



Programa de visites a depuradores

Guia didàctica





Índex

- Introducció
- Procés de depuració globalitzat
- Guió didàctic
- Fitxes didàctiques i suggeriments d'activitats

Edició:
Departament de Medi Ambient

Barcelona, maig de 1998





Introducció

La guia didàctica s'adreça a mestres, alumnes i visitants amb la finalitat de proporcionar-los una informació general i uns materials educatius que afavoreixin la comprensió de la visita a la depuradora. Aquesta guia consta dels següents apartats:

● Procés de depuració globalitzat

- Consisteix en una informació tècnica, però senzilla, sobre les característiques de les depuradores i les diverses fases del procés de depuració.
- Inclou una visió global del que representa el Pla de sanejament i destaca la importància de la construcció de les depuradores.

● Guió didàctic

Aquest guió té com a objectiu millorar el seguiment de la visita. Serveix per observar-hi i anotar-hi els aspectes fonamentals de la instal·lació -comentats per l'educador durant el recorregut.

Aquest guió consta de:

- **Esquema general de la instal·lació** (dibuix panoràmic que mostra els diversos aparells de la depuradora i que el visitant completa amb altres informacions).
- **Activitat de resum** (inclou aspectes com: residus que s'han separat de l'aigua i destinació, comparació de l'aigua residual amb l'aigua depurada, etc.)
- **Relació de consells** (conjunt de normes de comportament personal que poden millorar, indirectament, el funcionament de la depuradora).

● Fitxes didàctiques i suggeriments d'activitats

Les fitxes didàctiques són activitats totalment dissenyades, que només cal fotocopiar per utilitzar-les amb els alumnes.

Els suggeriments d'activitats consisteixen en un seguit d'idees interessants, breument desenvolupades, de les quals el mestre podrà seleccionar, i adaptar, aquelles que trobi més adequades al nivell dels seus alumnes.

Les activitats que es presenten són les següents:

Fitxes didàctiques:

- Consum d'aigua i producció d'aigua residual.
- Dos processos bàsics en la depuració: la floculació / la decantació
- La depuració biològica de l'aigua residual
- Observació al microscopi dels bacteris de l'aigua residual
- Carta europea de l'aigua (proclamada pel Consell d'Europa a Estrasburg el 6 de maig de 1968).

Suggeriments d'activitats:

- Els usos de l'aigua
- La qualitat de l'aigua segons la seva procedència. Tipus d'aigües
- Què contamina l'aigua?
- Els animals aquàtics i la contaminació
- El camí d'una gota d'aigua
- Aprèn a estalviar aigua!
- El rebut de l'aigua. Què inclou?

- Quantes depuradores hi ha a la conca del riu? Quina depuradora neteja l'aigua que nosaltres embrutem?
- Recerca del vocabulari bàsic i dels conceptes claus del sanejament
- El sanejament de pobles i ciutats al llarg de la història
- El riu abans, ara i demà.



Procés de depuració globalitzat

Dades bàsiques del procés de depuració de les aigües residuals urbanes a les estacions depuradores de Lleida, Lloret de Mar, Manresa, Sant Feliu de Llobregat i Vila-seca i Salou

1. Introducció: un breu repàs històric

Des de temps immemorials, el gènere humà ha emprat el sòl i l'aigua com a sistemes de dispersió i eliminació dels seus residus i les seves aigües fecals o residuals. La generació d'episodis de contaminació i el coneixement de la relació entre contaminació i malalties (desenvolupada a la segona meitat del XIX) per sobrecàrrega del medi va activar l'estudi dels primers sistemes de tractament de les aigües residuals.

A Anglaterra, l'any 1762 ja s'havia començat a utilitzar la precipitació química per depurar l'aigua. Fins al segle XIX, però, no es construeixen extenses xarxes de clavegueram a les principals ciutats d'Europa (a Londres l'any 1815 i París l'any 1880) i els Estats Units d'Amèrica. A Alemanya, es porta a terme el desenvolupament d'alguns processos parcials de tractament (la digestió de llots en llacunes (1891) i el tanc Imhoff (1904)). El tractament sistemàtic de l'aigua residual sorgeix a finals del segle XIX i principis del XX.

Ja l'any 1882 s'havien iniciat treballs basats en la utilització de tractaments biològics basats en els sistemes de fangs activats per tractar aigües residuals, però el pas definitiu es produeix al Regne Unit l'any 1914, quan els enginyers Arden i Lockett desenvolupen les bases d'aquest sistema i, a partir de llavors, es comencen a construir instal·lacions similars a moltes de les actuals. Al cap de tres anys, l'any 1917, es construeix la primera planta de tractament d'aigües residuals per fangs activats als EUA.

Els processos de tractament fisicoquímic com a alternativa a les depuradores biològiques, que es basen en l'addició de diferents reactius amb la funció de coagular i flocular els materials pol·luents presents a l'aigua, es van començar a utilitzar durant els anys 1930.

A l'Estat espanyol, no es parla de gestió integral de l'aigua fins a la Segona República; no és fins a l'any 1933 que l'Ajuntament de Madrid decideix la construcció de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de «la China» que, interrompuda per la Guerra Civil, no s'acaba de construir fins a l'any 1950 com a pretractament (una separació física molt grollera), l'any 1968, juntament amb d'altres (Butarque, Rejas i Sur), com a tractament primari i l'any 1983 com a biològic o secundari.

A Catalunya, la primera depuradora d'aigües residuals urbanes és molt recent: la de Blanes l'any 1972, seguida d'immediat per moltes d'altres (Manresa, Martorell, Girona, etc.).

Amb l'inici, l'any 1984, del **Pla de sanejament de Catalunya**, es pren la conca hidrogràfica com a unitat bàsica de gestió. La conca seria el territori drenat per un mateix riu o un mateix curs d'aigua i la seva xarxa d'afluents, equivalent a un embut immens que recull l'aigua de la pluja i el desglaç i la condueix pendent avall a través de torrents, rieres i, també, corrents subterranis, fins a confluïr finalment en un sol riu. La gestió de la conca consisteix a concebre el sanejament dels rius des d'una perspectiva integral: evitar la contaminació urbana i industrial; controlar la contaminació ramadera; iniciar actuacions de reforestació; establir uns cabals mínims o de compensació; tenir cura dels plans hidrològics; regular l'ús social dels rius; protegir i conservar les aigües subterrànies; protegir i conservar les aigües marines costaneres; reduir els consums d'aigua, i potenciar la seva reutilització.

L'empenta principal a la construcció d'estacions depuradores va ser l'actual Pla de sanejament. Sintèticament, preveu l'existència de prop de 300 instal·lacions que recullin i tractin les aigües residuals dels nuclis amb una contaminació generada equivalent superior als 2.000 habitants estàndard (anomenats habitants-equivalents). Alhora, el mateix Pla defineix la línia de tractament dels fangs generats per les depuradores (també anomenats biosòlids), l'ús posterior dels quals preveu una substitució del consum d'adobs químics, un estalvi energètic i altres millores ambientals. El Pla de sanejament de Catalunya s'adiu amb la Directiva comunitària 91/271, d'obligat compliment abans del 31 de desembre del 2005. Posteriorment, s'aniran construint altres estacions depuradores en municipis més petits.

El Pla de sanejament és redactat i desenvolupat per la Junta de Sanejament (una empresa pública del Departament de Medi Ambient que té al seu càrrec el sanejament de les aigües residuals de Catalunya en l'àmbit de les competències de la Generalitat). El Pla es finança amb el Tribut de Sanejament (basat en la Llei 19/1991, modificada per la Llei 7/1994), una taxa finalista fixada segons el consum d'aigua i la contaminació abocada. El finançament d'aquest tribut es fa a través de les fonts d'abastament d'aigua i varia segons si el consum és de tipus industrial o domèstic (a les factures domèstiques rep el nom d'Increment de la Tarifa de Sanejament (ITS)).

2. Sistemes de depuració: biològics i fisicoquímics

La depuració de les aigües residuals consisteix bàsicament a tractar-les per poder abocar-les directament als cursos fluvials o al mar alterant els sistemes naturals el mínim possible. També es preveu la seva reutilització per a usos diversos.

En general, la depuració consisteix a reproduir artificialment i en un espai relativament reduït una sèrie de processos naturals de depuració, accelerar-los i intensificar-los, i controlar-los en un temps i un espai mínims. La depuració no fa miracles: simplement fixa i digereix. I, talment com qualsevol riu o tros de sòl, pot col·lapsar-se en rebre més brutícia de la que pot pair, o a causa de substàncies tòxiques que malmeten la població de microorganismes o que, en ocasions, no permeten ni el tractament químic. Les depuradores requereixen, doncs, una gestió molt acurada i regular que no accepta canvis sobtats.

A les estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR), en general, es facilita la mineralització i l'agregació de la matèria orgànica, i això s'aconsegueix augmentant la disponibilitat per part dels microorganismes d'oxigen dissolt en l'aigua i/o afegint determinats compostos coagulants. Així també se separen elements clau (metalls i fòsfor) en precipitats que sedimenten i adopten la forma de llots.

Els sistemes de depuració es classifiquen bàsicment en dos grans grups: biològics i fisicoquímics, però en realitat, podríem dir que els tractaments, a cada depuradora, es decideixen a la carta, depenent de les característiques dels abocaments, de la dilució, del cabal del medi receptor i dels posteriors usos de l'aigua

● *Sistemes biològics*

Els sistemes biològics, molt generalitzats, són els més adients per al tractament de les aigües residuals urbanes o amb determinats continguts orgànics (aigües residuals d'escorxadors, adoberies, etc.). Es basen en la degradació de la matèria orgànica que duen a terme organismes vius.

Les poblacions de microorganismes, constituïdes per espècies de bacteris, fongs, protozous i algues, intervenen en els processos biològics de depuració de les aigües residuals. En general, no cal afegir-n'hi; ja se solen trobar a la mateixa aigua residual, procedents del tub digestiu de l'home i dels animals domèstics, d'una part, i també de l'aigua d'escorriment que, provinent de les precipitacions atmosfèriques, arrossega la microflora i la microfauna característiques del sòl.

Les reaccions bioquímiques, que impliquen necessàriament la presència dels éssers vius i que són possibles gràcies a la intervenció d'enzims (que actuen a l'interior de la cèl·lula o al seu exterior), representen el mecanisme fonamental de degradació de la matèria orgànica dissolta i d'una fracció de la matèria orgànica col·loïdal.

