 mL
- Placa calefactora
- Balança

### Procediment:

Primer de tot hem de mesurar el pes del vas de precipitats buit i anotar-ho. A continuació omplirem el vas de precipitats amb 20 mL de la mostra d'aigua desitjada, i el col·locarem a la placa calefactora. Deixarem que s'evapori l'aigua de les mostres, retirarem el vas de la placa calefactora i el deixarem reposar perquè es refredi.

Un cop fred, tornem a mesurar el pes del vas a la balança, i l'anotem. La diferència de pes, serà la quantitat de residu sec que hi havia a l'aigua.



IMATGE 69: AIGUA EVAPORANT-SE A LA PLACA CALEFACTORA

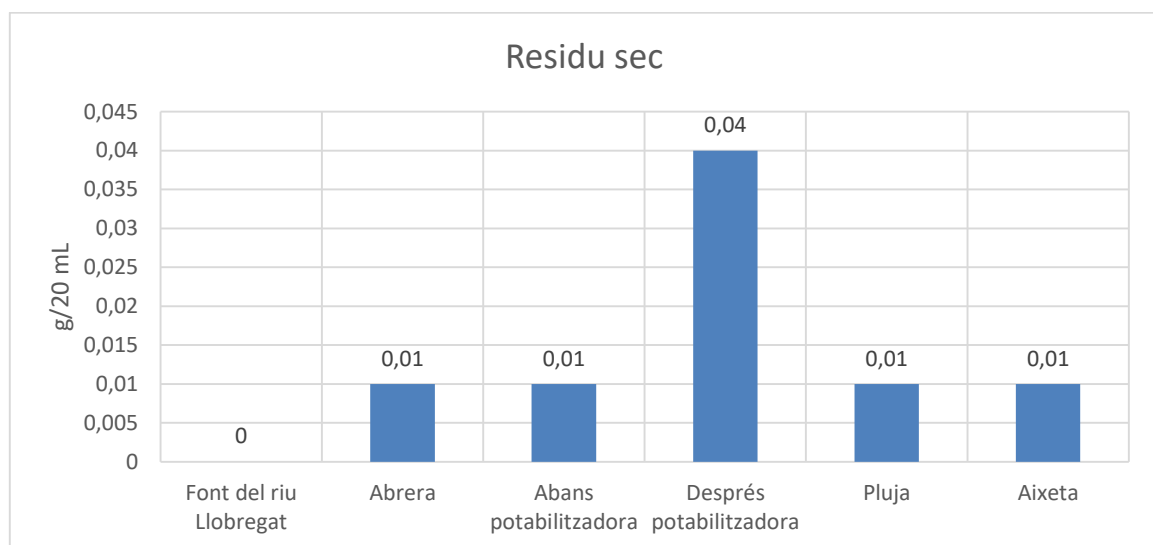


IMATGE 70: RESIDU SEC

### Dades i operacions:

| Determinació del residu sec |        |                       |                         |       |        |
|-----------------------------|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|
| Font del riu Llobregat      | Abrera | Abans potabilitzadora | Després potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 0                           | 0,01   | 0,01                  | 0,04                    | 0,01  | 0,01   |

TAULA 11: RESIDU SEC (G/20 ML)



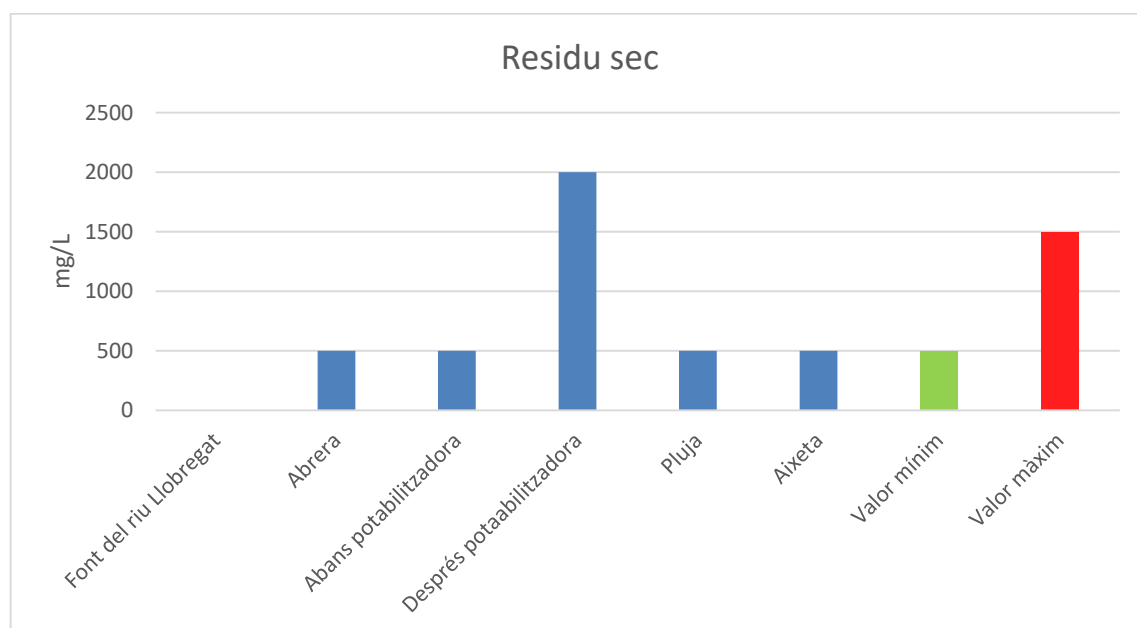
GRÀFIC 5: VALORS DEL RESIDU SEC (G/20 ML)

Aquests valors són per a 20mL de mostra, però per poder comparar els resultats amb els paràmetres que aconsella l'OMS, hem de donar els resultats en mg/L. Per tant, farem els càlculs següents:

$$\frac{X \text{ g}}{20\text{ml}} \cdot \frac{1.000\text{mg}}{1 \text{ g}} \cdot \frac{1.000\text{mL}}{1\text{L}} = X \text{ mg/L}$$

| Determinació del residu sec: mg/L |        |                       |                         |       |        |
|-----------------------------------|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|
| Font del riu Llobregat            | Abrera | Abans potabilitzadora | Després potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 0                                 | 500    | 500                   | 2.000                   | 500   | 500    |

TAULA 12: RESIDU SEC (MG/L)



GRÀFIC 6: RESIDU SEC MG/L

### Observacions:

Com podem observar en aquest gràfic, el residu sec augmenta durant el transcurs del riu, i hi ha una diferència notable entre abans i després de la potabilitzadora. Aquesta diferència pot ser deguda a l'abocament de salmorra un cop passada la potabilitzadora i a la contaminació de la zona industrial localitzada a la desembocadura.

En tractar-se d'una experiència realitzada amb tan poc volum d'aigua i el fet d'haver utilitzat una balança que té una sensibilitat de 0'01 g, fa que aquesta prova només sigui orientativa, no podem treure valors exactes, només aproximats. Aquests ens serveixen per fer-nos una idea de la qualitat de les mostres d'aigua estudiades, però no de manera quantificable, com la resta.

En la mostra del naixement del riu, a les Fonts del riu Llobregat, el valor de residu sec realment no és 0. Pot haver passat que el valor fos tan petit que la balança del laboratori no el detectés, i per això aquest resultat no es pot calcular.

### 6.5. Determinació del pH:

#### Fonament teòric:

Per realitzar aquest experiment necessitarem un pH-metre, que és un instrument que conté un sensor capaç de determinar el pH d'una solució. Per fer-ho s'ha de calcular la diferència de protons que hi ha entre la solució que volem analitzar i la que es troba en el tub interior de l'instrument, que normalment conté àcid clorhídric 0'1 M. Això es fa mitjançant uns elèctrodes que són capaços de calcular la diferència de potencial; la de l'interior del pH-metre sempre serà constant, i gràcies a això l'instrument podrà calcular la de l'altra mostra.

#### Materials:

- Mostres d'aigua
- Vas de precipitats
- pH-metre
- Solució tampó pH= 4
- Aigua destil·lada

#### Procediment:

Per realitzar aquesta prova cal calibrar prèviament el pH-metre tal com s'indica a les instruccions. Per fer-ho, submergirem l'instrument en un vas de precipitats amb una mica de solució tampó pH=4, i el regularem fins que marqui pH=4, el netejarem i el ficarem en



un vas de precipitats amb aigua destil·lada (pH=7), si no marca pH=7, el tornarem a calibrar.

Repetirem aquests dos passos fins que el pH-metre marqui els pH adients per a cada vas de precipitats.

Un cop calibrat es mesurarà el pH de les diferents mostres, netejant el pH-metre amb aigua destil·lada (pH= 7) entre cada mostra, i anotarem els resultats.



IMATGE 71: PH-METRE CALIBRAT

Dades i operacions:

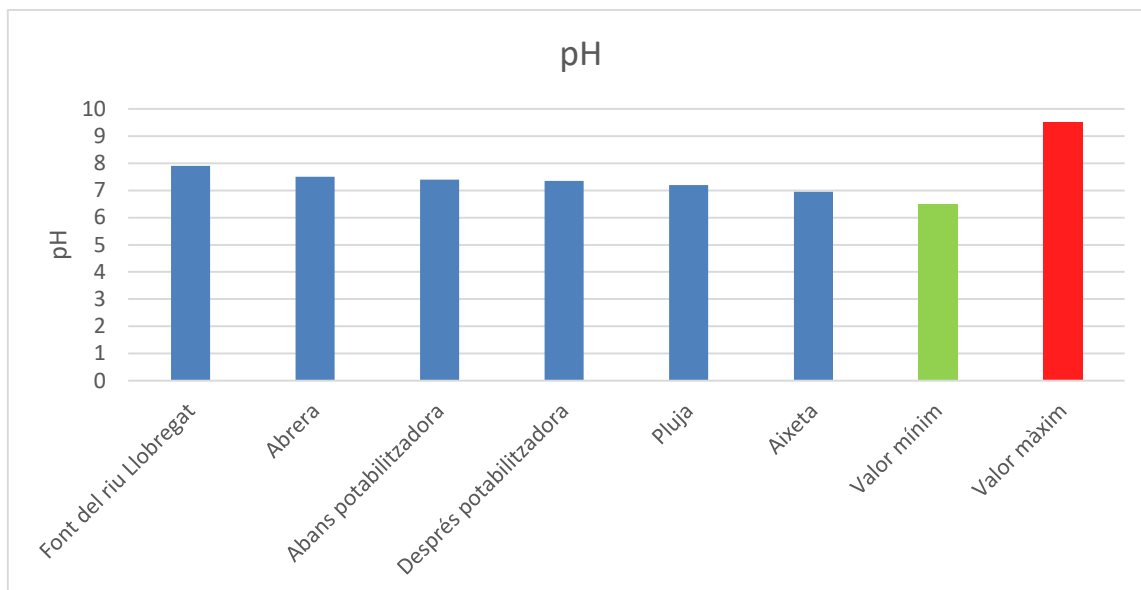
| Determinació del pH    |        |                       |                         |       |        |
|------------------------|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|
| Font del riu Llobregat | Abrera | Abans potabilitzadora | Després potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 7,9                    | 7,5    | 7,4                   | 7,3                     | 7,2   | 6,9    |
| 7,9                    | 7,5    | 7,4                   | 7,4                     | 7,2   | 7      |

TAULA 13: DETERMINACIÓ DEL PH

Per tal de poder comparar els resultats obtinguts amb els quals estableix la legislació, s'han de calcular els valors mitjans:

| Determinació del pH    |        |                       |                         |       |        |
|------------------------|--------|-----------------------|-------------------------|-------|--------|
| Font del riu Llobregat | Abrera | Abans potabilitzadora | Després potabilitzadora | Pluja | Aixeta |
| 7,9                    | 7,5    | 7,4                   | 7,35                    | 7,2   | 6,95   |

TAULA 14: MITJANA DELS VALORS DEL PH



**GRÀFIC 7: VALORS MITJANS DEL PH DE L'AIGUA**

### Observacions:

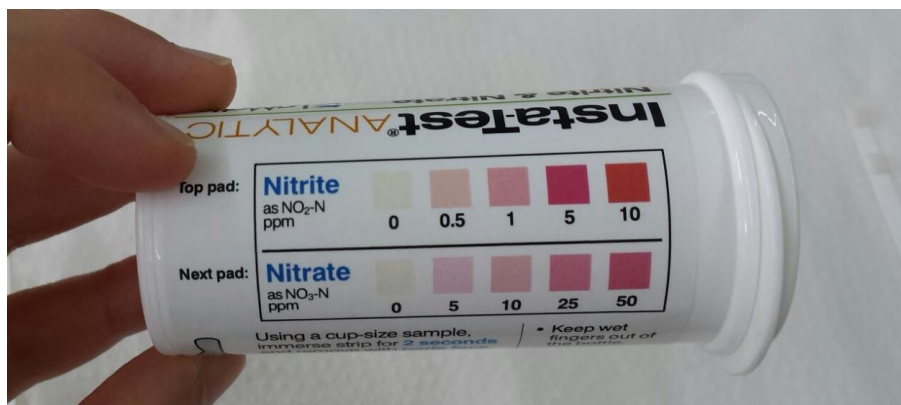
Com podem veure en aquest gràfic, l'aigua del riu va disminuint la seva basicitat a mesura que avancem en el seu curs. D'aquesta manera, l'aigua de les fonts és la més bàsica (amb pH= 7,9) i la resta es troben a un pH que cada cop s'aproxima més al neutre (pH=7), és a dir, a mesura que avança el curs del riu, l'aigua es torna cada cop menys bàsica. També trobem que tant l'aigua de la puja com la de l'aixeta es troben gairebé a pH neutre.

La disminució del pH durant el transcurs del riu pot ser deguda a les característiques del sòl. En el naixement del riu, el sòl és més alcalí, atorgant a l'aigua un pH més bàsic. En canvi, en la desembocadura el sòl és més àcid i això provoca el descens del pH.

### 6.6. Determinació de nitrats i nitrits:

#### Fonament teòric:

Aquesta prova es realitza amb unes tires detectores de nitrats i nitrits. Aquestes contenen una substància, que en entrar en contacte amb els nitrats i nitrits dissolts en l'aigua reacciona i canvia de color (passa de color blanc a una gamma de rosats segons la concentració).



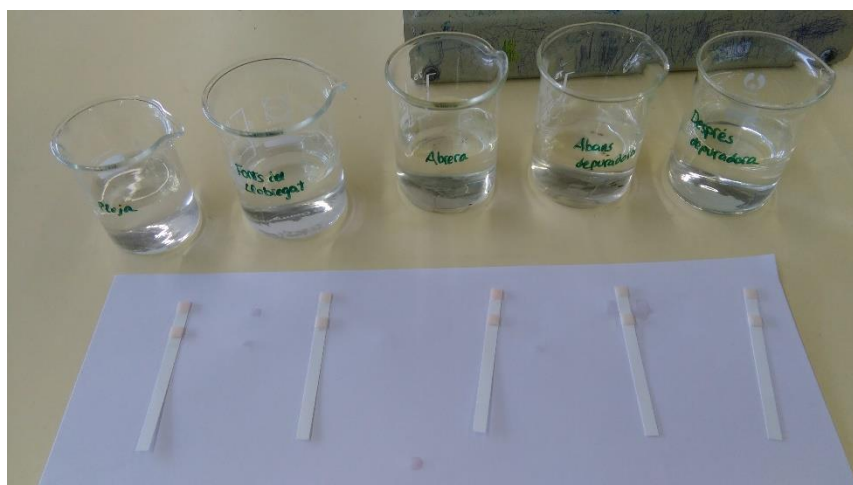
IMATGE 72: GAMMA DE COLORS DE LES TIRES DETECTORES DE NITRATS I NITRITS

Materials:

- Vas de precipitats de 10 mL
- Tires detectores de nitrats i nitrits
- Mostres d'aigua

Procediment:

Primer de tot omplim els vasos de precipitats amb uns 5-10 mL de cada mostra d'aigua (no cal que sigui exacte, ja que només l'utilitzarem per mullar les tires). A continuació agafarem una de les tires i la submergirem en l'aigua fins que els dos coixinets estiguin impregnats d'aigua. Esperem uns dos segons amb la tira submergida i la retirem, la mantenim sense agitar i fora de l'aigua durant 60 segons i comparem el color dels coixinets amb els de la taula del recipient.



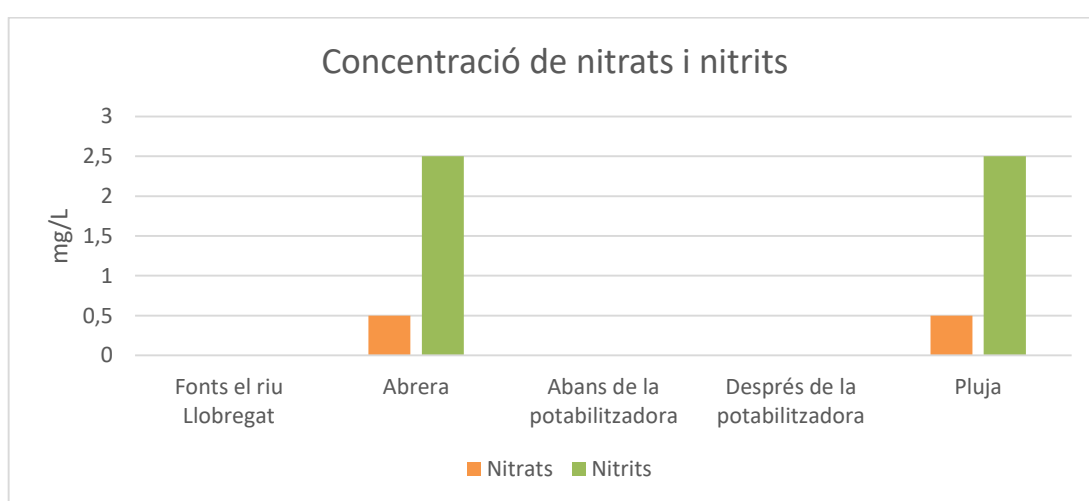
IMATGE 73: TIRES DETECTORES DE NITRATS I NITRITS AL COSTAT DE LA MOSTRA UTILITZADA PER A CADASCUNA

### Dades i operacions:

| Determinació dels nitrats i nitrits: ppm* |                           |        |                          |                            |       |                             |
|---|---------------------------|--------|--------------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
|   | Font del riu<br>Llobregat | Abrera | Abans<br>potabilitzadora | Després<br>potabilitzadora | Pluja | Aixeta                      |
| Nitrats                                   | 0                         | 0,5    | 0                        | 0                          | 0,5   | No es va<br>poder realitzar |
| Nitrits                                   | 0                         | 2,5    | 0                        | 0                          | 2,5   |                             |

TAULA 15: DETERMINACIÓ DE NITRITS I NITRATS (PPM)

Pas de ppm a mg/L: 1 ppm = 1mg/L per tant, la taula anterior és equivalent per a mg/L.



GRÀFIC 8: VALORS DE LA CONCENTRACIÓ DE NITRATS I NITRITS DE L'AIGUA

### Observacions:

Com podem veure al gràfic només es presenten nitrits i nitrats en l'aigua d'Abrera i de la pluja, en la mateixa proporció. Això pot ser degut a les substàncies que l'aigua de la pluja recull quan cau, i a algun factor que es trobi a la zona propera d'Abrera que incrementi els nivells d'aquestes substàncies en l'aigua del riu (indústries, ramaderia o agricultura).

Els resultats d'aquesta prova no són molt fiables, ja que encara que algunes tires canviaven de color, no arribaven a ser del mateix color que el de la gamma del recipient de les tires, eren més pàl·lids, potser degut a la baixa concentració de nitrats i nitrits a les nostres mostres, que poden estar fora del rang de mesura de les tires analítiques.

No vam poder realitzar aquesta prova amb l'aigua de l'aixeta perquè no disposàvem de més tires detectores de nitrats i nitrits.

## 7. CONCLUSIONS:

En termes generals, el riu Llobregat no es troba tan contaminat com caldria esperar a causa de la forta pressió que l'home realitza sobre aquest ecosistema. Malgrat les grans zones industrials, la gran majoria de paràmetres analitzats en aquest treball de recerca es troben dins el marge acceptat, tant per la llei com per l'OMS.

A la següent taula es troba un resum dels resultats, indicats amb color verd els que compleixen amb la normativa, i amb vermell els que no.

| Determinació de la concentració de clorurs: [Cl <sup>-</sup> ] (mg/L) |         |
|---|---------|
| Fonts del riu Llobregat   | 34,56   |
| Abrera  | 253,465 |
| Abans de la potabilitzadora   | 311,96  |
| Després de la potabilitzadora   | 246,375 |
| Pluja   | 23,04   |
| Aixeta  | 179,02  |
| Determinació de la duresa de l'aigua: mg CaCO <sub>3</sub> /L         |         |
| Fonts del riu Llobregat   | 220     |
| Abrera  | 335     |
| Abans de la potabilitzadora   | 365     |
| Després de la potabilitzadora   | 360     |
| Pluja   | 100     |
| Aixeta  | 310     |
| Determinació de l'oxidabilitat al permanganat: mg O <sub>2</sub> /L   |         |
| Fonts del riu Llobregat   | 2,88    |
| Abrera  | 7,68    |
| Abans de la potabilitzadora   | 4,8     |
| Després de la potabilitzadora   | 4,96    |
| Pluja   | 3,68    |
| Aixeta  | 1,92    |
| Determinació del residu sec: g/L                                      |         |
| Fonts del riu Llobregat   | 0       |

|   |                |                |
|---|----------------|----------------|
| Abrera  | 500            |                |
| Abans de la potabilitzadora                     | 500            |                |
| Després de la potabilitzadora                   | 2.000          |                |
| Pluja   | 500            |                |
| Aixeta  | 500            |                |
| <b>Determinació del pH</b>                      |                |                |
| Fonts del riu Llobregat                         | 7,9            |                |
| Abrera  | 7,5            |                |
| Abans de la potabilitzadora                     | 7,4            |                |
| Després de la potabilitzadora                   | 7,35           |                |
| Pluja   | 7,2            |                |
| Aixeta  | 6,95           |                |
| <b>Determinació de nitrats i nitrits (mg/L)</b> | <b>Nitrats</b> | <b>Nitrits</b> |
| Fonts del riu Llobregat                         | 0              | 0              |
| Abrera  | 0,5            | 2,5            |
| Abans de la potabilitzadora                     | 0              | 0              |
| Després de la potabilitzadora                   | 0              | 0              |
| Pluja   | 0,5            | 2,5            |

**TAULA 16: RESULTATS DE LA PART EXPERIMENTAL**

Pel que fa als valors que es troben fora de la llei trobem la concentració de clorurs en dos punts; a Abrera i abans de la potabilitzadora. En aquestes mostres s'han trobat concentracions superiors a 250 mg/L, i un cop passada la potabilitzadora trobem una concentració de 246,375 mg/L, molt propera al màxim admès. Aquests resultats es deuen sobretot a les zones industrials que envolten la desembocadura, per l'abocament de salmorres i per la incorporació de rieres altament contaminades (com per exemple la riera de Rubí), com hem comentat anteriorment.

També podem observar com el nivell d'oxigen dissolt en aigua és superior al permès per la llei en el punt mitjà, a Abrera. També cal destacar els nivells d'abans i després de la potabilitzadora, ja que, encara que no sobrepassen el límit, estan molt a prop d'aquest. Això pot ser causat per l'activitat ramadera, ja que les aigües residuals provoquen aquests nivells tan elevats.

Respecte als valors que no compleixen els paràmetres suggerits per l'OMS trobem la quantitat de residu sec en dos punts, després de la potabilitzadora i a les Fonts del riu Llobregat. El residu sec només ens indica la qualitat de l'aigua però no suposa cap risc per a la salut, per aquest motiu no podem considerar que les aigües en aquests dos punts estiguin contaminades, sinó que no són de molt bona qualitat.

Pel que fa al valor obtingut al naixement del riu, no es pot considerar un resultat fiable, com ja s'ha comentat anteriorment, però podem saber que no arribaria al mínim recomanat per l'OMS (500 mg/L), ja que aquest és el valor obtingut en altres mostres, en les quals la balança sí que detectava una certa massa de residu sec. En canvi, la massa de residu sec de l'aigua del naixement del riu és tan petita que no es va arribar a detectar amb la balança que vam utilitzar.

A la desembocadura del riu se supera el valor màxim admissible (1.500 mg/L), aquest resultat és coherent tenint en compte que el residu sec està format majoritàriament per sals, i al final del riu és on la concentració sol ser més elevada.

Cal destacar també el nivell d'oxigen dissolt en l'aigua de la mostra de l'aixeta, que es troba per sota del nivell mínim suggerit per l'OMS. Això pot ser causat per la sèrie de tractaments als quals està sotmesa per tal d'eliminar la matèria orgànica i assegurar la seva qualitat.

També vam intentar comparar els resultats obtinguts en aquestes pràctiques amb els d'anàlisis d'anys anteriors, per aquest motiu vam demanar aquests resultats a l'ETAP de Sant Joan Despí. La informació que faciliten al públic és només sobre els resultats en les anàlisis que fan a l'aigua que distribueixen. Per aquest motiu únicament es podran comparar amb els resultats obtinguts en les proves de l'aigua de l'aixeta. També cal esmentar que les dades més antigues de les que disposava la web eren del 2015.

Pel que fa als nivells de clorurs, podem veure que en aquest darrer any els nivells han baixat significativament; de 227 mg Cl/L l'any 2015, a 179,02 mg/ Cl/L el 2016. Respecte a la duresa total, els nivells es mantenen estables, tant en el 2015 com en el 2016 el valor era de 310 mg CaCO<sub>3</sub>/L. El pH, en canvi, sí que ha variat, ha passat de 7,34 a 6,95, un canvi força elevat en un interval de temps tan curt.

Malauradament la prova dels nitrats no es va poder realitzar en la mostra de l'aigua de l'aixeta perquè no quedaven més tires detectores d'aquesta substància, i per tant no podem comparar el resultat amb el del 2015.

Com podem observar amb aquesta comparació, la qualitat de l'aigua que es distribueix a Sant Joan Despí compleix les normatives i a més a més ha anat millorant la seva qualitat en aquest darrer any.

Amb les dades obtingudes en aquest treball podrem acceptar o refutar les hipòtesis plantejades a l'inici.

Les hipòtesis corroborades són:

- ✓ L'aigua del riu Llobregat està més contaminada en la seva desembocadura que no pas al naixement del riu.
  - Com es pot observar en tots els gràfics de l'apartat 6, els nivells de contaminació augmenten a mesura que avança el curs del riu.
  
- ✓ La potabilitzadora redueix els nivells de contaminació de l'aigua del riu de manera considerable.
  - Hem pogut comprovar que redueix els nivells de contaminació, però per culpa dels abocaments posteriors (salmorres, rieres contaminades, etc.) el riu continua tenint alts nivells de contaminació després de la potabilitzadora.
  
- ✓ La zona industrial que hi ha prop de la desembocadura incrementa la contaminació del riu.
  - Amb els resultats obtinguts en les proves realitzades al laboratori i la informació facilitada per l'ETAP SJD podem corroborar que la zona industrial afecta la qualitat de l'aigua del riu.



Les hipòtesis que no s'han pogut corroborar són:

- × El fet que l'aigua es trobi més contaminada a la desembocadura que al naixement del riu provoca que no es pugui beure l'aigua sense tractar de la desembocadura, però sí la del naixement.
  - Amb les dades obtingudes en les anàlisis de les mostres no podem dir que no es pugui consumir l'aigua de la desembocadura sense tractar-la prèviament, ja que compleix amb els paràmetres establerts per la llei. Per tant només podem dir que no és recomanable el seu consum sense un tractament previ. El mateix passa amb l'aigua del naixement del riu, compleix amb tots els paràmetres i, per tant, podria ser consumida, però com no ha estat tractada, el seu ús no es recomanable per a consum humà.

En conclusió, tot i que la qualitat de l'aigua ha millorat darrerament, encara no s'ha recuperat del tot i s'ha d'aconseguir que la salinitat del riu disminueixi per tal de poder recuperar i mantenir l'ecosistema autòcton del riu Llobregat.

## **8. GLOSSARI:**

\*Àrids: són matèries primeres minerals que s'extrauen del sòl per ser utilitzades en diversos sectors, com per exemple la construcció.

\*Aqüífer: formació geològica subterrània en la qual s'emmagatzema l'aigua i circula a través de les roques i altres materials (grava, sorra, etc.) que formen part del sòl. L'aigua es pot extreure utilitzant pous o altres mètodes d'extracció.

\*Biocida: és una substància química que s'utilitza per matar, repel·lir, atraure, regular o interrompre el creixement d'organismes vius.

\*Calamarsa: tipus de precipitació formada per trossos irregulars de gel de fins a 5 mm de diàmetre.

\*Carbó actiu: és un material macroporós utilitzat per filtrar, ja que gràcies a les seves característiques reté partícules molt petites.