A cada tipus d'instal·lació de tractament li corresponen unes característiques ambientals determinades (concentració de materials no filtrables, concentració de matèria orgànica o de sals minerals, etc.) i, per tant, un conjunt típic de poblacions de microorganismes.

Els procediments de tractament biològic més generalitzats entre les depuradores urbanes del nostre país i arreu del món són els anomenats sistemes de **fangs activats** i les seves variants (càrrega alta, càrrega mitjana, càrrega baixa, doble etapa, etc.). També s'empren la indústria alimentària, escorxadors, adobament de pells, indústria tèxtil, etc., on fins fa pocs anys es preferien sistemes de tractament fisicoquímics per la seva major facilitat de gestió, menor exigència de qualitat de l'aigua tractada o simple desconeixement.

També existeixen altres sistemes biològics, com els filtres percoladors o llits bacterians, on els microorganismes estan fixats damunt d'un suport (generalment de plàstic) i l'aigua residual es fa lliscar per la seva superfície (i s'hi depura). Altres sistemes biològics, de tractament parcial, com ara el tractament de fangs obtinguts durant el procés de depuració, es basen en una

digestió de tipus anaeròbic (en absència absoluta d'oxigen), que es descriu a l'apartat sobre els fangs procedents dels sistemes de depuració.

Dins dels sistemes biològics, també s'inclouen els sistemes anomenats *tous*. Es basen en tecnologies de construcció i manteniment més simples i barates que els sistemes més convencionals, fet que els fa òptims per al tractament de les aigües residuals de petits municipis, fins i tot de petites comunitats. Alguns d'aquests sistemes són el llacunatge natural (on s'empra la capacitat de depuració de les poblacions d'algues i bacteris que s'estableixen en una sèrie d'estanyols pels quals es fa córrer l'aigua residual molt lentament), els filtres verds (plantacions d'arbres o d'herbàcies regades de manera controlada amb l'aigua residual), els llits de torba (un sistema de filtratge a través d'un cert gruix de torba, al damunt del qual s'estableix una comunitat biològica), els biodiscs, etc.

● Els sistemes fisicoquímics

Els sistemes fisicoquímics són utilitzats principalment a plantes de tractament d'aigües residuals industrials. En el tractament de les aigües residuals urbanes, únicament s'empren com a suport durant la temporada alta en zones de gran afluència turística o per alleugerir els sistemes biològics excessivament sobrecarregats. Es fonamenten en l'ús de sistemes físics i productes químics per separar els contaminants. Els reactius alteren l'estat físic de les emulsions orgàniques i algunes solucions inorgàniques i les desestabilitzen, cosa que permet la seva aglomeració i la seva extracció principalment per sedimentació. Generalment, s'empren un o dos agents coagulants, com l'hidròxid de calci i les sals de ferro (com el clorur de ferro (III), el més utilitzat) o d'alumini i un agent floculant, un polielectròlit (que vehicula la floculació o agregació dels flocs).

Sobretot, separen elements i compostos que hi són presents en suspensió i en estat col·loïdal, mentre que els sistemes biològics actuen amb major efectivitat damunt dels compostos orgànics dissolts. Per si mateixos, no sempre produeixen una aigua de prou qualitat. Al contrari dels sistemes biològics, en comptes de degradar els materials, únicament els separen, fet que es reflecteix en una major producció de llots, que sovint només poden anar a parar a un abocador.

El principal avantatge dels sistemes fisicoquímics consisteix en la facilitat d'acomodar-se a fortes oscil·lacions de cabal i de qualitat, com es posa en relleu en la majoria de processos industrials. No són tan vulnerables a les descàrregues tòxiques, tot i que es poden veure greument afectats per l'abocament d'hidrocarburs, entre d'altres substàncies. D'altra banda, s'empren tradicionalment com a complement i suport del sistema de decantació primària o de flotació. El seu interès, com es veurà més endavant, també es fonamenta en la seva facilitat d'eliminació de determinats nutrients com el fòsfor en sistemes de tractament terciari o d'afinament.

3. El procés de depuració, pas a pas

- *Clavegueram i col·lectors*

L'aigua emprada a les cases i les indústries s'aboca al clavegueram municipal, que connecta amb una sèrie de petits col·lectors (anomenats sistema de **col·lectors en baixa**) que acaben desembocant a uns pocs col·lectors de major diàmetre (sistema de **col·lectors en alta**) a través dels quals l'aigua residual arriba a una *Estació Depuradora d'Aigües Residuals* (abreujadament, **EDAR**). En ocasions, l'aigua circula per gravetat; en altres, hi ha estacions de bombament intermèdies, que impulsen l'aigua en alguns trams per poder així salvar els desnivells del terreny durant el recorregut pels col·lectors fins a l'EDAR.

- *El cabal d'entrada*

El cabal d'arribada a les estacions depuradores pot variar molt brusquement en cas de pluja. La majoria de poblacions no disposen d'una desitjable xarxa de clavegueram **separativa**, o sigui, que l'aigua residual que es condueixi a la depuradora mai no s'arribi a barrejar amb l'aigua de pluja que s'escola per les teulades i els carrers. Ara com ara, la majoria de xarxes de clavegueram són **unitàries** i quan plou part de l'aigua no es pot arribar a tractar a les estacions depuradores i es desvia pels sobreeixidors. Tot i que sovint és possible de tractar-ne fins el doble o més del que és habitual, el cabal d'entrada arriba fins a nivells no assumibles per les plantes actuals (se superen els cabals anomenats màxim i punta, valors característics que limiten la capacitat d'admissió de les instal·lacions). En cas de pluja, el cert és que una part considerable de l'aigua residual se'n va riu avall sense tractar, diluïda, això sí, amb gran quantitat d'aigua que ha caigut del cel.

A part, el cabal d'entrada varia considerablement segons l'època de l'any. Així, disminueix en la majoria de poblacions industrials durant les vacances estivals. En canvi, augmenta exageradament a l'estiu a les poblacions costaneres amb instal·lacions turístiques. Per aquest motiu, aquestes poblacions disposen d'una EDAR que treballa a ple rendiment durant els mesos més càlids (temporada alta), i empra fins i tot, com a complement, sistemes de tractament fisicoquímic. La resta de l'any treballa a un ritme molt diferent; en ocasions, fins i tot, s'atura alguna de les diferents línies de tractament de què solen disposar aquestes depuradores.

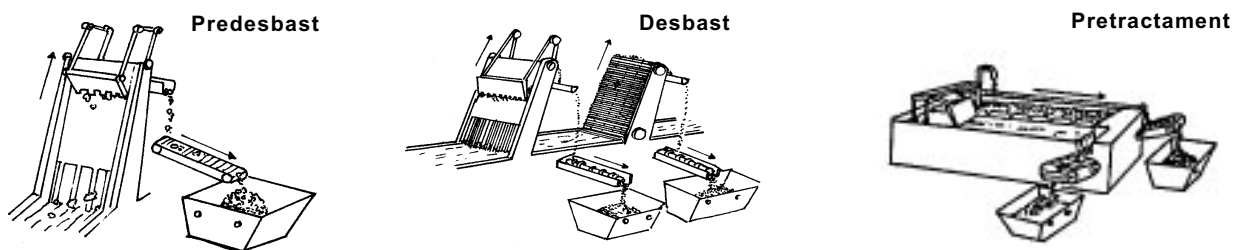
- *El tractament previ*

La primera fase del procés de depuració s'anomena **tractament previ** o **pretractament**. Primer, hi sol haver un **pou de sòlids grollers** (o de dragatge o d'extracció de grava), on s'extreuen els elements de més pes (grava, còdols, objectes metàl·lics, etc.) i grandària superior (a uns 10-15 cm) per mitjans mecànics. L'extracció se sol efectuar amb una cullera mòbil (de tipus bivalva) connectada a una grua. Seguidament, l'aigua residual transcorre entre les reixes

de grollers (amb un pas a l'entorn dels 5-6 cm), generalment amb elements mòbils i de neteja automàtica, en el procés de **predesbast**, on s'acaba de destriar la brutícia més grossa (que encara es veu a cop d'ull: plàstics, palets, etc.).

Lavors l'aigua entra al **bombament d'entrada** on l'aigua s'eleva, com en la majoria dels altres sistemes de bombament, mitjançant bombes de tipus centrífug o amb vis sens fi, també anomenats cargols d'Arquimedes. Des d'aquí és impulsada a una altura (o cota de nivell) suficient que li permeti circular per la resta d'elements de la planta fins al final, simplement per desnivell. L'aigua bombada es fa passar a través de les reixes o els tamisos de fins, amb un pas més estret (a l'entorn dels 1-2 mm), per extreure'n les partícules més petites; aquesta operació s'anomena **desbast**. El pretractament s'acaba en el **dessorrador-desgreixador**, on es destrien sorres i greixos airejant i removent l'aigua amb procediments mecànics perquè els greixos surin i les sorres s'enfonsin, ja que aquestes substàncies interfereixen físicament en el procés de depuració (acumulació de sediments en els decantadors i interferència en el bescanvi gasós en el reactor biològic per causa de l'aïllament que produeixen els greixos en la interfície gas-aigua).

Aquests residus, grollers, fins, sorres i greixos, la majoria es compacten i es recullen en contenidors. Finalment, es retiren a un abocador de residus sòlids urbans o a una planta de compostatge.



- *Dipòsits de laminació o basses d'homogeneització*

El cabal tractat a les EDAR fluctua al llarg del dia segons els consums d'aigua efectuats per la població i la indústria. Per aquest motiu, i principalment davant les grans fluctuacions diàries de cabal que es detecten en nuclis amb un considerable component industrial, a continuació del pretractament és habitual construir un **dipòsit de laminació** de cabals. Tot i oscil·lar el seu nivell al llarg de la jornada, evita que aquestes variacions brusques de cabal, juntament amb les de grau de contaminació de l'aigua residual, es transmetin a la resta de la línia de tractament i malmetin el seu funcionament.

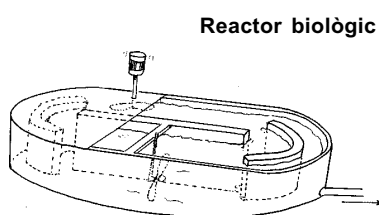
- *Decantació primària*

A continuació, algunes EDAR encara disposen d'un altre pas consistent a separar una part de la matèria en suspensió per mitjans físics en un o més **decantadors primaris**. Els detritus es

dipositen al fons d'aquests dipòsits, i constitueixen el que s'anomena fangs primaris. De vegades, en èpoques de gran afluència de cabal o davant de casos de contaminacions industrials fortes, s'afegeixen coagulants químics i es produeix la floculació de la matèria en suspensió, cosa que n'afavoreix la decantabilitat.