\*Draga: màquina que serveix per netejar el fons d'un port, riu o corrent navegable, extraient fang, sorra o pedres.

\*Eurihalí: els organismes eurihalins són aquells que poden viure en un ampli rang de concentracions de salinitat sense que el seu metabolisme es vegi afectat.

\*Euriterm: els organismes euriterms són aquells que poden viure en zones amb un ampli rang de temperatures.

\*Factors abiòtics: són els factors d'un ecosistema que no estan vius, és a dir, són els factors químics i físics del medi (temperatura, pH, salinitat, etc.)

\*Factors externs: són els quals actuen sobre un medi alterant-lo, determinen la seva forma i curs.

\*Fisicoquímic: una propietat fisicoquímica és aquella que es pot mesurar i ens dóna una informació sobre l'estat físic i químic de la mostra.

\*Hemoglobina: és una proteïna de la sang que forma part del grup de les hemoproteïnes. Aquest grup de proteïnes es caracteritza per tenir un grup hemo (en concret, l'hemoglobina conté ferro en el seu grup hemo). La seva funció és transportar l'oxigen des dels òrgans respiratoris fins als teixits, i el diòxid de carboni des dels teixits fins als pulmons. És present en tots els vertebrats i en alguns invertebrats.

\*Homogeni: en química s'utilitza aquest terme per referir-se a una mescla en la qual no es distingeixen els seus components.

\*Indicador: en química s'utilitza per referir-se a una substància que indica la finalització d'una reacció a través d'un canvi de color.

\*Metahemoglobina: és l'hemoglobina amb el seu grup hemo oxidat, és a dir, s'oxida el ferro i per tant es perd la capacitat de transportar l'oxigen.

\*Mosca: és un agitador magnètic. A través de camps electromagnètics es fa girar un imant revestit de plàstic (també conegut com a “mosca”) dins d’un recipient per tal de mesclar les substàncies.

\*Organolèptic: una propietat organolèptica és aquella que descriu les característiques físiques que té la matèria, aquelles que es poden percebre amb els sentits, per exemple, el sabor, la textura, l’olor, el color, etc.

\*Osmosi inversa: és un procés utilitzat per eliminar les sals de l’aigua. Consisteix a fer passar l’aigua per una membrana semipermeable que no deixa passar les sals. Aquest procés es basa en el fenomen de l’osmosi, en el qual l’aigua passa a través de la membrana semipermeable per tal d’equilibrar la concentració de les dues solucions.

\*ppm: és una unitat de mesura de la concentració d’una substància. Es refereix a la quantitat d’unitats d’una determinada substància que hi ha per cada milió d’unitats del conjunt.

\*Sedimentació: és el procés mitjançant el qual, un material sòlid que ha estat transportat per un corrent d’aigua, es diposita en el fons del riu, llac, delta, etc.

\*Solució tampó: és una substància que permet mantenir estable el pH en una solució encara que hi afegim quantitats relativament petites d’àcids o bases fortes.

\*Solvatació: procés d’associació de molècules d’un dissolvent, en aquest cas l’aigua, amb molècules o ions d’un solut.

\*Valoració: és un procediment químic que serveix per calcular la quantitat o la concentració d’una substància en una mostra. També s’anomena anàlisi volumètric.

## **9. AGRAÏMENTS:**

M'agradaria expressar el meu agraïment a totes aquelles persones que m'han ajudat i m'han guiat en la realització d'aquest treball:

- E.R.: tutora d'aquest treball de recerca, pel seu suport i dedicació. Per haver estat sempre disponible per resoldre dubtes i orientar-me.
- Gloria González Casas: responsable de programes educatius d'Aigües de Barcelona, que em va facilitar un dossier amb informació sobre la planta potabilitzadora de Sant Joan Despí. I a tot el personal d'Aigües de Barcelona que em va ajudar responent les preguntes del qüestionari.
- Judith Julià: tècnica del departament de medi ambient de l'ajuntament de Sant Joan Despí, que em va posar en contacte amb la Gloria González.
- Família i amics: pel seu suport i paciència durant el temps que ha durat aquest treball, i per haver-me acompanyat a buscar mostres d'aigua del riu.

## **10. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA:**

### **a) Webs:**

Abocaments de residus en pous d'extracció d'àrids del riu Llobregat. Centre de Recursos per l'Ecologia Social (CRES). Data de consulta: 25/07/16: <http://www.ub.edu/cres/els-abocaments-de-residus-en-pous-dextracci%C3%B3-d%C3%A0rids-del-riu-llobregat>

Aigües de Barcelona. Data de consulta: 30/09/16: [www.aiguesdebarcelona.cat](http://www.aiguesdebarcelona.cat)

Anàlisi d'aigües. Aigües de Manresa S.A. Data de consulta: 30/09/16: <http://www.xtec.cat/cda-bages/treball/fitxesdetreball/centredelaigua/treballanalisiquimica.pdf>

Codi d'Aigües, Normativa Estatal (17 de desembre de 2015). Data de consulta: 29/08/16: <http://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=32&modo=1&nota=0>

Consum d'aigua. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya. Data de consulta: 20/07/16: [http://mediambient.gencat.cat/ca/05\\_ambits\\_dactuacio/educacio\\_i\\_sostenibilitat/educacio\\_per\\_a\\_la\\_sostenibilitat/suport\\_educatiu/ambits\\_tematics/aigua/informacio/quant\\_aigua\\_gastem/](http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/educacio_per_a_la_sostenibilitat/suport_educatiu/ambits_tematics/aigua/informacio/quant_aigua_gastem/)

Contaminació de l'aigua per matèria orgànica. Ambientum. Data de consulta: 15/07/16: [http://www.ambientum.com/revista/2001\\_47/2001\\_47\\_AGUAS/MAT\\_ORG1.htm](http://www.ambientum.com/revista/2001_47/2001_47_AGUAS/MAT_ORG1.htm)

Contaminació de l'aigua. Viquipèdia. Data de consulta: 06/07/16: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3\\_de\\_l%27aigua](https://ca.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3_de_l%27aigua)

Determinació de clorurs en aigües corrents i aigües minerals pel mètode de Mohr (Felipe Moreno Romero, llicenciat en Ciències (Química) Prof. Educació Secundària (Andalusia). Data de consulta: 26/06/16: <http://www.escrioscintificos.es/trab21a40/clorurosaguas/00cloruros.htm>

Determinació de la duresa amb EDTA. Escritos científicos. Data de consulta: 30/09/16: <http://www.escrioscintificos.es/trab21a40/durezagua/pagina09.htm>

Duresa de l'aigua. Viquipèdia. Data de consulta: 14/07/16: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Duresa\\_de\\_l%27aigua](https://ca.wikipedia.org/wiki/Duresa_de_l%27aigua)

Enciclopèdia Mediambiental: Aigua: Determinació de clorurs. Data de consulta: 26/06/16: [http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/Determinacion\\_de\\_cloruro.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_de_cloruro.asp)

Enquesta sobre el subministrament i sanejament de l'aigua (2012). Estadística de l'Institut Nacional d'Estadística (5 de novembre de 2014). Data de consulta: 14/06/16: <http://www.ine.es/prensa/np872.pdf>

Erosió fluvial. Viquipèdia. Data de consulta: 26/06/16: [https://es.wikipedia.org/wiki/Erosi%C3%B3n\\_fluvial](https://es.wikipedia.org/wiki/Erosi%C3%B3n_fluvial)

Espais naturals del Delta del Llobregat: fauna i vegetació. Consorci per a la recuperació i conservació del riu Llobregat. Data de consulta: 21/10/16:

[http://www.deltallobregat.cat/presentacio3\\_1/5G1ICS7tAW5I8KBgdOjrsnTyXN4TD1p6sb4fWuiRG1hZLMaY-OojCg](http://www.deltallobregat.cat/presentacio3_1/5G1ICS7tAW5I8KBgdOjrsnTyXN4TD1p6sb4fWuiRG1hZLMaY-OojCg)

Fauna del riu Llobregat. Parc riu Llobregat. Consorci per a la recuperació i conservació del riu Llobregat. Data de consulta: 20/10/16: <http://www.parcriullobregat.cat/fauna.php>

Gràfic cabal del riu, rius de Catalunya. Edu365. Data de consulta: 20/07/16: [http://www.edu365.cat/primaria/muds/socials/rius\\_cat/caballlobre.htm](http://www.edu365.cat/primaria/muds/socials/rius_cat/caballlobre.htm)

Guies per a la qualitat de l'aigua potable. Primer apèndix de la tercera edició. Volum 1. Organització Mundial de la Salut (OMS). Data de consulta: 14/10/16: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)

Haloclina. Viquipèdia. Data de consulta: 12/07/16: <https://es.wikipedia.org/wiki/Haloclina>

Nitrats. Miliarium; Enginyeria i medi ambient. Data de consulta: 16/07/16: <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Nitratos/Welcome.asp>

Nitrat. Viquipèdia. Data de consulta: 15/07/16: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Nitrat>

Nitrit. Viquipèdia. Data de consulta: 18/07/16: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Nitrit>

Pràctica determinació de la duresa de l'aigua. Universitat de les Illes Balears. Departament de Química. Data de consulta: 14/07/16: <http://www.uib.cat/depart/dqu/dquo/dquo2/pau/OBSLQ/12-Duresa.pdf>

Presentació de la demacració hidrogràfica. Agència Catalana de l'Aigua (Octubre 2005). Data de consulta: 04/09/16: [https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva\\_marc/capitol1.pdf](https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva_marc/capitol1.pdf)

Propietats fisicoquímiques de l'aigua. Apuntes Científicos. Data de consulta: 14/11/16: <http://apuntescientificos.org/propiedades-fq-agua.html>

Potabilització. Aigües de Barcelona. Cicle urbà de l'aigua. Data de consulta: 02/10/16: <http://www.aiguesdebarcelona.cat/ca/potabilizacion>

Riu Llobregat. Viquipèdia. Data de consulta: 20/07/16:  
<https://ca.wikipedia.org/wiki/Llobregat>

Riu Llobregat. Lacenet. Data de consulta: 20/07/16:  
<http://www.lacenet.org/bages/comarca/llobrega.htm>

Real Decret 140/2003 (7 de febrer) criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà. Data de consulta: 30/08/16:  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-3596](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-3596)

Taula consum per usos Àrea Metropolitana de Barcelona. Àrea metropolitana, dades i estadístiques. Medi ambient. Data de consulta: 22/07/16:  
<http://www.amb.cat/web/area-metropolitana/dades-estadistiques/medi-ambient/aigua>

Vegetació del riu Llobregat. Parc riu Llobregat. Consorci per a la recuperació i conservació del riu Llobregat. Data de consulta: 20/10/16:  
<http://www.parcriullobregat.cat/vegetacio.php>

#### **b) Llibres:**

Les qualitats de l'aigua, M. Poch (2000), Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient, Editorial: Rubes

Pràctiques aplicades (Química analítica), J. Barbosa i Torralbo i G. Fonrodona i Baldajos (1999), Edicions Universitat de Barcelona, Col·lecció Textos Docents 56.

## **11. ANNEXOS:**

### **A) Legislació:**

El Real Decret 140/2003, del 7 de febrer de 2003, de la pàgina 7228 a la 7245 (18 pàgines) recull els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua per al consum humà. Referència: BOE-A-2003-3596.

Les dades consultades es troben a l'Annex I: Paràmetres i valors paramètrics. A l'apartat B.1.) Paràmetres químics, trobem els valors màxims de nitrats i nitrits. A l'apartat C) Paràmetres indicadors trobem el valor màxim dels clorurs i el mínim de l'oxidabilitat.

### **B) Qüestionari realitzat a l'ETAP SJD:**

Vam contactar amb el departament de medi ambient de l'ajuntament de Sant Joan Despí, que ens va posar en contacte amb Aigües de Barcelona. El qüestionari adjuntat a continuació va ser respost pel personal de l'Estació de Tractament d'Aigua Potable (ETAP) de Sant Joan Despí.

#### **1. Quins processos realitzeu per potabilitzar l'aigua?**

Aquesta qüestió es respon en el PDF adjunt a l'apartat C dels annexos.

#### **2. Amb quins nivells de qualitat us arriba l'aigua? I amb quins nivells la retorneu?**

L'aigua del riu Llobregat a la captació de l'ETAP SJD arriba amb qualitat variable en funció de l'època de l'any, pluges, sequeres, abocaments, etc. La retornem amb els estàndards de qualitat de les aigües depurades, a fi que no provoquin cap impacte al medi natural.

#### **3. Es pot observar alguna relació entre la qualitat de l'aigua i la zona industrial que envolta el riu?**

Sí, sobretot quan la riera de Rubí (altament contaminada industrialment) aboca directament al riu Llobregat. Habitualment aquesta riera està derivada a través d'un canal que va paral·lel al riu Llobregat i aboca just després de la captació a l'ETAP SJD.



#### 4. Quines anàlisis realitzeu a l'aigua per saber la seva qualitat?

Es realitzen anàlisis de procés (per exemple amoni, terbolesa, pH, etc.) tant a l'aigua crua com a les etapes intermèdies per controlar el procés de tractament a l'ETAP. Finalment, a l'aigua tractada es realitzen les anàlisis estipulades a l'RD140/2003 (d'obligat compliment) però addicionalment Aigües de Barcelona en realitza d'altres que van un pas més enllà per assegurar la innocuïtat de l'aigua de consum en tot moment.

#### 5. Els valors de les anàlisis són regulars o varien (Per exemple, amb el pas del temps, amb les condicions meteorològiques...)?

Els resultats analítics varien estacionalment (per exemple valors més baixos d'amoni al riu a l'estiu a causa de l'autodepuració natural del riu a temperatures més altes i més hores de llum). També varien molt després de fortes pluges o sequeres severes.

#### 6. Com gestioneu els residus?

Cada residu s'emmagatzema en un recipient adient a la seva naturalesa i quantitat generada, definit conjuntament entre el transportista, el gestor i el productor del residu, per a la seva correcta gestió, d'acord a documentació exigida per llei (fitxa d'acceptació, notificació prèvia...).

Aquests recipients estan distribuïts per tot el recinte de l'ETAP SJD. En general, s'ubiquen al lloc de generació del mateix residu (cas dels llots de la clarificació de l'aigua -deshidratats o atomitzats-, del residu de desarenat o dels absorbents contaminats), en el Punt Verd habilitat per la gestió de residus genèrics que no tenen una única zona de generació, en el Laboratori de Control de Tractament, al punt de recollida intermedi que es troba darrere el magatzem o al punt de recollida selectiva assimilable a domèstic que es troba a l'entrada de l'ETAP (davant la gaireta del vigilant).