● *El tractament biològic de l'aigua residual*

Una segona fase important és l'eliminació d'aquella brutícia que l'aigua encara duu dissolta o hi resta en suspensió. Amb el sistema de **tractament biològic** s'afavoreix el creixement de determinats bacteris i d'altres organismes, principalment protozous, que s'alimenten de la matèria orgànica. Es mantenen en uns dipòsits anomenats **reactors biològics**.

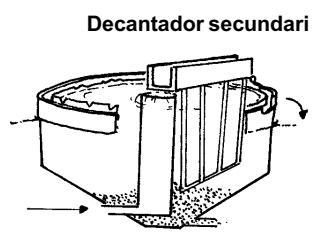


Aquests microorganismes (únicament observables a través d'un microscopi), per poder assimilar la matèria orgànica, necessiten una quantitat important d'oxigen, que generalment s'afegeix amb la injecció d'aire al reactor. L'aire s'aporta, en alguns casos, mitjançant l'agitació mecànica i superficial de l'aigua amb una sèrie de turbines o altres rotors. En altres casos, a través d'uns difusors submergits que reben l'aire de motors impulsors molt potents (anomenats bufadors).

Els sistemes de fangs activats es basen en un procés biològic de tipus heterotròfic aeròbic (amb necessitat d'una font de carboni i nitrogen orgànics). La transformació de la matèria orgànica en una massa insoluble (fangs) requereix energia, que s'obté de l'oxidació de la mateixa matèria orgànica de l'aigua residual. El bacteri que sol dominar és *Zooglea ramigera*, de la família de les pseudomonadàcies, tot i que també hi ha altres bacteris gramnegatius com *Pseudomonas*, *Nitrosomonas*, *Azotobacter*, *Chromobacterium* i *Flavobacterium*, i alguns grampositius com *Bacillus* i *Arthrobacter*. Al fang del tanc d'aeració, també hi ha fangs i gran nombre de petits protozous ciliats, que ajuden a metabolitzar la matèria orgànica present a l'aigua residual i que al mateix temps serveixen per mantenir les poblacions de protozous depredadors de bacteris (ciliats i amebes) i certes espècies d'animals pluricel·lulars (nematodes i rotífers). El fet que predominin unes poblacions o unes altres depèn d'una sèrie de factors, entre els quals cal remarcar l'aportació orgànica i de nutrients així com el temps de retenció de l'aigua i del fang en el tanc d'aeració.

El fang, una barreja de microorganismes i restes de la transformació de l'aigua residual, es pot separar amb relativa facilitat perquè tendeix a unir-se gràcies a un mucíl·lag amb capacitat absorbent que segreguen els mateixos bacteris, i forma uns flocs relativament pesants, amb tendència a decantar. Aprofitant la capacitat del fang a agregar-se, quan es deixa d'agitar

s'aplega en flòculs que s'acumulen pel seu propi pes a la base d'uns altres dipòsits, anomenats **decantadors secundaris** (o, també, clarificadors). A sota es formen uns sediments (anomenats fangs secundaris o biològics), mentre l'aigua neta queda separada al damunt. Ja tractada, sobreix superficialment per les vores del decantador.



La clau del procés de fangs activats consisteix en el fet que el fang, lleugerament concentrat al fons dels decantadors secundaris, es retorna en una proporció important al reactor biològic a través del sistema de **recirculació de fangs**. La intenció és mantenir al reactor la relació adient entre el nombre de microorganismes presents i l'aliment existent a la seva disposició.

Aquesta proporció entre els organismes vius i fisiològicament molt actius (analitzats com a sòlids suspesos volàtils licor mescla, abreujadament SSVLM) i la matèria orgànica de l'aigua residual (analitzada com a demanda bioquímica d'oxigen, DBO₅) requereix un control molt estricte d'aquest i d'altres paràmetres físics, químics i biològics d'aigües i fangs, amb el suport imprescindible d'un **laboratori analític**.

A més d'aquests fangs recirculats, una porció, la corresponent a la biomassa produïda per l'assimilació dels components de l'aigua residual, s'acaba extraient del sistema (purga de fangs).

● *Tractaments d'afinament*

En alguns casos, l'aigua tractada se sotmet a tractaments d'afinament (també anomenats tractaments terciaris) consistents, per exemple, en una filtració ràpida per un llit de sorra i grava que n'extreu petits flocs de fang amb dificultats de decantació i en millora la qualitat abans de ser abocada a un riu o al mar. També es consideren tractaments d'afinament o terciaris l'eliminació de nutrients i la desinfecció i regeneració de l'aigua tractada. En algun cas, com per exemple la depuradora de Ripoll, l'eliminació de nitrogen es realitza dins el seu tractament secundari.

● *Sistemes d'eliminació de nutrients (nitrogen i fòsfor)*

En bona part, els cursos fluvials del nostre país han estat declarats *zona sensible* al Pla de sanejament d'acord amb la Directiva 91/271/CEE. El motiu és, bé perquè aquesta zona destina a l'obtenció d'aigua potable, o bé que posseeixen actualment un caràcter eutròfic o que poden arribar a adquirir-lo en cas de no rebre protecció adequada. En aquests casos, cal

una eliminació dels nutrients: compostos de nitrogen i fòsfor. Es tracta d'evitar nodrir les proliferacions massives d'algues que causen la posterior putrefacció de l'aigua de rius i embassaments (fenomen anomenat eutrofització).

L'eliminació del nitrogen, a través d'un procés de **nitrificació-desnitrificació**, s'aconsegueix per sistemes biològics emprant variants dels sistemes de fangs activats. Es basa en dues fases successives:

La primera consisteix a transformar el nitrogen orgànic i amoniacal del tanc d'aeració en nitrats, fet que s'aconsegueix en posar en contacte aigua residual i fangs activats amb oxigen dissolt. Els bacteris que produeixen aquesta transformació són del gènere *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*, entre d'altres.

La desnitrificació s'aconsegueix en una segona fase, en aquest cas anòxica (sense presència d'oxigen dissolt). L'absència d'un sistema d'aportació d'oxigen facilita que els nitrats siguin transformats, reduïts, a compostos gasosos de nitrogen, nitrogen gas i òxids de nitrogen, que s'alliberen espontàniament a l'atmosfera. Els bacteris desnitrificants pertanyen a una varietat àmplia d'organismes facultatius (*Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Pseudomonas* i *Micrococcus*), que davant de la manca d'oxigen dissolt en l'aigua són capaços d'emprar els nitrats i nitrits per respirar. Gràcies a això, ha estat possible de dissenyar sistemes capaços d'eliminar el nitrogen de l'aigua residual alhora que es recupera part dels costos d'injecció de l'oxigen consumit durant la nitrificació.

L'eliminació dels compostos de fòsfor, la **desfosfatació**, s'aconsegueix generalment per sistemes fisicoquímics: incorporant el fòsfor als sòlids en suspensió, fent-lo precipitar a base d'algun agent coagulant, com el clorur de ferro (III), que es dosifica al fang del reactor biològic abans d'entrar als decantadors, i eliminant a continuació el conjunt d'aquests elements en forma de llots. També existeixen sistemes biològics específics eficaços per eliminar el fòsfor, que consisteixen a introduir unes determinades condicions en els microorganismes del fang activat, de manera que absorbeixin el màxim de fòsfor, que posteriorment també s'eliminarà en forma de llot.

● *Els emissaris submarins*

En poblacions costaneres, l'aigua depurada s'aboca al mar, generalment mitjançant emissaris submarins on l'aigua, bombada, s'allibera a través de diverses sortides (anomenades difusors) uns centenars de metres enllà de la línia de costa i a uns quants metres de profunditat. Així s'evita el contacte dels banyistes amb l'aigua residual depurada que, si bé no hauria de resultar nociva per a l'ecosistema marí, podria afectar la normativa de qualitat sanitària per a les aigües de bany, especialment estricta.

En ocasions, però, l'aigua residual depurada es filtra i es desinfecta prèviament. La filtració es sol efectuar mitjançant un filtre de sorra, que reté la majoria de petites partícules que encara

poden quedar en l'aigua tractada. La desinfecció s'aconsegueix amb una addició controlada d'hipoclorit (lleixiu) o de clor gas (el procés s'anomena postcloració), o amb altres compostos.

- *La reutilització i la regeneració de l'aigua residual depurada*

L'aigua d'abastament per a una població s'acostuma a captar dels rius. Les aigües residuals que genera aquesta població són tractades a la depuradora i després s'aboquen un altre cop al medi, a un tram de riu inferior al que s'han capturat. Aigües avall del riu, es torna a captar l'aigua per proveir una altra població, amb la qual cosa es reutilitza l'aigua depurada de forma contínua, i així successivament per abastar aigua a les poblacions al llarg dels rius.

Molts dels nostres cursos fluvials baixen secs perquè els hem captat aigua prèviament, riu amunt. De cara a restablir els éssers vius que els són propis i característics, és imprescindible, i de sentit comú, que els cursos fluvials portin aigua.

Tot i això, sempre que es respecti un **cabal ecològic** (també anomenat mínim o de compensació) que asseguri el manteniment de les formes de vida que són pròpies i característiques de cada riu en concret, és possible d'emprar part de l'aigua residual depurada per a altres usos. Això és especialment viable a les poblacions costaneres, on l'aigua s'aboca al mar i hi ha un dèficit important d'aigua dolça a l'estiu, justament a l'època més seca.

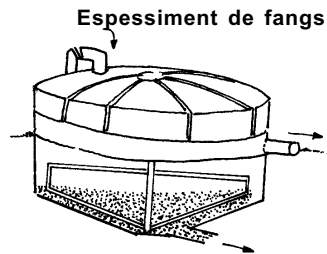
A causa de la salinització per sobreexplotació de molts dels pous de les poblacions de la costa, s'està impulsant la reutilització de l'aigua residual depurada per a usos com ara el regatge de parcs i jardins, de camps de golf i usos industrials, etc. En aquests casos, s'efectua una **regeneració** de l'aigua residual depurada biològicament, per aconseguir una aigua apta per al reg, entre d'altres possibilitats. Aquest tractament específic és de tipus fisicoquímic, molt semblant al que s'empra per potabilitzar les aigües superficials. Consisteix bàsicament en una mescla ràpida de l'aigua amb addició de dos productes, sulfat d'alúmina (o un altre agent coagulant) i un polielectròlit, i separació dels fangs generats per sedimentació en un decantador especial (de tipus lamel·lar). Posteriorment, l'aigua decantada és impulsada a través d'una sèrie de filtres a pressió replets de sorra, on es retenen alguns sòlids que encara puguin quedar en suspensió. Finalment, s'efectua la desinfecció mitjançant una cloració de l'aigua.

Actualment, s'està reaprofitant un 3,58% de l'aigua tractada.

- *El tractament dels fangs: espesseïment, digestió i deshidratació*

La totalitat dels fangs primaris (si n'hi ha) i una part dels fangs secundaris, excessivament líquids per als usos posteriors que se'n puguin derivar, s'han de concentrar (o espesseir) i deshidratar (moltes vegades amb una fase prèvia de digestió). L'extracció o purga (generalment s'anomena així) dels fangs del fons dels dipòsits decantadors s'efectua a través del **bombament de purga de fangs**. L'**espesseïment** dels fangs s'aconsegueix introduint-los en un altre tipus de dipòsit decantador (anomenat espesseïdor), on, en el cas dels fangs primaris, es concentren al fons per gravetat (el fang s'hi concentra de l'1% al 4% en matèria seca). Els fangs biològics o secundaris,

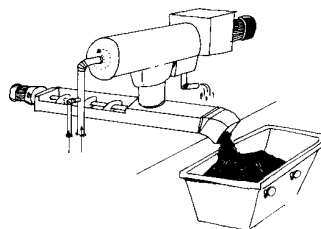
pel fet de ser més lleugers, en ocasions es concentren en un dipòsit espesseïdor diferent, pel sistema de flotació, i se'ls concentra i recull superficialment mitjançant la generació de bombolles molt fines d'aire. Pot donar-se el cas també que tant els fangs primaris com els biològics es concentren en un mateix espesseïdor.



Els fangs produïts que s'han d'evacuar constitueixen volums considerables que, en algunes variants d'aquest procés, es poden tractar novament amb la intenció de reduir-ne el volum. Un cop espesseït el fang, es pot enviar, a través del sistema de **bombament de fang espesseït**, als dipòsits anomenats digestors. En condicions d'absència total d'oxigen, s'hi efectua la **digestió anaeròbia** del fang, procés on els compostos orgànics es transformen en metà i altres gasos i s'aconsegueix reduir-ne la proporció de matèria orgànica (que suposa la reducció aproximada del 70% del volum inicial de fang). La digestió anaeròbica és acompanyada per un alliberament de biogàs, principalment gas metà (CH_4), que, en el cas de plantes grans, es pot aprofitar com a font d'energia. Part del gas s'empra directament per a la calefacció dels digestors mateixos (és necessari mantenir-los entre 30 i 37°C). El gas generat s'acumula en un dipòsit especial anomenat gasòmetre. El possible excés de gas, en no poder-lo alliberar a l'atmosfera, es crema mitjançant una torxa especial.

Tant si el fang s'ha digerit com si no, passa a continuació a l'edifici de **deshidratació de fangs**, on se n'elimina la major part d'aigua possible per fer-lo menys voluminós i més econòmic de transportar i transformar. Els procediments de deshidratació són diversos; els principals s'efectuen mitjançant filtres de banda, filtres de premsa o centrifugues. En tots els casos, la deshidratació s'inicia amb la dosificació d'un producte (anomenat polielectròlit) que canvia l'estructura del fang i ajuda a expulsar-ne l'aigua. A continuació, aquest fang es prem entre dues teles de material sintètic molt resistent i de tramat molt fi, a baixa pressió (filtre de bandes) o a més alta pressió (filtre de premsa), o bé es fa córrer a través d'un sistema de centrifugació (centrífuga). D'aquesta manera, s'aconsegueix l'expulsió de bona part de l'aigua de l'estructura del fang, que acaba prenent una consistència força o totalment sòlida (segons el seu contingut total en matèria seca, que sol oscil·lar entre el 15 i el 30%). També existeix l'assecatge tèrmic, que permet l'eliminació de la fase líquida dels fangs per evaporació, mitjançant l'aportació de calor.

Assecatge



Els espais de tractament dels fangs acostumen a ser les zones més problemàtiques a causa de la generació d'olors indesitjables. Per aquesta raó, es tendeix al tancament i a la desodoració de l'aire d'aquestes zones. La desodoració se sol aconseguir recollint l'aire amb un sistema de ventilació forçada i sotmetent-lo a una dutxa amb diversos productes químics, que el purifiquen abans de ser enviat a l'exterior, o filtrant-lo en instal·lacions de carbó activat.

Un cop deshidratat, el fang acumulat en diversos contenidors o en una sitja o tremuja és enviat al seu destí definitiu. Les possibilitats actuals de gestió del fang deshidratat són diverses. En comptes d'un residu, es tracta realment d'un recurs que permet un estalvi gens menyspreable en el consum d'adobs químics en l'agricultura, un estalvi energètic i diverses millores en les condicions ambientals.

Només els fangs de la depuradora del Besòs s'aboquen al mar i a partir del gener de 1999 ja no s'hi abocaran per complir la normativa. Els fangs de la resta de depuradores sí que es valoritzen.

Hi ha opcions diferents de reutilització dels fangs de depuració: es poden aplicar al sòl, a la construcció, com a font energètica o a l'abocador.

Aplicació al sòl:

- Ús agrícola: l'adobament dels conreus aprofitant el seu contingut en matèria orgànica i nutrients.
- Jardineria: el compost que s'elabora a partir del fang extret de les depuradores és un producte molt útil per a l'obtenció de terres i substrats.
- Restauració d'espais degradats: s'aplica una barreja de fang i terra de poca qualitat sobre espais naturals degradats per l'activitat de l'home, com ara pedreres o talussos.

Aplicació a la construcció:

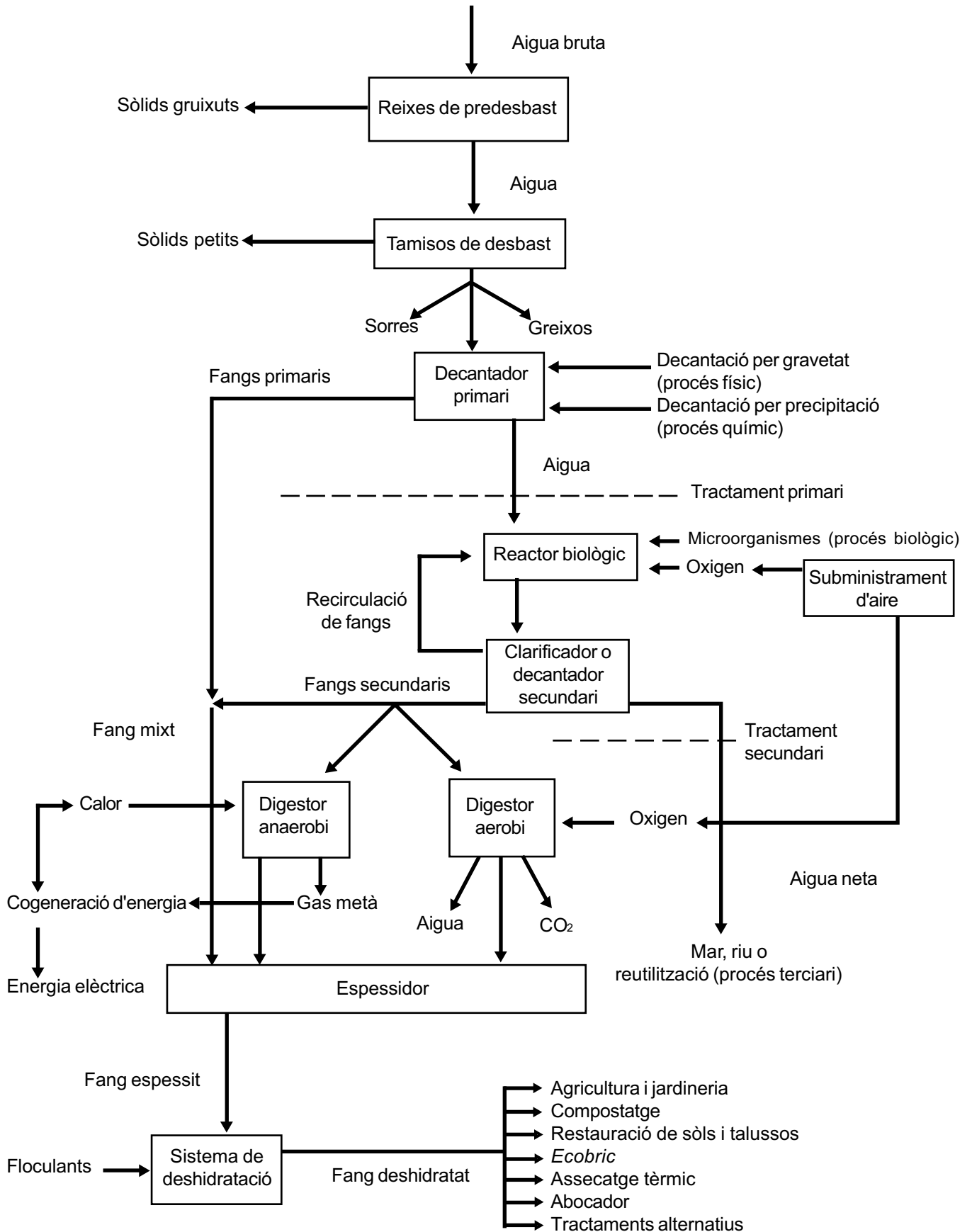
- Fabricació d'ecobric: s'elabora una barreja específica d'argila i fang i se sotmet posteriorment a un procés de cocció; se n'obté un producte ceràmic apte per a certes aplicacions en la construcció perquè té una menor densitat i pes i un major aïllament tèrmic i acústic.
- Construcció de bases, subbases i elements prefabricats: la barreja de fangs amb lligants hidràulics i àrids dona un material apte per a l'execució d'esplanades de carreteres, vorades, llambordes o d'altres aplicacions.

Aplicació com a font energètica:

- Ús com a combustible: el granulat o "pel·let" obtingut en el procés d'assecatge tèrmic del fang de depuradora es pot emprar com a combustible de baix poder calorífic, en substitució d'altres fonts tradicionals d'energia.

Disposició controlada del fang:

- Abocador: la quantitat de fangs generats que no compleixen les condicions mínimes necessàries per a les aplicacions esmentades, o que representa un excés respecte de la capacitat d'aquestes aplicacions, quedaria confinada en abocadors controlats.