En tot moment, els residus van acompanyats durant el seu transport de la documentació exigida per llei (full de seguiment, full de seguiment itinerant...).

7. Disposeu d'un registre de resultats d'anàlisis? Si teniu anàlisis de l'aigua del riu al llarg del temps, m'agradaria que em facilitessin dades històriques de quan va començar a funcionar la depuradora, o de fa 10-5 anys, i de l'actualitat, per poder-les comparar amb les dades obtingudes en les proves realitzades en el treball.

Les dades que facilitem al públic es poden consultar al nostre web:

[www.aiguesdebacelona.cat](http://www.aiguesdebacelona.cat)

En aquesta web faciliten les següents dades:

### **AIGUA D'ABASTAMENT**

#### **DADES DE LES ANÀLISIS QUÍMIQUES**

**DES DEL 17-10-2015 FINS EL 16-10-2016**

**Municipi:** Sant Joan Despí

**Zona abast.:** A - Etap Sant Joan Despí (Riu Llobregat/Pous)

| Paràmetre             | Mitjana  | Mínim  | Màxim   | Unitats |
|-----------------------|----------|--------|---------|---------|
| Alcalinitat           | 156,00   | 156,00 | 156,00  | mg      |
| Bicarbonats           | 190,00   | 190,00 | 190,00  | mg      |
| Calci                 | 86,00    | 86,00  | 86,00   | mg/l    |
| Clorurs               | 227,00   | 227,00 | 227,00  | mg Cl/l |
| Conductivitat a 20 °C | 1.010,33 | 809,00 | 1.681,0 | µS/cm   |
| Duresa total          | 310,00   | 310,00 | 310,00  | mg      |
| Fluorurs              | 0,14     | 0,14   | 0,14    | mg F/l  |
| Magnesi               | 23,00    | 23,00  | 23,00   | mg/l    |
| Nitrats               | 10,60    | 10,60  | 10,60   | mg      |
| Olor (25 °C)          | 1,04     | 0,50   | 3,00    | Index   |
| pH                    | 7,34     | 7,20   | 7,50    | Unitats |
| Potassi               | 25,00    | 25,00  | 25,00   | mg/l    |
| Sodi                  | 147,00   | 147,00 | 147,00  | mg/l    |
| Sulfats               | 119,00   | 119,00 | 119,00  | mg      |
| Temperatura (det. in  | 19,40    | 11,20  | 28,90   | °C      |

### **C) Resposta a la primera pregunta del qüestionari: PFD:**

# PLANTA DETRACTAMENT DEL RIU LLOBREGAT A SANT JOAN DESPÍ

PLANTA DE TRATAMIENTO  
DEL RÍO LLOBREGAT EN SANT JOAN DESPÍ

---

Includes translations in English and French.  
Traductions en anglais et en français incluses.



Aigües de  
Barcelona

|            |    |
|------------|----|
| CATALÀ     | 4  |
| CASTELLANO | 4  |
| ENGLISH    | 24 |
| FRANÇAIS   | 34 |

## ÍNDEX

|   | PÀG. |
|---|------|
| 1. Presentació  | 4    |
| 2. L'abastament de l'aigua potable a Barcelona<br>i altres municipis del seu entorn | 4    |
| 3. L'estació de tractament d'aigua potable de Sant Joan Despí                       | 6    |
| 4. Descripció del procés  | 6    |
| 4.1. Captació d'aigua superficial   | 6    |
| 4.2. Desarenament   | 7    |
| 4.3. Primera elevació   | 7    |
| 4.4. Dosificació de reactius i desinfecció inicial                                  | 8    |
| 4.5. Sedimentació/decantació  | 9    |
| 4.6. Filtració per sorra  | 10   |
| 4.7. Captació d'aigua subterrània   | 11   |
| 4.8. Segona elevació o bombament intermedi  | 11   |
| 4.9. Ozonització  | 12   |
| 4.10. Filtració per carbó actiu granular  | 13   |
| 4.11. Ultrafiltració  | 14   |
| 4.12. Osmosi inversa  | 15   |
| 4.13. Remineralització  | 16   |
| 4.14. Cambra de mescla i cloració   | 17   |
| 4.15. Dipòsit d'estabilització i postcloració                                       | 18   |
| 4.16. Bombaments finals a la xarxa de distribució                                   | 18   |
| 4.17. Tractament de fangs   | 19   |
| 4.18. Control de qualitat del tractament  | 20   |
| 4.19. Telecontrol i control operatiu  | 21   |
| 4.20. Tractament de residus   | 22   |
| 5. Espai educatiu   | 22   |

# ÍNDICE

|  | PÁG. |
|--|------|
| 1. Presentación  | 4    |
| 2. El abastecimiento del agua potable a Barcelona y otros municipios de su entorno | 4    |
| 3. La estación de tratamiento de agua potable de Sant Joan Despí                   | 6    |
| 4. Descripción del proceso   | 6    |
| 4.1. Captación de agua superficial   | 6    |
| 4.2. Desarenado  | 7    |
| 4.3. Primera elevación   | 7    |
| 4.4. Dosificación de reactivos y desinfección inicial                              | 8    |
| 4.5. Sedimentación/decantación   | 9    |
| 4.6. Filtración por arena  | 10   |
| 4.7. Captación de agua subterránea   | 11   |
| 4.8. Segunda elevación o bombeo intermedio   | 11   |
| 4.9. Ozonización   | 12   |
| 4.10. Filtración por carbón activo granular  | 13   |
| 4.11. Ultrafiltración  | 14   |
| 4.12. Ósmosis inversa  | 15   |
| 4.13. Remineralización   | 17   |
| 4.14. Cámara de mezcla y cloración   | 17   |
| 4.15. Depósito de estabilización y poscloración                                    | 18   |
| 4.16. Bombes finales a la red de distribución                                      | 18   |
| 4.17. Tratamiento de fangos  | 19   |
| 4.18. Control de calidad del tratamiento   | 20   |
| 4.19. Telecontrol y control operativo  | 21   |
| 4.20. Tratamiento de residuos  | 21   |
| 5. Espacio educativo   | 22   |

## 1. PRESENTACIÓ

Des que l'any 1955 es va posar en funcionament l'ETAP de Sant Joan Despí, han estat moltes les transformacions que hi han tingut lloc, des del punt de vista quantitatiu i també qualitatiu, amb l'únic objectiu d'adaptar els processos de potabilització de l'aigua a les noves necessitats dels consumidors i l'evolució dels estàndards de qualitat requerits.

Com a resultat, passats més de 50 anys d'experiència potabilitzant i distribuint aigua per a Barcelona i la seva àrea, les instal·lacions de Sant Joan Despí disposen avui dia d'una sofisticada línia de tractament que permet potabilitzar cabals de fins a 5.300 litres per segon amb una tecnologia que la converteix en una de les plantes de potabilització més completes de tot Europa.

Aquesta publicació ofereix una aproximació tècnica i detallada de cada un dels processos i subprocessos que tenen lloc a l'ETAP, amb l'objectiu de mostrar la complexitat i efectivitat del tractament aplicat per potabilitzar l'aigua superficial i subterrània del riu Llobregat.

## 2. L'ABASTAMENT DE L'AIGUA POTABLE A BARCELONA I ALTRES MUNICIPIS DEL SEU ENTORN

A mitjan segle  $\times\times$ , Barcelona i voltants s'abastaven exclusivament amb aigües subterrànies, majoritàriament dels pous situats al Llobregat i el Besòs i, en menor grau, d'antigues captacions en galeria de Dosrius i del Vallès que arribaven a Barcelona mitjançant sengles aqüeductes.

Però cap als anys quaranta la demanda va començar a augmentar de manera accelerada i constant, i l'any 1954 es va arribar a distribuir una mitjana diària de 275.000 m<sup>3</sup>. La forta industrialització de l'àrea i la concentració demogràfica als nuclis urbans requerien més aigua que la disponible sota el sòl.

Per poder atendre aquesta necessitat, va ser indispensable recórrer a l'aprofitament dels cabals superficials del riu Llobregat. Per aquesta raó, la Societat General d'Aigües de Barcelona va sol·licitar

## 1. PRESENTACIÓN

Desde que en 1955 se pusiera en funcionamiento la ETAP de Sant Joan Despí, han sido numerosas las transformaciones que han tenido lugar, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, con el único objetivo de adaptar los procesos de potabilización del agua a las nuevas necesidades de los consumidores y la evolución de los estándares de calidad requeridos.

Como resultado, pasados más de 50 años de experiencia potabilizando y distribuyendo agua para Barcelona y su área, las instalaciones de Sant Joan Despí cuentan hoy en día con una sofisticada línea de tratamiento que permite potabilizar caudales de hasta 5.300 litros por segundo con una tecnología que la convierte en una de las plantas de potabilización más completas de toda Europa.

La presente publicación ofrece una aproximación técnica y detallada de cada uno de los procesos y subprocesos que tienen lugar en la ETAP, con el objetivo de mostrar la complejidad y efectividad del tratamiento aplicado para potabilizar el agua superficial y subterránea del río Llobregat.

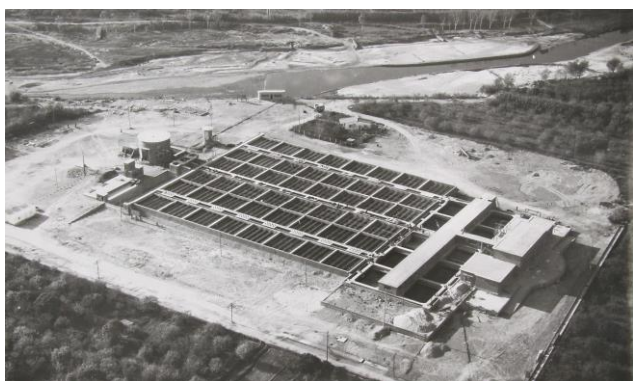
## 2. EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE A BARCELONA Y OTROS MUNICIPIOS DE SU ENTORNO

A mediados del siglo  $\times\times$ , Barcelona y sus alrededores se abastecían exclusivamente con aguas subterráneas, mayoritariamente de los pozos situados en el Llobregat y el Besòs y, en menor medida, de antiguas captaciones en galería de Dosrius y del Vallès que llegaban a Barcelona mediante sendos acueductos.

Pero hacia los años cuarenta la demanda comenzó a aumentar acelerada y constantemente, y en 1954 se llegó a distribuir una media diaria de 275.000 m<sup>3</sup>. La fuerte industrialización del área y la concentración demográfica en los núcleos urbanos requerían más agua que la disponible bajo el suelo.

Para poder atender esta necesidad, fue indispensable recurrir al aprovechamiento de los caudales





tar una concessió de 2,2 m<sup>3</sup> per segon, i entre 1953 i 1954, va construir la primera etapa de la planta de tractament de Sant Joan Despí (central 1).

Posteriorment, la Societat va sol·licitar dues noves concessions, una d'1,1 m<sup>3</sup> per segon i una altra de 2,0 m<sup>3</sup> per segon, que va obtenir el 1957 i el 1960, respectivament. La planta de tractament inicial va passar per successives ampliacions per poder tractar els nous cabals concedits, i concretament el 1962 es va construir la central 2, que va significar una ampliació de cabals fins als actuals 5,3 m<sup>3</sup> per segon.

L'increment de la demanda d'aigua durant els anys seixanta també va ser notable i, l'any 1966, es va arribar a subministrar un cabal mitjà diari de gairebé 400.000 m<sup>3</sup>, i l'any 1968 es va assolir el màxim subministrat en un sol dia: 500.000 m<sup>3</sup>.

Pertant, calia aprofitar nous recursos i ampliar novament les fonts d'abastament d'aigua. Per això, preveient les noves necessitats, el Ministeri d'Obres Públiques va iniciar, per mitjà de la Confederació Hidrogràfica del Pirineu Oriental, la construcció d'una canalització que podia conduir 6,5 m<sup>3</sup> per segon des del riu Ter fins a Barcelona, i que es va posar en funcionament l'any 1968. Aquesta important obra incloïa també la planta de tractament que es va ubicar al municipi de Cardedeu.

Així doncs, Barcelona i la resta de poblacions que formen l'àrea metropolitana (més de tres milions de persones) s'abasten de l'aigua procedent principalment dels rius Llobregat i Ter, i dels aquífers de la zona, especialment els dels rius Llobregat i Besòs.

Si tenim en compte que la demanda d'aigua ha anat augmentant fins al punt d'arribar al límit de la capacitat del subministrament existent i que, a més, a causa de les característiques geològiques pròpies de les conques hídriques de les quals s'abasta Barcelona i el seu entorn, l'aigua té una duresa i una salinitat elevades, és òbvia la neces-

superficials del riu Llobregat. Por esta razón, la Sociedad General de Aguas de Barcelona solicitó una concesión de 2,2 m<sup>3</sup> por segundo, y entre 1953 y 1954, construyó la primera etapa de la planta de tratamiento de Sant Joan Despí (central 1).

Posteriormente, la Sociedad solicitó dos nuevas concesiones, una de 1,1 m<sup>3</sup> por segundo y otra de 2,0 m<sup>3</sup> por segundo, que obtuvo en 1957 y en 1960, respectivamente. La planta de tratamiento inicial pasó por sucesivas ampliaciones para poder tratar los nuevos caudales concedidos, y concretamente en 1962 se construyó la central 2, que significó una ampliación de caudales hasta los actuales 5,3 m<sup>3</sup> por segundo.

El incremento de la demanda de agua durante los años sesenta también fue notable y, en 1966, se llegó a suministrar un caudal medio diario de casi 400.000 m<sup>3</sup>, y en 1968 se alcanzó el máximo suministrado en un solo día: 500.000 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, era necesario aprovechar nuevos recursos y ampliar nuevamente las fuentes de abastecimiento de agua. Por ello, previendo las nuevas necesidades, el Ministerio de Obras Públicas inició, por medio de la Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental, la construcción de una canalización que podía conducir 6,5 m<sup>3</sup> por segundo desde el río Ter hasta Barcelona, y que fue puesta en funcionamiento en 1968. Esta importante obra incluía también la planta de tratamiento que se ubicó en el municipio de Cardedeu.

Así pues, Barcelona y el resto de las poblaciones que forman el área metropolitana (más de tres millones de personas) se abastecen del agua procedente



principalmente de los ríos Llobregat y Ter, y de los acuíferos de la zona, especialmente los de los ríos Llobregat y Besòs.

Si tenemos en cuenta que la demanda de agua ha ido incrementándose hasta el punto de llegar al límite de la capacidad del suministro existente y que, además, debido a las características geológicas propias de las

sitat de construir una instal·lació que incrementi simultàniament la quantitat i la qualitat de l'aigua per al consum humà, aconseguint així una millor garantia de consum.

La instal·lació que millor podia cobrir aquestes dues condicions era una estació de tractament d'aigües marines. L'any 2006, l'empresa pública ATLL (Aigües Ter Llobregat), promotora de les obres, va convocar un concurs públic per al projecte, la construcció i l'explotació d'una dessalinitzadora, que van adjudicar a una UTE formada, entre d'altres, per Agbar. L'objectiu d'aquesta instal·lació és garantir i completar les demandes d'aigua potable de l'àrea metropolitana de Barcelona, incorporant 60 hm<sup>3</sup> l'any d'aigua dessalinitzada. Aquesta infraestructura va entrar en servei al juliol del 2009.

### **3. L'ESTACIÓ DE TRACTAMENT D'AIGUA POTABLE DE SANT JOAN DESPÍ (ETAP SJD)**

Des de la seva inauguració l'any 1955, l'ETAP ha sofert diverses obres i ampliacions, sempre amb la finalitat de poder complir amb el seu compromís d'abastament, amb la total garantia sanitària que la legislació ha requerit en tot moment.

L'última de les grans millores ha estat la posada en servei durant l'any 2009 del tractament mitjançant membranes d'ultrafiltració i osmosi inversa d'una fracció de l'aigua que es tracta. Aquesta tecnologia permet garantir l'assoliment del límit sanitari fixat per als trihalometans —subproductes de la desinfecció— gràcies a l'eliminació pràcticament total dels precursors orgànics i inorgànics que provoquen la generació d'aquests compostos.

### **4. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS**

#### **4.1. Captació d'aigua superficial**

L'aigua superficial és captada a través d'unes reixes a nivell del llit del riu, formades per un conjunt de barres paral·leles de formigó armat.

Sota les reixes hi ha unes galeries excavades de secció variable que condueixen l'aigua captada a l'interior de l'ETAP fins a l'etapa de desarenament

cuencas hídrics de las cuales se abastece Barcelona y su entorno, el agua posee una dureza y una salinidad elevadas, es obvia la necesidad de construir una instalación que incremente simultáneamente la cantidad y la calidad del agua para el consumo humano, consiguiendo así una mejor garantía de consumo.

La instalación que mejor podía cubrir estas dos condiciones era una estación de tratamiento de aguas marinas. En 2006, la empresa pública ATLL (Aigües Ter Llobregat), promotora de las obras, convocó un concurso público para el proyecto, la construcción y la explotación de una desalinizadora, que adjudicaron a una UTE formada, entre otras, por Agbar. El objeto de esta instalación es garantizar y completar las demandas de agua potable del área metropolitana de Barcelona, incorporando 60 hm<sup>3</sup> al año de agua desalinizada. Esta infraestructura entró en servicio en julio de 2009.

### **3. LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SANT JOAN DESPÍ (ETAP SJD)**

Desde su inauguración en el año 1955, la ETAP ha sufrido diversas obras y ampliaciones, siempre con el fin de poder cumplir con su compromiso de abastecimiento, con la total garantía sanitaria que la legislación ha requerido en todo momento.

La última de las grandes mejoras fue la puesta en servicio en 2009 del tratamiento mediante membranas de ultrafiltración y ósmosis inversa de una fracción del agua que se trata. Esta tecnología permite garantizar el cumplimiento del límite sanitario fijado para los trihalometanos —subproductos de la desinfección— gracias a la eliminación prácticamente total de los precursores orgánicos e inorgánicos que provocan la generación de estos compuestos.

### **4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

#### **4.1. Captación de agua superficial**

El agua superficial es captada a través de unas rejas en el lecho del río, formadas por un conjunto de barros paralelos de hormigón armado.

Bajo las rejas se hallan unas galerías excavadas de sección variable que conducen el agua captada al interior de la ETAP hasta la etapa de desarenado.



La separació entre barres de les reixes i les seccions de les galeries de conducció estan projectades per tal d'evitar la sedimentació de les partícules menors de 8 mm que travessin les esmentades reixes.



#### Característiques de les reixes

Amplada de les barres // 159 mm  
Separació entre les barres // 8 mm  
Nombre de reixes // 4 (central 1) 2 (central 2)  
Longitud de la zona de la reixa // 22,5 m  
Primera secció de la galeria sota la reixa // 0,2 x 2 m (rectangular)  
Última secció de la galeria sota la reixa // 1,2 x 2 m (rectangular)  
Caudal per galeria // 3,3 m<sup>3</sup>/s

#### 4.2. Desarenament

La finalitat d'aquesta etapa és l'eliminació de materials gruixuts (graves i sorres grosses) que puguin haver entrat a la galeria de captació.

Es produeix un eixamplament de la secció del canal de conducció just abans del primer bombament. Aquest augment de la secció del pas d'aigua produeix una pèrdua de velocitat que afavoreix la sedimentació de les sorres en suspensió en les cambres desarenadores. Les sorres acumulades s'extreuen de les cambres mitjançant unes dragues.

#### 4.3. Primera elevació

La càrrega hidràulica proporcionada per aquest bombament possibilita la circulació, per gravetat de l'aigua, pel pretractament de l'ETAP.

La separació entre los barrotes de las rejillas y las secciones de las galerías de conducción están proyectadas para evitar la sedimentación de las partículas menores de 8 mm que atraviesen dichas rejillas.

#### Características de las rejillas

Anchura de los barrotes // 159 mm  
Separación entre los barrotes // 8 mm  
Número de rejillas // 4 (central 1) 2 (central 2)  
Longitud de la zona de la rejilla // 22,5 m  
Primera sección de la galería debajo de la rejilla // 0,2 x 2 m (rectangular)  
Última sección de la galería debajo de la rejilla // 1,2 x 2 m (rectangular)  
Caudal por galería // 3,3 m<sup>3</sup>/s

#### 4.2. Desarenado

La finalidad de esta etapa es la eliminación de materiales gruesos (gravas y arenas gruesas) que puedan haber entrado en la galería de captación.



Se produce un ensanchamiento de la sección del canal de conducción justo antes del primer bombeo. Este aumento de la sección del paso de agua produce una pérdida de velocidad que favorece la sedimentación de las arenas en suspensión en las cámaras desarenadoras. Las arenas acumuladas se extraen de las cámaras mediante unas dragas.

#### 4.3. Primera elevación

La carga hidràulica proporcionada por este bombeo possibilita la circulació, per gravetat de l'aigua, pel pretractament de l'ETAP.

Existeixen dos pous que alimenten les dues línies de tractament o centrals paral·leles. Cada pou disposa de sis grups amb bombes centrífugues axials i semiaxials que eleven l'aigua 11 metres fins a les cambres de mescla.



Característiques de les bombes Central 1 / Central 2

|                                  |      |   |
|----------------------------------|------|---|
| Grups motor bomba de 700 l/s     | 5    | 4 |
| Grups motor bomba de 250 l/s     | 1    | 2 |
| Altura manomètrica d'elevació // | 11 m |   |

#### 4.4. Dosificació de reactius i desinfecció inicial

Les cambres de mescla constitueixen el punt on s'afegeix el coagulant basat en sals d'alumini, per tal d'aglutinar les partícules presents en l'aigua fins a assolir una grandària que permeti la seva separació per gravetat.

La dosificació del coagulant depèn de la qualitat de l'aigua i del cabal a tractar, i aquesta es realitza mitjançant bombes volumètriques dosificadoras en les quals es pot variar, de forma automàtica segons una consigna externa, la dosi que caldrà utilitzar.

La mescla homogènia obtinguda gràcies a una agitació hidràulica passa cap a uns vessadors on se subministra el diòxid de clor. Aquest reactiu es genera *in situ* en la instal·lació d'oxidació adjacent a la captació, a partir d'una mescla d'aigua clorada amb clorit sòdic, i té una doble funció: d'una banda, de desinfecció, i de l'altra, d'oxidant de certs metalls com el ferro i el manganès i de matèria orgànica de tota mena.

També es dosifica diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) mitjançant una graella provista d'orificis situada a la part baixa de la cambra de mescla.

Existen dos pozos que alimentan las dos líneas de tratamiento o centrales paralelas. Cada pozo dispone de seis grupos con bombas centrífugas axiales y semiaxiales que elevan el agua 11 metros hasta las cámaras de mezcla.

Características de las bombas Central 1 / Central 2

|                                    |      |   |
|------------------------------------|------|---|
| Grupos motor bomba de 700 l/s      | 5    | 4 |
| Grupos motor bomba de 250 l/s      | 1    | 2 |
| Altura manométrica de elevación // | 11 m |   |

#### 4.4. Dosificación de reactivos y desinfección inicial

Las cámaras de mezcla constituyen el punto donde se añade el coagulante basado en sales de aluminio, para aglutinar las partículas presentes en el agua hasta alcanzar un tamaño que permita su separación por gravedad.



La dosificación del coagulante depende de la calidad del agua y del caudal que se debe tratar, y ésta se realiza mediante bombas volumétricas dosificadoras en las cuales se puede variar, automáticamente, según una consigna externa, la dosis que se deberá utilizar.

La mezcla homogénea obtenida gracias a una agitación hidráulica pasa hacia unos desagües donde se suministra el dióxido de cloro. Este reactivo se genera *in situ* en la instalación de oxidación adyacente a la captación, a partir de una mezcla de agua clorada con clorito sódico, y tiene una doble función: por un lado, de desinfección, y por otro, de oxidante de ciertos metales como el hierro y el manganeso, y de materia orgánica de todo tipo.

También se dosifica dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) mediante una parrilla provista de orificios situada en la parte baja de la cámara de mezcla.

D'aquesta manera s'estabilitza el pH de l'aigua i s'optimitza la coagulació i els següents processos, tant tècnicament com econòmicament.

L'aigua amb els reactius vessa a uns canals de distribució que alimenten els decantadors.

#### Característiques tècniques dosificació coagulant

Dipòsits enterrats de reactius // 5  
Capacitat dels quatre dipòsits de coagulants //  $4 \times 80 \text{ m}^3$   
Capacitat del dipòsit de floculant //  $1 \times 60 \text{ m}^3$   
Cambres de mescla // 4 (2 per central)  
Vessadors // 4 (2 per central)

#### Característiques tècniques dosificació diòxid de clor

Contenedors de clor en funcionament // 2  
Contenedors de clor en espera // 4  
Clor emmagatzemat // 25 t  
Capacitat contenidors d'acer per al clor líquid //  $1.000 \text{ kg}$   
Emmagatzematge de clorit sòdic //  $2 \times 20 \text{ m}^3$  central 1 i  $2 \times 25 \text{ m}^3$  central 2  
Volum dipòsit pulmó de diòxid de clor //  $8,3 \text{ m}^3$

### 4.5. Sedimentació/decantació

En l'etapa de sedimentació/decantació hi tenen lloc dos processos paral·lels: la sedimentació de matèries coagulades i la decantació de l'aigua clarificada. En aquests decantadors, de tipus estàtic i de forma troncopiramidal, l'aigua fa un recorregut vertical ascendent i treballen mantenint un llit de fangs estabilitzat a una certa alçada, on els petits flocs nous xoquen i s'aglomeren amb els preexistents, mentre que aquells que han assolit una determinada grandària i pes sedimenten al fons.

Per assegurar l'evacuació de fangs i el manteniment del llit de fangs a una alçada adient, es realitzen purgues periòdiques.

#### Característiques de la instal·lació de sedimentació

Nombre de tancs // 88 (48 al central 1 i 40 al central 2)  
Superfície de la planta d'un tanc //  $10 \times 10 = 100 \text{ m}^2$   
Superfície total //  $8.800 \text{ m}^2$   
Velocitat ascensional de l'aigua a la part

De esta forma se estabiliza el pH del agua y se optimiza la coagulación y los siguientes procesos, tanto técnica como económicamente.

El agua con los reactivos pasa a unos canales de distribución que alimentan los decantadores.

#### Características técnicas dosificación coagulante

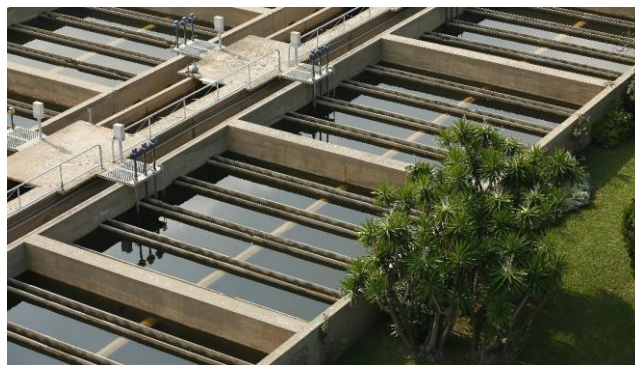
Depósitos enterrados de reactivos // 5  
Capacidad de los cuatro depósitos de coagulantes //  $4 \times 80 \text{ m}^3$   
Capacidad del depósito de floculante //  $1 \times 60 \text{ m}^3$   
Cámaras de mezcla // 4 (2 por central)  
Desagües // 4 (2 por central)

#### Características técnicas dosificación dióxido de cloro

Contenedores de cloro en funcionamiento // 2  
Contenedores de cloro en espera // 4  
Cloro almacenado // 25 t  
Capacidad contenedores de acero para el cloro líquido //  $1.000 \text{ kg}$   
Almacenaje de clorito sódico //  $2 \times 20 \text{ m}^3$  central 1 y  $2 \times 25 \text{ m}^3$  central 2  
Volumen depósito pulmón de dióxido de cloro //  $8,3 \text{ m}^3$

### 4.5. Sedimentación/decantación

En la etapa de sedimentación/decantación, se producen dos procesos paralelos: la sedimentación de materias coaguladas y la decantación del agua clarificada. En estos decantadores, de tipo estático y de forma troncopiramidal, el agua hace un recorrido vertical ascendente y trabajan manteniendo un lecho de fangos estabilizado a una cierta altura, donde los pequeños copos nuevos chocan y se aglomeran con los preexistentes, mientras que aquellos que han alcanzado un determinado tamaño y peso sedimentan al fondo.





prismàtica del tanc, per al cabal de concessió de 5,3 m<sup>3</sup>/s // 2,16 m/h  
Volum interior d'un tanc // 485 m<sup>3</sup>  
Volum total de sedimentació // 42.680 m<sup>3</sup>  
Temps de retenció de l'aigua en el tanc per al cabal de 5,3 m<sup>3</sup>/s // 2 h 15 min

#### 4.6. Filtració per sorra

A fi d'eliminar les restes de flocs que no hagin sedimentat en l'etapa anterior, es fa passar l'aigua a través de filtres de sorra oberts, per gravetat.