4. Depurar, per què?

Es poden considerar molts motius per a l'existència d'estacions depuradores d'aigües residuals, raons que ens indiquen el grau d'importància de mantenir o recuperar una determinada qualitat mediambiental. Els podem agrupar de la manera següent:

- Motius **estètics**, la bellesa potencial d'uns sistemes aquàtics en bon estat.
- Motius **científics**, els enigmes encara pendents d'estudi a cada espècie viva i a cada ecosistema; d'aquí, i també per motius econòmics, l'interès pel manteniment de l'anomenada diversitat biològica o biodiversitat.
- Motius **econòmics**, ja que la naturalesa no disposa de fonts inesgotables de recursos: s'ha de moderar el consum d'aigua, evitar-ne al màxim la contaminació, i potenciar-ne la depuració i, si s'escau, la reutilització. A Catalunya, l'aigua és escassa; actualment, una feina ecològicament lesiva, que no inclogui la depuració de l'aigua després d'embrutar-la, s'ha de considerar, en realitat, com una feina parcialment mal feta i amb menor viabilitat econòmica.
- Motius **ètics**; la qüestió bàsica és que hi ha una obligació moral de no hipotecar el futur, obligació que no complim en contaminar el nostre entorn o en dispersar materials que a la llarga crearan problemes (com són el fòsfor dels detergents, els metalls o d'altres compostos orgànics tòxics i no biodegradables).

Cada vegada s'accepta més la protecció de la qualitat de les aigües, no tan sols per a un millor aprofitament posterior (directe o indirecte), com ara la seva reutilització a la indústria, l'agricultura o l'abastament, sinó també amb la finalitat de mantenir o recuperar les aigües receptors com a sistemes ecològics. Això permet restablir espècies (no únicament peixos sinó també, entre d'altres, mamífers com la llúdriga) i ecosistemes malmesos o desapareguts durant els períodes previs de contaminació. Un entorn equilibrat, amb una gran atenció mediambiental, estètica i sanitària, beneficia el sector pesquer marítim i fluvial i, especialment, el sector turístic i del lleure.

La sensibilitat i el sentit comú faciliten un posicionament a favor de les millores mediambientals. Popularment, però, els motius de la necessitat de conservació dels sistemes aquàtics encara són poc coneguts. La dificultat té relació amb un factor material decisiu: el càlcul del valor intrínsec dels sistemes naturals; possiblement, el valor de l'entorn aquàtic sigui incalculable, tan difícil de fixar com el valor absolut d'una obra d'art.



L'estació depuradora d'aigües residuals

Guió didàctic



Generalitat de Catalunya
Departament
de Medi Ambient

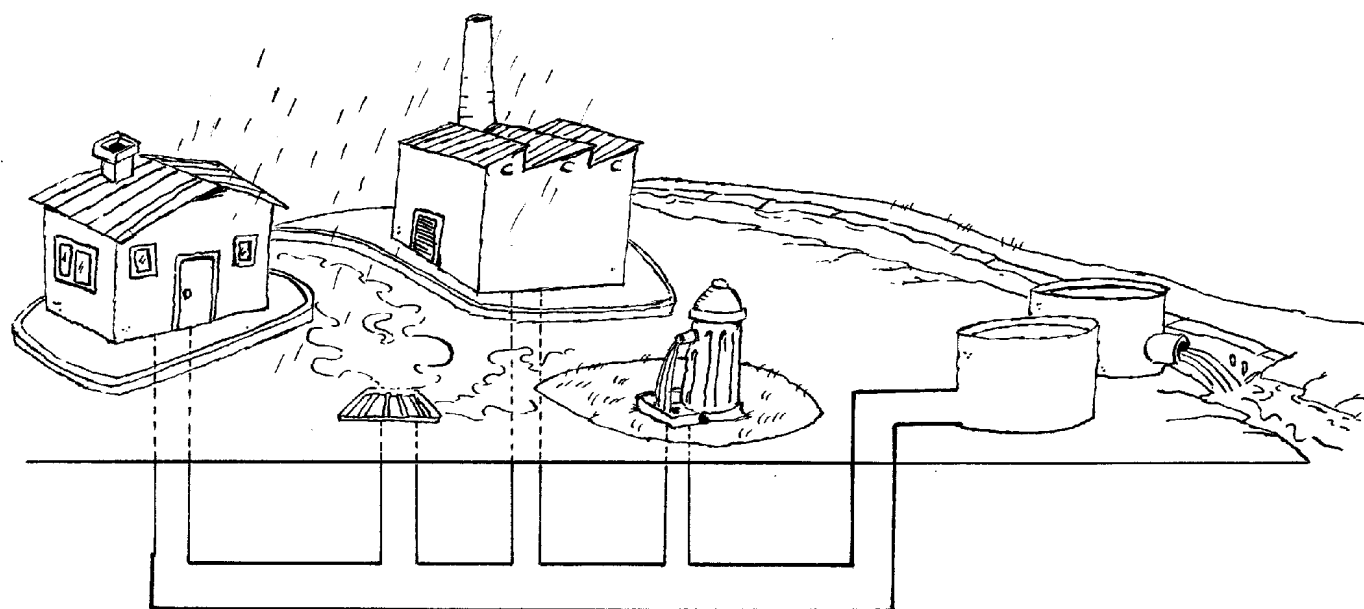
Guió didàctic

5 coses que cal saber!

- Les depuradores són instal·lacions que depuren les aigües residuals procedents del nostre poble o ciutat. Mai no capten l'aigua del riu!
- L'aigua residual prové de tres fonts bàsiques: de les nostres llars (aigua residual domèstica), de les nostres indústries (aigua residual industrial) i de la pluja.
- Les depuradores simulen el procés d'autodepuració del riu. Aquestes depuradores s'anomenen biològiques, ja que es basen en l'activitat dels microorganismes per netejar l'aigua residual.
- L'aigua depurada es retorna als cursos fluvials o al mar.
- L'aigua depurada no és apta per al consum humà; per poder-la utilitzar, cal potabilitzar-la.

De casa al riu, un llarg camí!

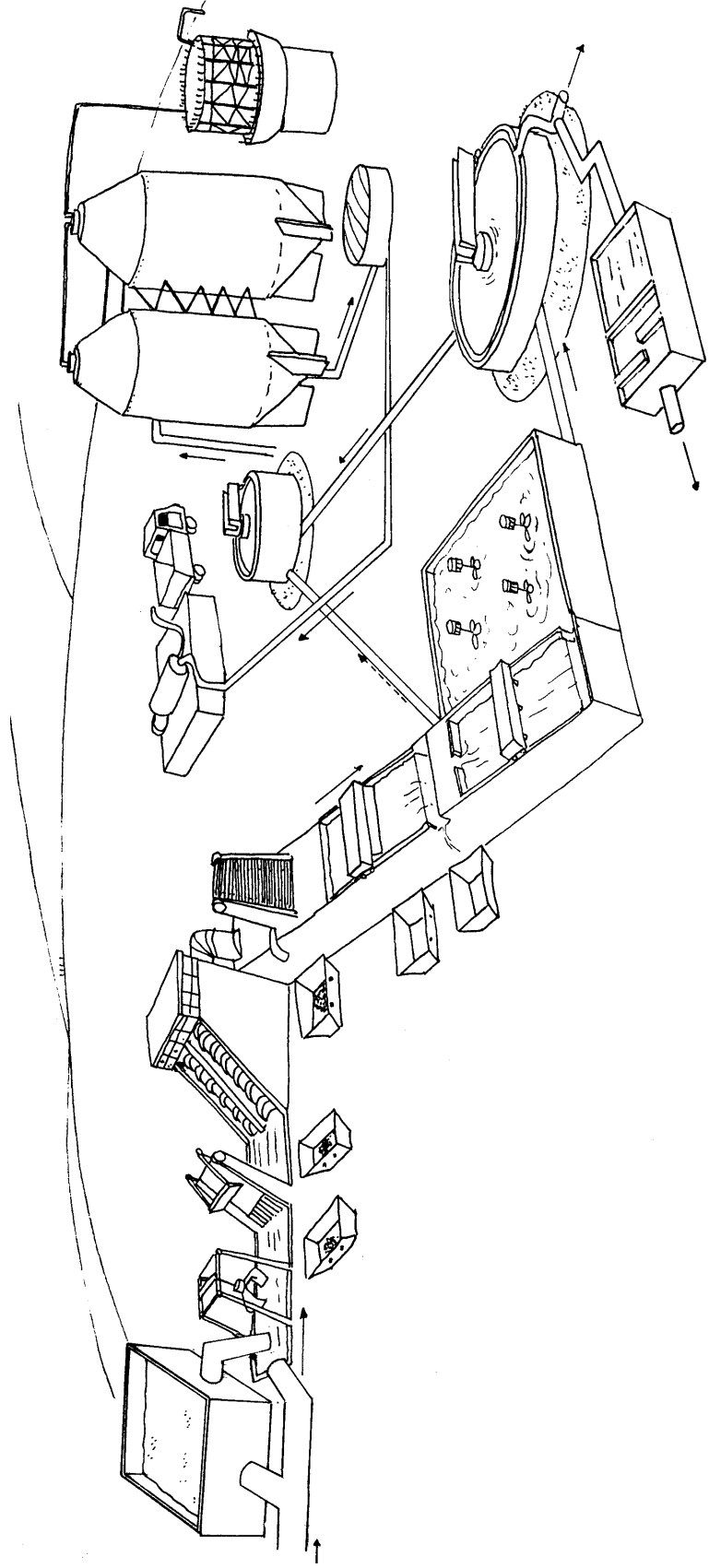
Observa i comenta l'esquema següent: *domicili - claveguera - col·lector - depuradora - riu.*



ESQUEMA DE L'ESTACIÓ DEPURADORA D'AIGÜES RESIDUALS


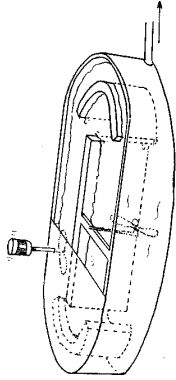
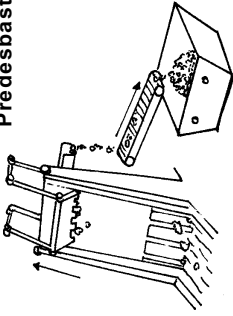
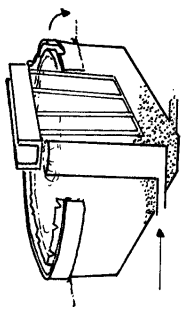
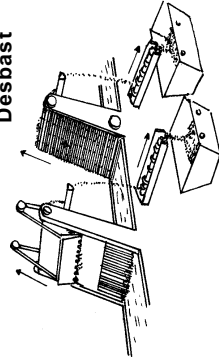
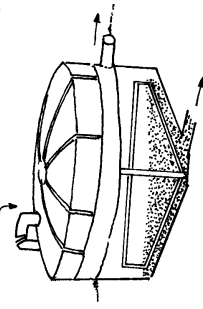
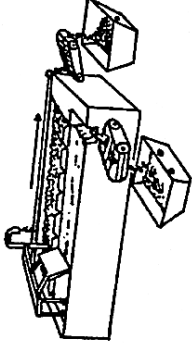
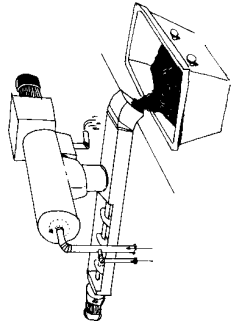
A quina conca hidrològica pertany la depuradora?