El llit filtrant està format per una capa de sorra d'una granulometria determinada, suportada per una estructura modular compartimentada i de material polimèric. L'aigua filtrada es recull en els compartiments i s'envia al col·lector del filtre de sorra.



En aquest punt s'eliminen també certs microorganismes, com la *Giardia* i el *Cryptosporidium*, que per les seves grandàries hi queden retinguts.

Aquests filtres de sorra es van saturant per l'efecte de la retenció de les partícules presents en l'aigua, i per tant, cal procedir a recuperar la seva capacitat de filtració mitjançant rentats a contracorrent. Les aigües del rentat, juntament amb les de les purgues de decantadors i les d'altres orígens, es tracten en una planta de fangs construïda amb aquesta finalitat.

Característiques de la instal·lació de filtres

Espessor del llit filtrant // 0,8 m  
Extensió total de la superfície filtrant // 2.000 m<sup>2</sup>

Para asegurar la evacuación de fangos y el mantenimiento del lecho de fangos a una altura adecuada, se realizan purgas periódicas.

Características de la instalación de sedimentación

Número de tanques // 88 (48 en la central 1 y 40 en la central 2)  
Superficie de la planta de un tanque // 10 x 10 = 100 m<sup>2</sup>  
Superficie total // 8.800 m<sup>2</sup>  
Velocidad ascensional del agua en la parte prismática del tanque, para el caudal de concesión de 5,3 m<sup>3</sup>/s // 2,16 m/h  
Volumen interior de un tanque // 485 m<sup>3</sup>  
Volumen total de sedimentación // 42.680 m<sup>3</sup>  
Tiempo de retención del agua en los tanques para el caudal de 5,3 m<sup>3</sup>/s // 2 h 15 min

#### 4.6. Filtración por arena

A fin de eliminar los restos de copos que no hayan sedimentado en la etapa anterior, se hace pasar el agua a través de los filtros de arena abiertos, por gravedad.

El lecho filtrante está formado por una capa de arena de una granulometría determinada, soportada por una estructura modular compartimentada y de material polimérico. El agua filtrada se recoge en los compartimentos y se envía al colector del filtro de arena.

En este punto, se eliminan también ciertos microorganismos como la *Giardia* y el *Cryptosporidium*, que, a causa de su tamaño, quedan retenidos en él.

Estos filtros de arena se van saturando por el efecto de la retención de las partículas presentes en el agua, y por lo tanto, hay que proceder a recuperar su capacidad de filtración mediante lavados a contracorriente. Las aguas del lavado, junto con las de las purgas de los decantadores y las de otros orígenes, se tratan en una planta de fangs construida a tal efecto.

Características de la instalación de filtros

Espesor del lecho filtrante // 0,8 m  
Extensión total de la superficie filtrante // 2.000 m<sup>2</sup>

Nombre de filtres (dobles) // 20 (10 per central)  
Superfície d'un filtre //  $2 \times 50 = 100 \text{ m}^2$   
Velocitat de filtració amb el cabal de  $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$  //  $9,5 \text{ m/h}$   
Velocitat de filtració amb el cabal mitjà  
i un filtre fora de servei per neteja //  $10 \text{ m/h}$   
Pèrdua de càrrega màxima en el llit filtrant //  $2,5 \text{ mca}$   
Granulometria de la sorra (grandària efectiva) //  $0,8 \text{ mm}$

#### 4.7. Captació d'aigua subterrània

L'aigua subterrània, provinent de l'aqüífer del riu Llobregat, s'incorpora a la sortida de la filtració per sorra en un dipòsit obert que actua com a cambra d'aspiració de la segona elevació. Aquest recurs subterrani possibilita cobrir la demanda en cas de manca d'altres recursos, o per optimitzar la qualitat de l'aigua tractada, diluint l'aigua provinent de l'etapa de tractament anterior.

L'aigua subterrània, malgrat presentar una salinitat equivalent o fins i tot superior a la de l'aigua superficial, és de millor qualitat.

En moments d'excedent d'aigua potable d'origen superficial, i amb l'objectiu d'incrementar les reserves d'aigua en el subsòl i també per tal d'evitar la intrusió salina a l'aqüífer, es duen a terme actuacions de recàrrega artificial, mitjançant la injecció d'aigua potable en l'aqüífer a través dels equipaments dels mateixos pous.

Captació d'aigua subterrània

Nombre total de pous // 25  
Pous de recàrrega / 12

#### 4.8. Segona elevació o bombament intermedi

Aquest és el punt de confluència de les aigües filtrades per sorra i les d'origen subterrani. Amb la finalitat d'optimitzar la mescla de les dues aigües, s'ha incorporat una plataforma metàl·lica. Per efecte d'aquest bombament es compensen les pèrdues de càrrega addicionals introduïdes per les fases de tractament següents. Mitjançant quatre cargols d'Arquímedes, es proporciona l'energia suficient per garantir la circulació per gravetat de l'aigua en les etapes d'ozonització i filtració per carbó actiu, i també en la d'ultrafiltració.

Número de filtros (dobles) // 20 (10 por central)  
Superficie de un filtro //  $2 \times 50 = 100 \text{ m}^2$   
Velocidad de filtración con el caudal de  $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$  //  $9,5 \text{ m/h}$   
Velocidad de filtración con el caudal medio  
y un filtro fuera de servicio por limpieza //  $10 \text{ m/h}$   
Pérdida de carga máxima en el lecho filtrante //  $2,5 \text{ mca}$   
Granulometría de la arena (tamaño efectivo) //  $0,8 \text{ mm}$

#### 4.7. Captación de agua subterránea

El agua subterránea, procedente del acuífero del río Llobregat, se incorpora a la salida de la filtración por arena en un depósito abierto que actúa como cámara de aspiración de la segunda elevación. Este recurso subterráneo possibilita cubrir la demanda en caso de falta de otros recursos, o para optimizar la calidad del agua tratada, diluyendo el agua que proviene de la etapa de tratamiento anterior.

El agua subterránea, a pesar de que presenta una salinidad equivalente o incluso superior a la del agua superficial, es de mejor calidad.

En momentos de excedente de agua potable de origen superficial, y con el objetivo de incrementar las reservas de agua en el subsuelo así como evitar la intrusión salina en el acuífero, se llevan a cabo actuaciones de recarga artificial, mediante la inyección de agua potable en el acuífero a través de los equipamientos de los mismos pozos.

Captación de agua subterránea

Número total de pozos // 25  
Pozos de recarga // 12

#### 4.8. Segunda elevación o bombeo intermedio

Este es el punto de confluencia de las aguas filtradas por arena y las de origen subterráneo. Con la finalidad de optimizar la mezcla de las dos aguas, se ha incorporado una plataforma metálica. Por efecto de este bombeo, se compensan las pérdidas de carga adicionales introducidas por las fases de tratamiento siguientes. Mediante cuatro tornillos de Arquímedes, se proporciona la energía suficiente para garantizar la circula-

Els cargols tenen l'avantatge que no necessiten un gran dipòsit regulador, ja que eleven més o menys aigua en funció del nivell de la cambra d'aspiració.

A partir d'aquest punt, l'aigua es reparteix en dues línies independents: d'una banda, el tractament per ozó i filtració de carbó actiu, i de l'altra, el tractament mitjançant membranes d'ultrafiltració i òsmosi inversa amb posterior remineralització.

Característiques del bombament intermedi

Nombre de cargols d'Arquímedes // 4  
Capacitat d'elevació de cada cargol // 1,8 m<sup>3</sup>/s

#### 4.9. Ozonització

El tractament d'afinatge amb ozó seguit de filtració a través de carbó actiu permet millorar les condicions organolèptiques de l'aigua (color, gust i olor).

En aquesta instal·lació es genera ozó a partir d'oxigen líquid, prèvia evaporació d'aquest. La mescla d'oxigen residual i ozó es difon en les cambres de contacte per on circula l'aigua, mitjançant difusors porosos fabricats amb materials ceràmics.

Aquesta difusió té efectes biocides i oxidants, i constitueix una barrera eficaç per eliminar microorganismes. A més, oxida la matèria orgànica i d'altres compostos afavorint la seva retenció als filtres de carbó actiu.



Característiques de les instal·lacions per ozonitzar

Cabal màxim d'aigua a tractar // 6 m<sup>3</sup>  
Cabal nominal d'aigua a tractar // 5,3 m<sup>3</sup>/s

ció por gravedad del agua en las etapas de ozonización y filtración por carbón activo, así como en la de ultrafiltración.

Los tornillos tienen la ventaja de que no necesitan un gran depósito regulador, ya que elevan más o menos agua en función del nivel de la cámara de aspiración.



A partir de este punto, el agua se reparte en dos líneas independientes: por un lado, el tratamiento por ozono y filtración de carbón activo y, por otro, el tratamiento mediante membranas de ultrafiltración y ósmosis inversa con posterior remineralización.

Características del bombeo intermedio

Número de tornillos de Arquímedes // 4  
Capacidad de elevación de cada tornillo // 1,8 m<sup>3</sup>/s

#### 4.9. Ozonización

El tratamiento de afino con ozono seguido de filtración a través de carbón activo permite mejorar las condiciones organolépticas del agua (color, sabor y olor).

En esta instalación se genera ozono a partir de oxígeno líquido, previa evaporación del mismo. La mezcla de oxígeno residual y ozono se difunde en las cámaras de contacto por donde circula el agua, mediante difusores porosos fabricados con materiales cerámicos.

Esta difusión tiene efectos biocidas y oxidantes, y constituye una barrera eficaz para eliminar microorganismos. Además, oxida la materia orgánica y otros compuestos favoreciendo su retención en los filtros de carbón activo.



Dosi màxima d'ozó a cabal màxim // 4,8 ppm  
 Nombre d'ozonitzadors // 3 unitats  
 Producció màxima d'ozó per cada  
 ozonitzador // 2 x 20 kg O<sub>3</sub>/h i 1 x 60 kg O<sub>3</sub>/h  
 Producció màxima d'ozó  
 a la instal·lació // 100 kg O<sub>3</sub>/h  
 Nombre de cambres de contacte ozó/aigua // 4 unitats  
 Nombre de destructors d'ozó // 3 unitats

#### 4.10. Filtració per carbó actiu granular

L'aigua procedent de les cambres de contacte de l'ozonització arriba als filtres a través de quatre canonades que desguassen a uns canals perimetrals, els quals reparteixen els cabals a cada filtre a través de vàlvules de comporta.

La finalitat d'aquesta etapa és l'eliminació de compostos orgànics, els quals queden adsorbits en el si dels grans de carbó actiu granular (CAG). També reté òxids metàl·lics (ferro, manganès, níquel, etc.). Part de la capacitat d'adsorció del carbó actiu es perd a mesura que s'utilitza, així, doncs, cal realitzar un seguiment de la seva capacitat per assegurar una adequada eliminació dels contaminants. Quan el carbó actiu està saturat de matèria orgànica i perd la seva capacitat adsorbent, es duu a terme una regeneració mitjançant forns específics.

Els filtres de carbó actiu granular, com els filtres de sorra, requereixen rentats a contracorrent quan el llit filtrant se satura. La instal·lació està preparada per recuperar les aigües provinents del rentat dels filtres.

L'aigua filtrada es recull mitjançant un fons de col·lectors ramificats i perforats.

Característiques generals de les instal·lacions de filtració

Espessor de llit filtrant // 1,5 m  
 Superfície total filtrant // 2.000 m<sup>2</sup>  
 Nombre de filtres (dobles) // 20  
 Superfície d'un filtre // 2 x 50 = 100 m<sup>2</sup>  
 Velocitat de filtració amb  
 el cabal màxim de 6 m<sup>3</sup>/s // 10,8 m/h  
 Velocitat de filtració amb un  
 filtre fora de servei per neteja // 11,4 m/h  
 Medi filtrant // CAG  
 Pèrdua de càrrega màxima

Características de las instalaciones para ozonizar

Caudal máximo de agua para tratar // 6 m<sup>3</sup>  
 Caudal nominal de agua para tratar // 5,3 m<sup>3</sup>/s  
 Dosis máxima de ozono a caudal  
 máximo // 4,8 ppm  
 Número de ozonizadores // 3 unidades  
 Producción máxima de ozono por cada  
 ozonizador // 2 x 20 kg O<sub>3</sub>/h y 1 x 60 kg O<sub>3</sub>/h  
 Producción máxima de ozono  
 en la instalación // 100 kg O<sub>3</sub>/h  
 Número de cámaras de  
 contacto ozono/aigua // 4 unidades  
 Número de destructores de ozono // 3 unidades

#### 4.10. Filtración por carbón activo granular

El agua procedente de las cámaras de contacto de la ozonización llega a los filtros a través de cuatro tuberías que desaguan en unos canales perimetrales, que reparten los caudales a cada filtro a través de válvulas de compuerta.



La finalidad de esta etapa es la eliminación de compuestos orgánicos, los cuales quedan adsorbidos en el seno de los granos de carbón activo granular (CAG). También retiene óxidos metálicos (hierro, manganeso, níquel, etc.). Parte de la capacidad de adsorción del carbón activo se pierde a medida que se utiliza, de modo que es necesario realizar un seguimiento de su capacidad para asegurar una adecuada eliminación de los contaminantes. Cuando el carbón activo está saturado de materia orgánica y pierde su capacidad adsorbente, se lleva a cabo una regeneración mediante hornos específicos.

Los filtros de carbón activo granular, así como los filtros de arena, requieren lavados a contracorriente cuando el lecho filtrante se satura. La instalación está preparada para recuperar las aguas procedentes del lavado de los filtros.

en el llit filtrant // 3 mca  
Granulometria del CAG  
(grandària efectiva) // 0,55-0,65 mm  
Coeficient d'uniformitat del CAG // 1,9 o menys

#### 4.11. Ultrafiltració

Amb la finalitat d'assolir els objectius de qualitat establerts, tant pel que fa a la millora organolèptica com al compliment de les legislacions més rigoroses (actuals i futures), una fracció de l'aigua provinent del bombament intermedi és tractada mitjançant tecnologia de membranes. Aquest cabal requereix una acidificació prèvia amb àcid sulfúric, per tal d'ajustar el pH al que maximitza la retenció de l'alumini residual en la primera etapa de membranes d'ultrafiltració (UF). Les membranes d'UF treballen submergides i funcionen per aspiració de l'aigua cap a seu interior. Per la seva grandària de pas representen una barrera total contra els bacteris, però no contra els virus. També eliminen matèries en suspensió fins al nivell requerit per al correcte funcionament de les membranes d'òsmosi inversa (OI).



Mitjançant un canal de repartiment, l'aigua es distribueix a les nou cambres on estan submergits els trens de membranes d'UF. Per recollir l'aigua permeada es disposa de nou bombes, una per cambra, que vehiculen l'aigua cap a dos canals de recollida, que vessen l'aigua a un dipòsit d'emmagatzematge de 1.600 m<sup>3</sup> de capacitat. Aquest dipòsit disposa de 12 bombes verticals, les quals impulsen l'aigua ultrafiltrada al pretractament de l'OI.

Periòdicament s'han de realitzar rentats a contracorrent dels mòduls d'UF per recuperar la capacitat de la instal·lació, que es veu disminuïda per l'acumulació de substàncies a la superfi-

El agua filtrada se recoge mediante un fondo de colectores ramificados y perforados.

#### Características generales de las instalaciones de filtración

Espesor de lecho filtrante // 1,5 m  
Superficie total filtrante // 2.000 m<sup>2</sup>  
Número de filtros (dobles) // 20  
Superficie de un filtro // 2 x 50 = 100 m<sup>2</sup>  
Velocidad de filtración con el caudal máximo de 6 m<sup>3</sup>/s // 10,8 m/h  
Velocidad de filtración con un filtro fuera de servicio por limpieza // 11,4 m/h  
Medio filtrante // CAG  
Pérdida de carga máxima en el lecho filtrante // 3 mca  
Granulometría del CAG (tamaño efectivo) // 0,55-0,65 mm  
Coeficiente de uniformidad del CAG // 1,9 o menor

#### 4.11. Ultrafiltración

Con la finalidad de conseguir los objetivos de calidad establecidos, en la mejora organoléptica así como en el cumplimiento de las legislaciones más rigurosas (actuales y futuras), una fracción del agua procedente del bombeo intermedio es tratada mediante tecnología de membranas. Este caudal requiere una acidificación previa con ácido sulfúrico, para ajustar el pH al que maximiza la retención del aluminio residual a la primera etapa de membranas de ultrafiltración (UF). Las membranas de UF trabajan sumergidas y funcionan por aspiración del agua hacia su interior. Por su tamaño de paso representan una barrera total contra las bacterias, pero no contra los virus. También eliminan materias en suspensión hasta el nivel requerido para el correcto funcionamiento de las membranas de ósmosis inversa (OI).

Mediante un canal de reparto, el agua se distribuye a las nueve cámaras donde están sumergidos los trens de membranas de UF. Para recoger el agua permeada, se dispone de nueve bombas, una por cámara, que vehiculan el agua hacia dos canales de recogida, que vierten el agua a un depósito de almacenaje de 1.600 m<sup>3</sup> de capacidad. Este depósito cuenta con 12 bombas verticales que impulsan el agua ultrafiltrada al pretratamiento de la OI.



cie exterior de les membranes. L'aigua de neteja es condueix al desguàs general de l'ETAP, amb la possibilitat de ser reincorporada al procés.

#### Característiques de la ultrafiltració

Pressió transmembranària // 0,8 bar  
Mida porus // 0,02 µm  
Cambres d'ultrafiltració // 9  
Cassettes per cada cambra // 9  
Bombes de contrarentatge // 3

### 4.12. Osmosi inversa

L'aigua provinent de la ultrafiltració, abans de ser bombada als bastidors d'osmosi inversa, és vehiculada a un pretractament consistent en addició de reactius, radiació ultraviolada, filtració per cartutx i un altre cop radiació ultraviolada. La finalitat d'aquest pretractament és protegir les membranes d'osmosi, segons s'explica tot seguit.

Addició de reactius per a l'etapa d'osmosi: Per tal de protegir les membranes d'osmosi de possibles precipitacions, es fa un reajustament, si cal, del pH de l'aigua amb àcid sulfúric, afegint a més bisulfit per neutralitzar el potencial oxidant, i un dispersant que alenteix els fenòmens de cristallització de les sals presents a l'aigua.

Radiació ultraviolada: Radiació desinfectant per eliminar els bacteris i virus supervivents a les etapes anteriors, i els possibles recreixements que afectin posteriorment les membranes d'osmosi.

Filtres de cartutx: Aquests filtres de grandària de porus superior al de la UF estan dissenyats per oferir una protecció addicional a les membranes d'osmosi en cas de fuga en l'etapa d'UF.

Radiació ultraviolada: Radiació desinfectant addicional per eliminar els possibles recreixements de bacteris i virus als filtres de cartutx que puguin afectar posteriorment les membranes d'osmosi.

#### Característiques del tractament previ a l'OI

Filtres de cartutx // 5 x 665 cartutxos  
Punt de tall // 5 µm  
Equips UV // 2 x 5  
Làmpades UV per equip // 132

Períodícament, se deben realizar lavados a contracorriente de los módulos de UF para recuperar la capacidad de la instalación, que se ve disminuida por la acumulación de sustancias en la superficie exterior de las membranas. El agua de limpieza se conduce al desagüe general de la ETAP, con la posibilidad de ser reincorporada al proceso.

#### Características de la ultrafiltración

Presión transmembranaria // 0,8 bar  
Medida poros // 0,02 µm  
Cámaras de ultrafiltración // 9  
Cassettes por cada cámara // 9  
Bombas de contralavado // 3

### 4.12. Ósmosis inversa

El agua procedente de la ultrafiltración, antes de ser bombeada a los bastidores de ósmosis inversa, es vehiculada a un pretratamiento consistente en adición de reactivos, radiación ultravioleta, filtración por cartucho y de nuevo radiación ultravioleta. La finalidad de este pretratamiento es proteger las membranas de ósmosis, según se explica a continuación.



Addición de reactivos para la etapa de ósmosis: A fin de proteger las membranas de ósmosis de posibles precipitaciones, se reajusta, si fuera necesario, el pH del agua con ácido sulfúrico, añadiendo además bisulfito para neutralizar el potencial oxidante, y un dispersante que retarda los fenómenos de cristalización de las sales presentes en el agua.

Radiación ultravioleta: Radiación desinfectante para eliminar las bacterias y los virus supervivientes a las etapas anteriores y los posibles recrecimientos que afecten posteriormente a las membranas de ósmosis.

## Osmosi inversa (OI)

Pròpiament l'osmosi inversa suposa una barrera total per a virus i bacteris. A més, elimina la pràctica totalitat dels compostos orgànics i inorgànics presents en l'aigua, i assoleix conductivitats i valors de carboni orgànic total extremadament baixos.

Un bombament a alta pressió permet el pas per dues de les etapes d'osmosi de l'aigua ultrafiltrada que ha passat prèviament pel pretractament de la planta d'OI. En aquest procés es genera un rebuig concentrat de sals. Un segon bombament proporciona al rebuig provinent de les dues etapes anteriors la pressió necessària per superar la tercera etapa.

En produir una aigua pràcticament sense sals, es requereix una remineralització posterior per assegurar que l'aigua no sigui agressiva.

El rebuig generat d'aigua concentrada en sals (salmorra) s'aboca a un dipòsit per a aquest fi, i mitjançant un bombament, el rebuig s'injecta al col·lector de salmorres de la conca del Llobregat, el qual aboca al mar sense causar impacte ambiental.

### Característiques de l'osmosi inversa

Nombre de bastidors // 10  
Nombre de tubs per bastidor // 158  
Nombre de membranes per tub // 7  
Nombre total de membranes d'OI // 11.060  
Pressió de l'aigua // 8-16 bar  
Cabal d'alimentació del bastidor // 265 l/s  
Índex de recuperació amb les tres etapes // 90%

## 4.13. Remineralització

Aquesta etapa es duu a terme per ajustar la mescla de l'aigua provinent de l'afinatge amb l'aigua de l'osmosi, garantint en tot moment que el contingut de sals minerals no proporcioni a l'aigua producte un caràcter agressiu ni incrustant.

La remineralització es realitza en els filtres de calcita, unes cambres de contacte en què es fa passar l'aigua osmotitzada a través d'un llit de calcita (carbonat càlcic,  $\text{CaCO}_3$ ).

**Filtros de cartucho:** Estos filtros de tamaño de poro superior al de la UF están diseñados para ofrecer una protección adicional a las membranas de ósmosis en caso de fuga en la etapa de UF.

**Radiación ultravioleta:** Radiación desinfectante adicional para eliminar los posibles recrecimientos de bacterias y virus en los filtros de cartucho que puedan afectar posteriormente a las membranas de ósmosis.

### Características del tratamiento previo a la OI.

Filtros de cartucho // 5 x 665 cartuchos  
Punto de corte // 5  $\mu\text{m}$   
Equipos UV // 2 x 5  
Lámparas UV por equipo // 132

## Ósmosis inversa (OI)

Propiamente la ósmosis inversa supone una barrera total para bacterias y virus. Además, elimina la práctica totalidad de los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua, alcanzando conductividades y valores de carbono orgánico total extremadamente bajos.

Un bombeo a alta presión permite el paso por dos de las etapas de ósmosis del agua ultrafiltrada que ha pasado previamente por el pretratamiento de la planta de OI. En este proceso se genera un rechazo concentrado de sales. Un segundo bombeo proporciona al rechazo procedente de las dos etapas anteriores la presión necesaria para superar la tercera etapa.

Al producir un agua pràcticament carente de sals, se requiere una remineralización posterior para asegurar que el agua no sea agresiva.

El rechazo generado de agua concentrada en sales (salmuera) se vierte a un depósito para este fin, y mediante un bombeo, el rechazo se inyecta al colector de salmueras de la cuenca del Llobregat, el cual vierte al mar, sin causar impacto ambiental.

### Características de la ósmosis inversa

Número de bastidores // 10  
Número de tubos por bastidor // 158  
Número de membranas por tubo // 7  
Número total de membranas de OI // 11.060  
Presión del agua // 8-16 bar  
Caudal de alimentación del bastidor // 265 l/s  
Índice de recuperación con las tres etapas // 90%

Durant aquest procés, existeix la possibilitat d'afegir diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) per tal d'afavorir la dissolució de la calcita necessària per a una òptima remineralització. També existeix la possibilitat de dosificar hidròxid sòdic.

Els filtres de calcita requereixen esponjaments (rentatges a contracorrent) per eliminar les impureses de la calcita aparegudes a mesura que el gra s'ha dissolt. L'aigua de rentatge dels filtres és reconduïda cap a la planta de tractament fangs.



#### Característiques de la remineralització

Nombre de filtres // 24  
Extensió superficial d'un filtre //  $4 \times 6 \text{ m}^2$   
Alçada d'un filtre ple // 2,8 m  
Quantitat de calcita per filtre // 100 t

#### 4.14. Cambra de mescla i cloració

En aquest punt es mesclen l'aigua ozonitzada i filtrada per carbó actiu granular amb la provinent de la línia de membranes i remineralització. L'aigua resultant ha d'estar equilibrada calcocarbònicament perquè aquesta no sigui ni agressiva ni incrustant.

La cambra de mescla aboca l'aigua al dipòsit 4, on té lloc la cloració que assegurarà l'eliminació de la pràctica totalitat del contingut d'amoni que romangui després del tractament d'ozonització-filtració per carbó actiu, i garantirà també la desinfecció total de l'aigua.

L'aigua del dipòsit 4 és sotmesa a un recorregut laberíntic que impedeix l'existència de zones mortes. El temps de retenció és de 30 minuts, aproximadament.

#### 4.13. Remineralización

Esta etapa se lleva a cabo para ajustar la mezcla del agua procedente del afinado con el agua de la ósmosis, garantizando en todo momento que el contenido de sales minerales no proporcione al agua producto un carácter agresivo ni incrustante. La remineralización se realiza en los filtros de calcita, unas cámaras de contacto en las que se hace pasar el agua osmotizada a través de un lecho de calcita (carbonato cálcico,  $\text{CaCO}_3$ ).

Durante este proceso, existe la posibilidad de añadir dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para favorecer la disolución de la calcita necesaria para una óptima remineralización. También existe la posibilidad de dosificar hidróxido sódico.

Los filtros de calcita requieren esponjamientos (lavados a contracorriente) para eliminar las impurezas de la calcita aparecidas a medida que el grano se ha ido disolviendo. El agua de lavado de los filtros es reconducida hacia la planta de tratamiento de fangos.

#### Características de la remineralización

Número de filtres // 24  
Extensión superficial de un filtro //  $4 \times 6 \text{ m}^2$   
Altura de un filtro lleno // 2,8 m  
Cantidad de calcita por filtro // 100 t

#### 4.14. Cámara de mezcla y cloración

En este punto se mezclan el agua ozonizada y filtrada por carbón activo granular con la procedente de la línea de membranas y remineralización. El agua resultante debe estar equilibrada calcocarbònicament para que ésta no sea ni agresiva ni incrustante.

La cámara de mezcla vierte el agua al depósito 4, donde se produce la cloración que asegurará la eliminación de prácticamente todo el contenido de amonio que quede tras el tratamiento de ozonización-filtración por carbón activo, y garantizará también la desinfección total del agua.

El agua del depósito 4 es sometida a un recorrido laberíntico que impide la existencia de zonas muertas. El tiempo de retención es de 30 minutos, aproximadamente.



#### 4.15. Dipòsit d'estabilització i postcloració (dipòsit 3)

En aquest dipòsit s'efectua la cloració final. També té una funció estabilitzadora dels bombaments a xarxa. Com al dipòsit 4, l'aigua discorre a través d'ell de forma laberíntica, amb la mateixa finalitat d'evitar l'existència de zones mortes. El temps de retenció també és de 30 minuts, aproximadament.

#### 4.16. Bombaments finals a la xarxa de distribució (dipòsits 1 i 2)

Un cop acabat el tractament, els cabals s'acumulen en dos dipòsits, amb una capacitat total de 4.000 m<sup>3</sup>, que serveixen per alimentar dues estacions de bombament que transporten l'aigua des de la planta fins als nodes de la xarxa de distribució. A l'entrada d'ambdues centrals existeixen sengles rechloradors d'emergència, per al cas extraordinari que es detectessin manques de clor després de les dues etapes de cloració precedents.



L'estació de bombament de la central 1 impulsa l'aigua a cota 10 m amb un cabal de 3.300 l/s a la central de Cornellà, i l'estació de la central 2 la impulsa a cota 50 m i a cota 70 m, amb un cabal de 2.600 l/s a la central de Rellu (al terme de Sant Joan Despí) i 400 l/s a la zona de Gavà.

Característiques tècniques del bombament final

Cabal d'aigua a cota 10 (Cornellà) // 3.300 l/s  
Cabals d'aigua a cota 50 i 70  
(central de Rellu i zona Gavà) // 2.600 l/s + 400 l/s  
Cota d'altura del dipòsit d'Esplugues // 100 m

#### 4.15. Depósito de estabilización y poscloración (depósito 3)



En este depósito se efectúa la cloración final. También tiene una función estabilizadora de los bombeos a red. Como en el depósito 4, el agua discurre a través de un recorrido laberíntico con la misma finalidad de evitar la existencia de zonas muertas. El tiempo de retención también es de 30 minutos, aproximadamente.