A mesura que facis la visita, completa l'esquema de la instal·lació amb els noms que hi falten (observa els cartells).



El procés de depuració

Relaciona amb fletxes cada fase/aparell amb la funció que realitza.

Fases-aparell	Funció-residu generat	Fases-aparells	Funció-residu generat
<p>Col·lector</p> 	<p>Serveix per extreure els residus de mida grossa de l'aigua residual. Generalment, això s'aconsegueix mitjançant una reixa.</p>	<p>Reactor biològic</p> 	<p>Consisteix a extreure el màxim d'aigua possible del fang. L'aigua es recircula. El grau de sequestat del fang se situa entre el 18-32% segons l'aparell emprat.</p>
<p>Predebast</p> 	<p>S'utilitza per separar les sorres i els greixos de l'aigua residual. L'aparell utilitzat s'anomena desorrador/desgreixador. L'aigua excedent en el procés retorna a capçalera de planta.</p>	<p>Decantador secundari</p> 	<p>Consisteix a fer més consistents els fangs, és a dir, a extreure'n l'aigua per gravetat.</p>
<p>Debast</p> 	<p>Canalitza l'aigua residual procedent de les clavegueres. Conduïx l'aigua residual cap a la depuradora.</p>	<p>Espessiment de fangs</p> 	<p>Serveix per retenir l'aigua residual en repòs per facilitar la sedimentació de les partícules sòlides en suspensió. Es generen fangs aigualits que s'extreuen periòdicament o es recirculen.</p>
<p>Pretractament</p> 	<p>Consisteix a eliminar els residus de més de 2 mm de gruix que han travessat les reixes. Solen ser residus fins que se separen en uns aparells anomenats tamisos. Moltes vegades aquests residus són premsats per reduir-ne el volum.</p>	<p>Assecatge</p> 	<p>Aeració de l'aigua residual per afavorir l'eliminació de la matèria orgànica o d'altres nutrients per part dels microorganismes. No s'extreuen residus sòlids.</p>

El resultat de la depuració

L'aigua residual ha esdevingut aigua

Agafa dos pots de vidre transparent i posa en un una mostra d'aigua residual i en l'altre aigua depurada. Compara les mostres visualment.

Quina finalitat té l'aigua depurada. Assenyala/es la/es resposta/es correcta/es:

- a) S'aprofita, en algun cas, per regar camps de golf, zones enjardinades, etc.
- b) S'envia a una potabilitzadora
- c) Es retorna al torrent, al riu o al mar.
- d)

Els residus que hem eliminat de l'aigua i la seva destinació són els següents: (recorda ordenadament el recorregut)

- a) que es porten a l'abocador.
- b) que es porten a
- c) Olis i greixos que
- d) que es converteixen en compost a les plantes de compostatge.

Nosaltres, què podem fer?

Feu un ús racional de l'aigua. Recordeu que com menys aigua consumim, menys aigua residual produïm.

No llenceu residus per l'aigüera (ex. restes de menjar) o pel vàter (burilles, compreses, preservatius...); és millor llençar-los a la bossa de les deixalles.

En fer neteja de la llar, utilitzeu poca quantitat de lleixiu, detergents, sabons, etc.

No aboqueu per l'aigüera productes perillosos com pintures, dissolvents, olis, etc. És aconsellable portar aquests residus a la deixalleria.



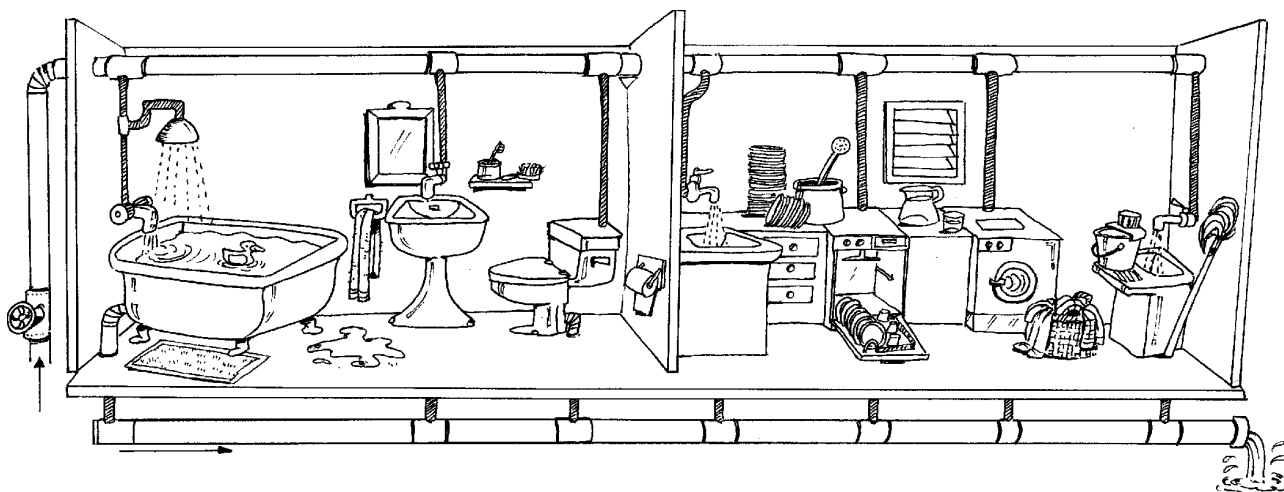
Fitxes didàctiques



1. Consum d'aigua i producció d'aigua residual

Consum personal d'aigua

Assenyalala quines d'aquestes activitats relacionades amb l'aigua realitzes diàriament. Compta la producció d'aigua residual que això representa.



En cas que tinguis jardí, l'hauries de tenir en compte pel consum d'aigua.

Activitat	Consum d'aigua	Nombre de Vegades al dia	Quantitat d'aigua
Dutxa	50 l		
Bany	150 l		
Rentar-se les mans	1,5 l		
Dipòsit WC	10 l		
Cuina i beguda	3 l		
Rentar plats a mà	7 l		
Rentaplat	50 l		
Rentadora	75 l		
Diversos (neteja de la llar...)	10 l	1	10 l
TOTAL			

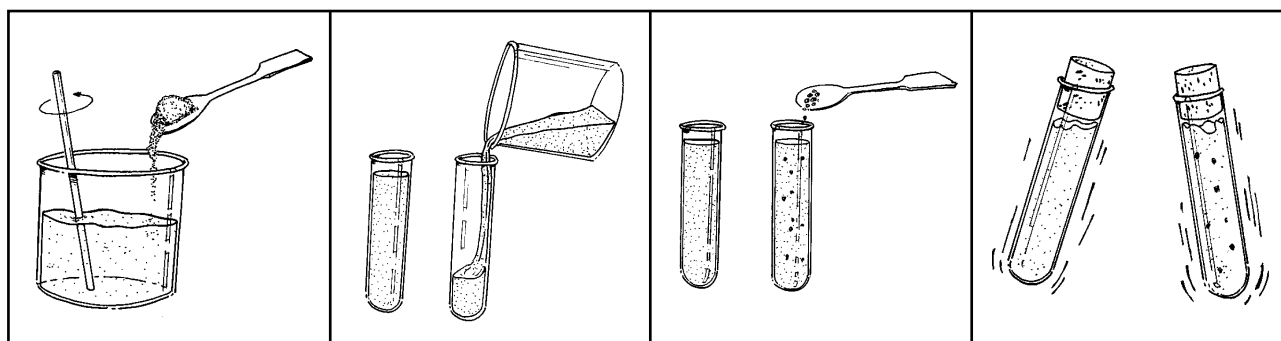
2. Dos processos bàsics en la depuració: la floculació i la decantació

La floculació

Material: 2 tubs d'assaig, 2 taps de goma o de suro, 1 grapat de terra, 1 vas de precipitats, 1 espàtula, 1 vareta per remenar, 1 cronòmetre, sulfat d'alumini i aigua.

● Per entendre en què consisteix aquest procés, hauràs de seguir els passos següents:

1. Posa 2/3 espàtules de terra en un vas de precipitats mig ple d'aigua i remena'l.
2. Omple els dos tubs d'assaig amb la mateixa quantitat d'aigua terrosa.
3. Afegeix uns quants cristalls de sulfat d'alumini en un dels tubs.
4. Tapa els dos tubs i agita'ls. Engega el cronòmetre.
5. Quan ja hagin sedimentat, filtra les mostres.



• Quina de les dues mostres s'aclareix més ràpidament? _____

• Quina és la funció del sulfat d'alumini? _____

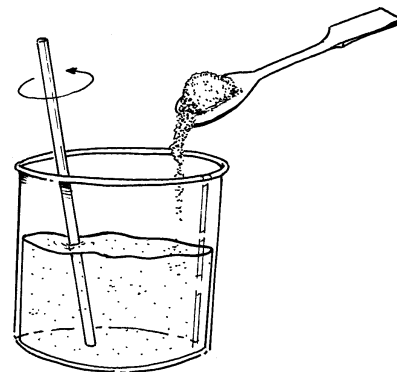
• Defineix la **floculació**: _____

La decantació

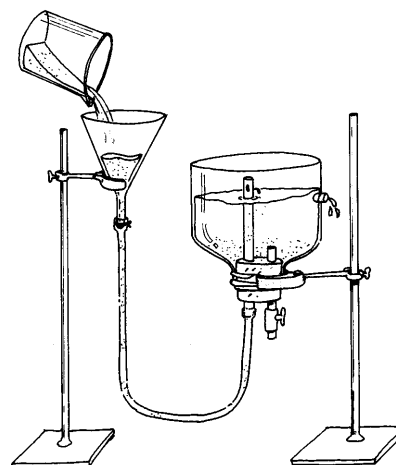
Material: 1 espàtula, 1 vas de precipitats gran, 1 vareta per remenar, 1 grapat de terra, aigua, 1 ampolla de plàstic transparent, 1 embut, 2 gomes d'aquari, 1 aixeta, 2 suports, cúter i punxó, aigua.

- Per entendre en què consisteix aquest procés, hauràs de seguir els passos següents:

1. Posa 6 espàtules de terra en el vas de precipitats mig ple d'aigua i remena'l.



2. Talla l'ampolla de plàstic i munta la següent estructura. Observa el dibuix, et servirà de model.



3. Tira l'aigua tèrbola per l'embut.

• Defineix la **decantació**: _____

• En què consisteix la **sedimentació**? _____

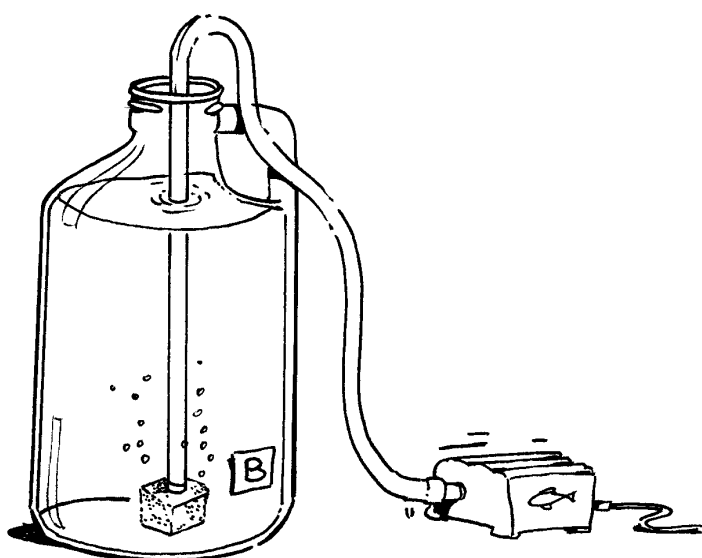
3. La depuració biològica de l'aigua residual

Material: 2 garrafes d'aigua de 5 l (de vidre), 1 embut, 1 pipeta graduada, 1 retolador permanent, 1 difusor de peixera, 1 bomba d'aquari, 1 espàtula, 1 balança granetària, 10 l d'aigua d'una font, 20 cm³ de solució de clorurs, 10 cm³ de solució de fosfats, 2 cm³ de solució de sulfats, 4 g de terra de jardí, etiquetes.

L'experiència consisteix a simular el funcionament del reactor d'una depuradora biològica. També es tracta de comprovar com els microorganismes degraden la matèria orgànica.

● Per observar aquest procés, segueix els passos següents:

1. Posa 5 l d'aigua a cada garrafa.
2. Afegeix a cada garrafa els següents nutrients: 10 cm³ de solució de clorurs, 5 cm³ de solució de fosfats i 1 cm³ de solució de sulfats.
3. Afegeix 2 g de terra de jardí a cada garrafa. Remena-ho bé durant uns minuts, fins que vegis que els sòlids estan ben dissolts. Aquesta barreja simularà l'aigua residual que arriba a la depuradora, molt carregada de matèria orgànica.
4. En una garrafa de 5 l, retola-hi la lletra A. Deixa-la oberta i no la toquis fins al final de la pràctica (mostra de control). A l'altra garrafa, retola-hi la lletra B, la data i l'hora.
5. Connecta el difusor de peixera a la bomba i introdueix-lo fins al fons de la garrafa B.



6. Deixa la bomba i el difusor funcionant contínuament durant 4 dies. Quan hagi passat aquest temps, desconnecta'l.

7. Deixa reposar l'aigua de la garrafa B durant 1/2 hora. Observa, després, les 2 mostres.

• Quines diferències observes entre l'aigua de les garrafes A i B? _____

• Quina funció tenia el difusor? _____

• Qui ha depurat l'aigua residual? _____

Observació per al mestre:

Les solucions s'han de preparar amb 1 litre d'aigua destil·lada, de la forma següent:

Solució de fosfats:

6,8 g/l $\text{NO}_2 \text{HPO}_4$
7,5 g/l $\text{K}_2 \text{HPO}_4$
2,8 g/l K HPO_4

- Solució de clorurs:

2,5 g/l Ca Cl_2
0,2 g/l $\text{NH}_4 \text{Cl}$
1,5 g/l Fe Cl_3
5 ml de H Cl (1N)

- Solució de sulfats:

2 g/l $\text{Mg SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

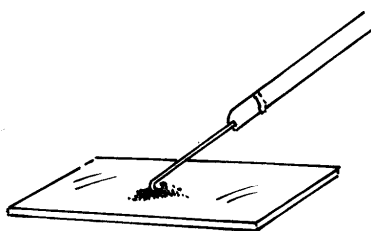
Nota: Si l'aigua preparada té massa aspecte "d'aigua neta", s'hi pot afegir algun tipus de matèria orgànica que li doni terbolesa (per exemple: patata triturada).

4. Observació al microscopi dels bacteris de l'aigua residual

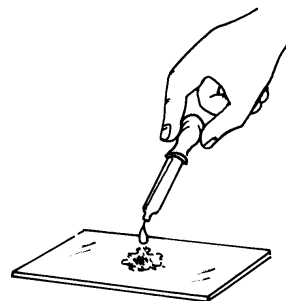
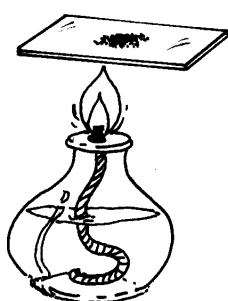
Material: aigua del reactor d'una depuradora, comptagotes, llàntia d'alcohol, blau de metilè, portaobjectes, fil de platí, microscopi.

● Si vols observar els bacteris, cal que facis una preparació microscòpica. És molt fàcil, només cal seguir aquests passos:

1. Amb el fil de platí, trasllada una petita porció de la colònia de bacteris (aigua del reactor) a un portaobjectes i estén-la-hi.

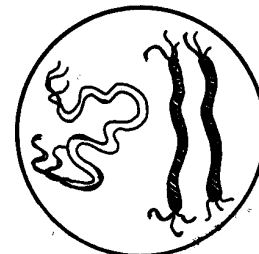
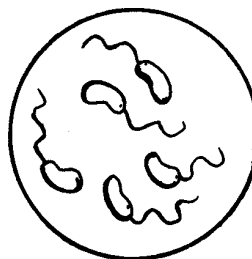
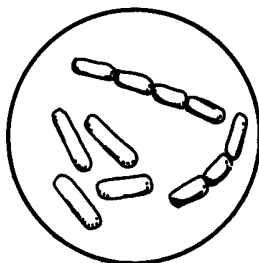
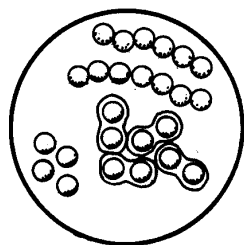


2. Fixa la preparació escalfant una mica el portaobjectes. En acabat, acoloreix-la amb blau de metilè durant uns minuts.



3. Observa la preparació amb un augment (de 600 a 1000 X), sense tapar el portaobjectes.

Tipus de bacteris



• Fes un dibuix dels bacteris que has pogut observar.

5. Carta europea de l'aigua

(proclamada pel Consell d'Europa a Estrasburg, el 6 de maig de 1968)

● Llegeix atentament aquest manifest i comenta'l amb la resta de companys de classe. En quins d'aquests punts podeu influir d'una forma directa?

I. Sense aigua, no és possible la vida. És un bé preciat, indispensable en tota activitat humana.

II. Els recursos en aigua dolça no són inesgotables; és indispensable preservar-los, controlar-los i, si és possible, incrementar-los.

III. Alterar la qualitat de l'aigua és perjudicar la vida de l'home i dels altres éssers vius que en depenen.

IV. Cal preservar la qualitat de l'aigua, d'acord amb les normes adaptades als diversos usos previstos, i satisfer especialment les exigències sanitàries.

V. Quan les aigües, un cop utilitzades, es reintegren a la natura, no han de comprometre l'ús posterior, públic o privat, que se'n faci.

VI. El manteniment d'una cobertura vegetal adequada, preferentment forestal, és essencial per a la conservació dels recursos hídrics.

VII. Els recursos hídrics s'han d'inventariar.

VIII. Per a una adequada gestió de l'aigua, és necessari que les autoritats competents estableixin el pla corresponent.

IX. La protecció de les aigües implica un important esforç en la investigació científica, en la preparació d'especialistes i en la informació del públic.

X. L'aigua és un patrimoni comú; cal que tothom en reconegui el valor. Cadascú té el deure d'utilitzar-la amb cura i no malbaratar-la.

XI. La gestió dels recursos hídrics s'hauria d'enquadrar més aviat en el marc de les conques naturals que en el de les fronteres administratives i polítiques.

XII. L'aigua no té fronteres. És un recurs comú que necessita de la cooperació internacional.



Suggeriments d'activitats



6. Els usos de l'aigua

Objectiu:

Ser conscient de les múltiples utilitats i aplicacions de l'aigua per part de l'home i de la natura.

Descripció:

Es tracta de plantejar als alumnes la recerca d'informació sobre els usos de l'aigua per part de l'home i per part de la natura, així com els seus efectes en la qualitat i quantitat d'aquest recurs, per elaborar-ne un pòster.

Per part de l'home, es tracta d'enumerar, representar i classificar les múltiples aplicacions de l'aigua.

Els grups poden ser els següents:

- ús agrícola-ramader
- ús domèstic
- ús industrial
- ús públic (regatge, neteja de carrers...)

Per part de la natura, es tracta de triar un ecosistema, per exemple un riu, representar i enumerar alguns animals (invertebrats i vertebrats) i plantes que hi viuen, i veure quins usos en fan de l'aigua, quines necessitats tenen i com la deixen. Una altra possibilitat és triar diferents organismes (terrestres, amfibis i aquàtics) i veure la seva diferent dependència de l'aigua.

Després es tracta d'interrelacionar els resultats obtinguts i comparar el diferent impacte (de l'home i d'altres organismes) sobre la qualitat i quantitat d'aquest recurs; i veure de quina manera els usos d'un afecten els usos que en fa l'altre.