#### 4.16. Bombeos finales a la red de distribución (depósitos 1 y 2)

Una vez finalizado el tratamiento, los caudales se acumulan en dos depósitos, con una capacidad total de 4.000 m<sup>3</sup>, que sirven para alimentar dos estaciones de bombeo que transportan el agua desde la planta hasta los nodos de la red de distribución. En la entrada de ambas centrales existen sendos rechloradores de emergencia, para el caso extraordinario de que se detectaran carencias de cloro tras las dos etapas de cloración precedentes.

La estación de bombeo de la central 1 impulsa el agua a cota 10 m con un caudal de 3.300 l/s a la central de Cornellà; y la estación de la central 2 la impulsa a cota 50 m y a cota 70 m, con un caudal de 2.600 l/s, a la central de Rellu (en el término de Sant Joan Despí), y 400 l/s, a la zona de Gavà.

Características técnicas del bombeo final

Caudal de agua a cota 10 (Cornellà) // 3.300 l/s  
Caudal de agua a cota 50 y 70 (central  
de Rellu y zona Gavà) // 2.600 l/s + 400 l/s  
Cota de altura del depósito de Esplugues // 100 m

#### 4.17.

### Tractament de fangs

La planta de fangs tracta els llots produïts en les purgues dels decantadors, en l'aigua de rentat dels diferents filtres i en el rentat dels llits de calcita.

Tots aquests llots es vehiculen cap a un dipòsit d'homogeneïtzació previ al tractament.

La planta de fangs consta de sis etapes:

1. Bombament primari: Es proporciona al fang la cota per començar el procés.

2. Desbast: Etapa que reté la brutícia que pugui arrossegar el fang en dos tamisos rotatius.

3. Espessiment: Es fa la primera separació de fang i sobrenedant. S'addiciona coagulat i floculant per facilitar una posterior sedimentació/decantació. Com a resultat, s'obté un sobrenedant amb una concentració inferior a 80 mg/li i uns fangs amb un 4% de sequedat.

4. Deshidratació: Es torna a passar el fang per un segon tamís. Seguidament passa pels decantadors centrífugs dels quals surt aigua amb una concentració en sòlids inferior a 80 mg/l i s'aconsegueixen uns fangs amb sequedats entre el 35% i el 45%.

5. Fluidització: Es requereix per adequar i homogeneïtzar el fang. S'addiciona entre el 5% i el 6% en pes de sosa càustica que es barreja amb una agitació intensa dins d'uns mescladors, de tal manera que la sequedat dels fangs roman inalterada mentre que la viscositat i l'heterogeneïtat sí que es veuen substancialment reduïdes.

6. Atomització: S'evapora l'aigua introduint els fangs en un atomitzador per assolir una sequedat del 95%.

El sobrenedant sortint d'aquesta planta es recicla i s'incorpora de nou al tractament de l'aigua en l'etapa de captació d'aigua superficial. El fang atomitzat es gestiona conforme a la normativa vigent, mitjançant la seva valorització com a matèria primera en la indústria cimentera.

Característiques de la planta de fangs

Quantitat diària de producció de fang atomitzat // 30 t/dia  
Sequedat final del producte // 95%  
Granulometria del producte // 150 µm  
Capacitat de tractament diària // 17.000 m<sup>3</sup>

#### 4.17.

### Tratamiento de fangos

La planta de fangos trata los lodos producidos en las purgas de los decantadores, en el agua de lavado de los distintos filtros y en el lavado de los lechos de calcita. Todos estos lodos se vehiculan hacia un depósito de homogeneización previo al tratamiento.



La planta de fangos consta de seis etapas:

1. Bombeo primario: Se proporciona al fango la cota para iniciar el proceso.

2. Desbast: Etapa que retiene la suciedad que pueda arrastrar el fango en dos tamices rotativos.

3. Espesamiento: Se realiza la primera separación de fango y sobrenadante. Se añade coagulado y floculante para facilitar una posterior sedimentación/decantación. Como resultado, se obtiene un sobrenadante con una concentración inferior a 80 mg/l y unos fangos con un 4% de sequedad.

4. Deshidratación: Se vuelve a pasar el fango por un segundo tamiz. Seguidamente, pasa por los decantadores centrífugos de los cuales sale agua con una concentración en sólidos inferior a 80 mg/l y se consiguen unos fangos con sequedades entre el 35% y 45%.

5. Fluidización: Se requiere para adecuar y homogeneizar el fango. Se añade entre el 5% y el 6% en peso de sosa cáustica que se mezcla con una agitación intensa dentro de unos mezcladores, de modo que la sequedad de los fangos permanece inalterada, mientras que la viscosidad y la heterogeneidad sí se ven sustancialmente reducidas.

6. Atomización: Se evapora el agua introduciendo los fangos en un atomizador para obtener una sequedad del 95%.

El sobrenadante saliente de esta planta se recicla y se incorpora de nuevo en el tratamiento del agua en

Pas de malla dels dos tamisos rotatius de desbast // 3 mm  
Decantadors dinàmics // 2  
Pas de malla del filtre rotatiu de deshidratació // 1 mm  
Decantadors centrífugs // 3  
Capacitat d'evaporació de l'atomitzador // 3.000 kg/h

#### 4.18. Control de qualitat del tractament

La planta de tractament de Sant Joan Despí es completa amb un laboratori, en el qual es practiquen determinacions i anàlisis físiques i químiques per controlar la qualitat de l'aigua crua (superficial i subterrània), de l'aigua a les fases intermèdies de tractament i de l'aigua tractada que és distribuïda a la xarxa d'abastament.



Les determinacions fisicoquímiques que es realitzen permeten prendre decisions sobre l'acceptabilitat dels paràmetres de les aigües crues per ser tractades i les característiques específiques del tractament, com és la correcta dosificació de reactius, el control de l'estat dels filtres i l'adequació de la desinfecció final. En conjunt, es duen a terme diàriament del ordre de 250 mostres i 1.300 analítiques de paràmetres diversos, per assegurar la idoneïtat dels processos.

Les tasques de control i estudi es completen amb el laboratori ubicat al centre de Collblanc (Barcelona) i un altre de tipus mòbil. Tots dos permeten fer el seguiment de la qualitat de l'aigua distribuïda a través d'un pla de mostreig, a partir del qual se supervisa l'adequació sanitària i l'organolèptica a través d'un

la etapa de captació de agua superficial. El fango atomizado se gestiona conforme a la normativa vigente, mediante su valorización como materia prima en la industria cementera.

#### Características de la planta de fangos

Cantidad diaria de producción de fango atomizado // 30 t/día  
Sequedad final del producto // 95%  
Granulometría del producto // 150 µm  
Capacidad de tratamiento diaria // 17.000 m<sup>3</sup>  
Paso de malla de los dos tamices rotativos de desbaste // 3 mm  
Decantadores dinámicos // 2  
Paso de malla del filtro rotativo de deshidratación // 1 mm  
Decantadores centrífugos // 3  
Capacidad de evaporación del atomizador // 3.000 kg/h

#### 4.18. Control de calidad del tratamiento

La planta de tratamiento de Sant Joan Despí se completa con un laboratorio, en el que se practican determinaciones y análisis físicos y químicos para controlar la calidad del agua cruda (superficial y subterránea), del agua en las fases intermedias de tratamiento y del agua tratada que es distribuïda a la red de abastecimiento.

Las determinaciones fisicoquímicas que se realizan permiten tomar decisiones sobre la aceptabilidad de los parámetros de las aguas crudas para ser tratadas y las características específicas del tratamiento, como la correcta dosificación de reactivos, el control del estado de los filtros y la adecuación de la desinfección final. En conjunto, se llevan a cabo diariamente del orden de 250 muestras y 1.300 analíticas de parámetros diversos, para asegurar la idoneidad de los procesos.

Las tareas de control y estudio se completan con el laboratorio ubicado en el centro de Collblanc (Barcelona) y otro de tipo móvil. Ambos permiten realizar el seguimiento de la calidad del agua distribuïda a través de un plan de muestreo, a partir del cual se supervisa la adecuación sanitaria así como la organoléptica, a través de un equipo de técnicos catadores de agua especializados en gustos y olores.

En diciembre del año 2009, Aigües de Barcelona obtuvo la certificación ISO 22000, que incorpora por



equip de tècnics tastadors d'aigua especialitzats en gustos i olors.

Al desembre de l'any 2009, Aigües de Barcelona va obtenir la certificació ISO 22000, que incorpora per primera vegada un model estructurat de gestió preventiva del risc sanitari en la indústria alimentària, basat en els conceptes APPCC (Anàlisi de Perills i Punts de Control Crítics). És la primera empresa de subministrament d'aigua que aplica la norma ISO 22000 en un abastament de prop de 3 milions de persones i que inclou tot l'àmbit d'abastament, des de la producció fins a la distribució de l'aigua per al consum.

#### **4.19.** **Telecontrol i control operatiu**

La planta de tractament disposa d'un centre de telecontrol des d'on es governa el funcionament automàtic de totes les instal·lacions de la línia de tractament.

Aquest centre de telecontrol rep informació de les instal·lacions i envia ordres de comandament, gestionant més de 10.000 senyals. La pràctica totalitat dels processos es realitza de manera automatitzada.



A més a més, tota l'activitat relacionada amb la distribució de l'aigua potable és gestionada i supervisada gràcies a un altre centre de control situat a Collblanc (Barcelona).

El centre de telecontrol de l'ETAP també rep la informació enviada per una extensa xarxa d'estacions d'alerta situades allarg del curs del riu sobre l'estat de l'aigua i la seva composició abans que arribi a les reixes de captació de la planta. Aquest control previ es completa amb les previsions meteorològiques i

primera vez un modelo estructurado de gestión preventiva del riesgo sanitario en la industria alimentaria, basado en los conceptos APPCC (Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos). Es la primera empresa de suministro de agua que aplica la norma ISO 22000 en un abastecimiento de cerca de 3 millones de personas y que incluye todo el ámbito de abastecimiento, desde la producción hasta la distribución de agua para el consumo.

#### **4.19.** **Telecontrol y control operativo**

La planta de tratamiento dispone de un centro de telecontrol desde donde se gobierna el funcionamiento automático de todas las instalaciones de la línea de tratamiento.

Este centro de telecontrol recibe información de las instalaciones y envía órdenes de mando, gestionando más de 10.000 señales. La práctica totalidad de los procesos se realiza de forma automatizada.

Además, toda la actividad relacionada con la distribución del agua potable es gestionada y supervisada gracias a otro centro de control situado en Collblanc (Barcelona).

El centro de telecontrol de la ETAP también recibe la información enviada por una extensa red de estaciones de alerta, situadas a lo largo del curso del río, sobre el estado del agua y su composición antes de que llegue a las rejillas de captación de la planta. Este control previo se completa con las previsiones meteorológicas y con una red de pluviómetros que informan sobre posibles fenómenos atmosféricos que puedan alterar la calidad del agua en el río.

#### **4.20.** **Tratamiento de residuos**

Aigües de Barcelona, como organización que gestiona un recurso natural, es consciente del compromiso que tiene con la sociedad y el entorno donde desarrolla sus actividades. Por esta razón, se realiza una gestión desde una perspectiva de fuerte sensibilización ambiental siguiendo el modelo definido por la norma UNE-EN ISO 14001:2004 en los procesos de producción de agua y análisis del laboratorio. Uno de los principios de la política medioambiental de la empresa es conseguir una reducción eficaz del impacto ambiental de nuestra actividad y aumentar el impacto positivo, aplican-

amb una xarxa de pluviòmetres que informen sobre possibles fenòmens atmosfèrics que puguin alterar la qualitat de l'aigua en el riu.

#### 4.20.

#### Tractament de residus

Aigües de Barcelona, com a organització que gestiona un recurs natural, és conscient del compromís que té amb la societat i l'entorn on desenvolupa les seves activitats. Per aquesta raó, es realitza una gestió des d'una perspectiva de forta sensibilització ambiental seguint el model definit per la norma UNE-EN ISO 14001:2004 en els processos de producció d'aigua i anàlisis del laboratori.

Un dels principis de la política mediambiental de l'empresa és aconseguir una reducció eficaç de l'impacte ambiental de la nostra activitat i augmentar-ne l'impacte positiu, aplicant processos i tecnologies més netes i portant a terme una gestió de residus correcta, sempre segons la legislació vigent.

#### 5.

#### ESPAI EDUCATIU



Des de la construcció de l'ETAP, la comunitat educativa ha mostrat un gran interès per visitar les instal·lacions i poder conèixer de primera mà el procés de potabilització. Atesa la creixent demanda de públic visitant i a fi de dur a terme l'atenció al visitant d'una manera curricular i especialitzada, l'any 2004 es va crear l'Espai Educatiu, un indret situat dins l'ETAP concebut estructuralment per atendre grups, amb uns espais destinats a facilitar continguts teòrics i experimentals, segons escaigui.

do procesos y tecnologías más limpias y llevando a cabo una gestión de residuos correcta, siempre según la legislación vigente.



#### 5.

#### ESPACIO EDUCATIVO

Desde la construcción de la ETAP, la comunidad educativa ha mostrado un gran interés por visitar las instalaciones y poder conocer de primera mano el proceso de potabilización. Considerando la creciente demanda de público visitante y a fin de llevar a cabo la atención al visitante de manera curricular y especializada, en el 2004 se creó el Espacio Educativo, un lugar situado en la ETAP concebido estructuralmente para atender a grupos, con unos espacios destinados a facilitar contenidos teóricos y experimentales, según corresponda.

El objetivo de la construcción de este espacio era que los alumnos pudieran ver el proceso de potabilización y disfrutar de él directamente, y también conocer todos los procesos que sigue el agua antes de llegar a casa, así como educarlos en los valores de uso racional del agua.

Actualmente, el Espacio Educativo recibe una media de 7.000 visitantes por año académico, de perfiles curriculares variados, desde la educación secundaria obligatoria hasta estudios universitarios, mayoritariamente de especialidades técnicas. La valoración que estas visitas hacen de las sesiones educativas es muy positiva (valoración del profesorado: nota global de 8,5 sobre 10), lo cual evidencia la buena aceptación por parte de la comunidad docente, que ve logradas sus expectativas.

También se reciben visitas de entes locales (asociaciones municipales, ayuntamientos) y supramunicipales (Generalitat, Diputació), colectivos de personas con discapacidades, y grupos del sector del agua y el saneamiento. Además, el espacio atiende aspectos relacionados con la responsabilidad social.