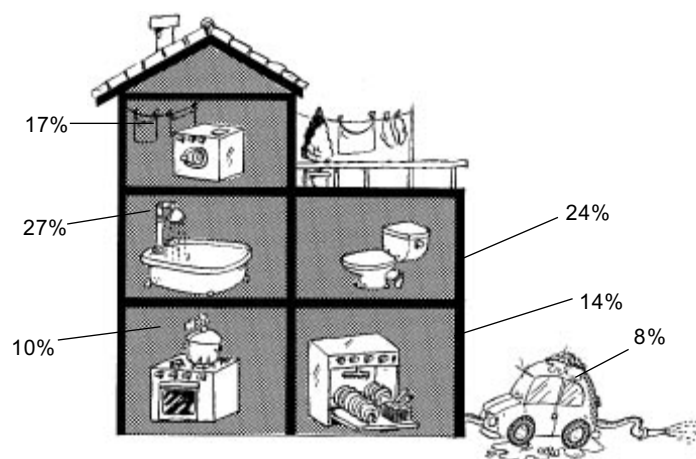
Orientacions:

Proposem que l'activitat es realitzi en petits grups.

Una opció seria que uns se centressin en l'ús humà -fins i tot en un ús concret-, i els altres en l'ús que en fa la natura.

Observació:

Aquí teniu un dibuix representatiu de l'ús domèstic de l'aigua, que pot servir-vos d'exemple. Ens mostra les activitats quotidianes en les quals s'utilitza aigua i ens indica el % que representa respecte al consum total.



7. La qualitat de l'aigua segons la seva procedència. Tipus d'aigües.

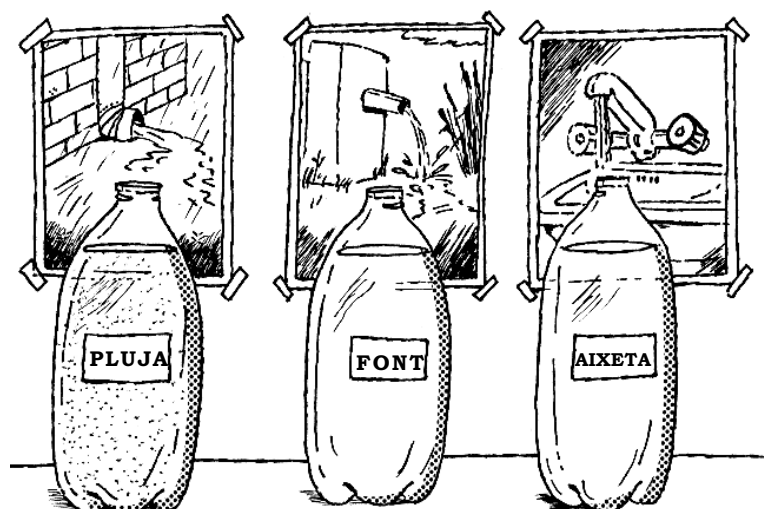
Objectiu:

Observar l'aspecte que presenten diferents aigües segons la seva procedència.

Descripció:

Encomanar als alumnes que recullin aigua de diferents punts per tal d'observar-ne algun indici de terbolesa. Poden agafar aigua d'un riu, d'una bassa, d'una font, de pluja, de l'aixeta, aigua residual (ex. la de rentar els plats), etc.

Cal exposar els diversos tipus d'aigua en ampolles de plàstic transparent (PET), col·locar-hi una etiqueta que indiqui la seva procedència.



A més, cada mostra es podria complementar amb una fotografia que il·lustrés la procedència de l'aigua.

Orientacions:

Aquest element podria formar part d'una exposició més ampla sobre l'aigua, que podrien organitzar i realitzar els alumnes. Podria constar de diferents blocs temàtics: «El cicle de l'aigua», «L'home i l'aigua», «La contaminació de l'aigua», «El sanejament», etc.

Aquesta activitat i les dues següents es complementen, ja que totes tres tracten sobre la contaminació.

8. Què contamina l'aigua?

Objectius:

Comprovar l'alteració de l'aigua en introduir-hi algunes substàncies contaminants.

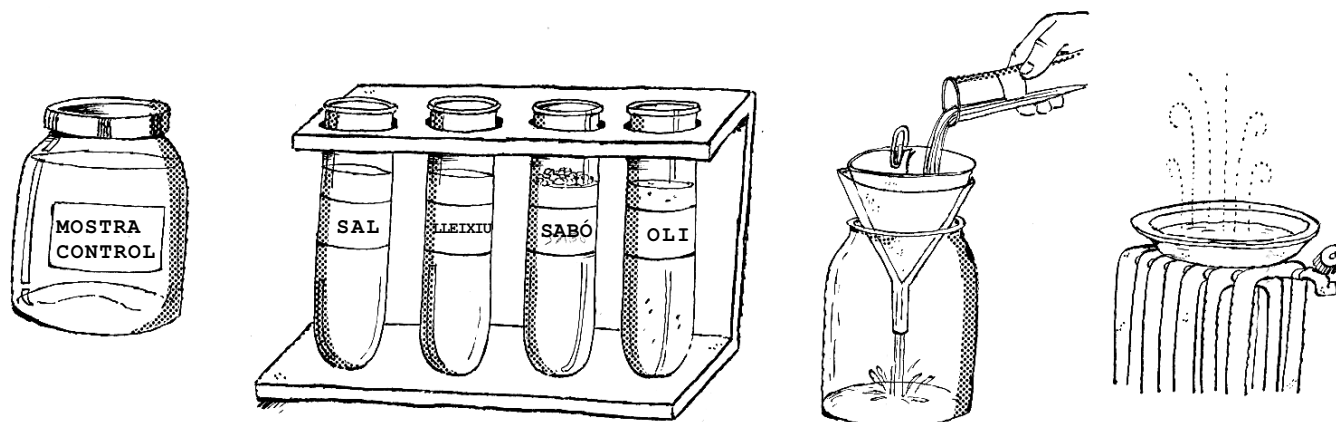
Experimentar alguns processos fisicoquímics de depuració per adonar-se que algunes substàncies contaminants són difícils de separar o d'eliminar.

Descripció:

Els alumnes han d'experimentar com algunes substàncies contaminen l'aigua (per exemple: oli, terra, sorra, fullaraca, detergents, petites restes de menjar, lleixiu, sal, vinagre, etc). Han d'observar com es comporten aquestes substàncies: es dissolen, formen mescles, etc., i anotar-ho a la taula següent:

Contaminant	Reacció	Separació dels components
Sal	Es dissol	Per evaporació

A continuació, han d'esbrinar, per experimentació, amb quina tècnica es poden tornar a separar els components de la barreja (aigua residual). Poden provar amb filtratge, decantació, evaporació, etc. Els alumnes comprovaran que algunes substàncies com els detergents, els lleixius, etc. són molt difícils de separar.



Orientacions:

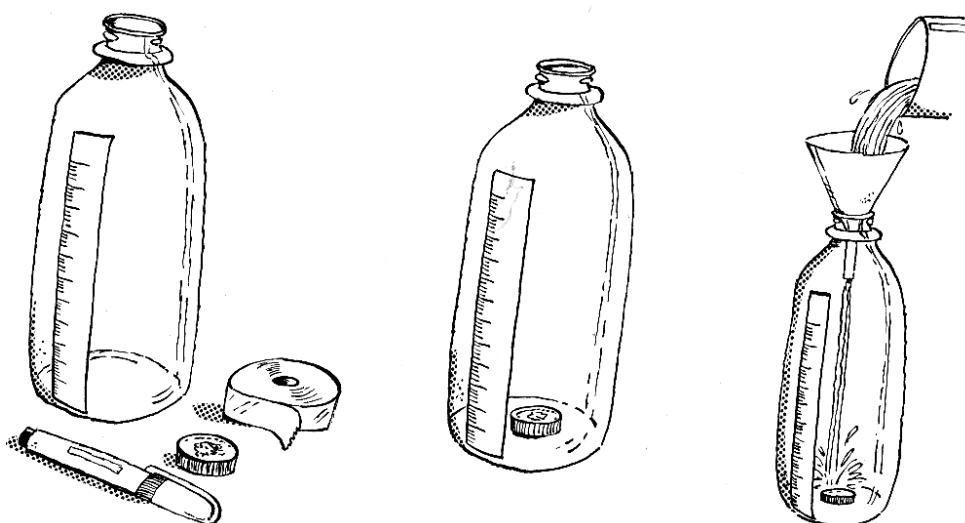
Aquesta activitat pot plantejar-se com una experiència de laboratori.

S'haurien de triar substàncies que reaccionen de forma molt diferent: es dissolen, sedimenten, etc. S'hauria de guardar un pot amb aigua neta (mostra de control).

Cal deixar ben clar als alumnes que el que estan experimentant són sistemes fisicoquímics de depuració de l'aigua residual

Observació:

Com que algunes substàncies enterboleixen l'aigua, es pot proposar als alumnes que en mesurin el grau de terbolesa. És molt fàcil, observeu el dibuix i seguiu els passos següents:



- 1) Enganxeu una cinta adhesiva en una ampolla de plàstic transparent (PET) i transformeu-la en un regle.
- 2) Col·loqueu una moneda de 200 PTA al seu interior.
- 3) Aboqueu la mostra d'aigua dins l'ampolla a poc a poc. Feu una pausa a cada centímetre i comproveu si podeu veure la moneda mirant des de dalt (des del tap)
- 4) Completeu una taula com aquesta:

Tipus d'aigua / procedència	Grau de terbolesa (en cm)
Aigua amb terra	

9. Els animals aquàtics i la contaminació

Objectiu:

Determinar el nivell de contaminació de l'aigua a partir de la presència d'alguns animals aquàtics.

Descripció:

Aquesta activitat s'ha de realitzar en un riu, una riera, un torrent o una bassa i consisteix en:

La captura d'animals aquàtics, seguint unes normes.

La identificació dels animals per esbrinar la qualitat de l'aigua.



Les normes que cal tenir en compte són:

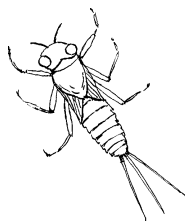
1. Agafeu els animals amb un colador o amb un pinzell; no els toqueu amb els dits, els podríeu malmetre!
2. Busqueu en llocs ben diversos: a les fulles, a les algues, sota les pedres, etc. Les pedres que mogueu, torneu-les a deixar com estaven, a ningú li agrada que li aixafin el cau.
3. Poseu els animals en pots o en galledes petites i gardeu-los a l'ombra.
4. Després d'estudiar els animals, torneu-los a l'aigua.

Podeu descobrir el nivell de contaminació de l'aigua a partir d'aquest esquema:

AIGUA GENS CONTAMINADA



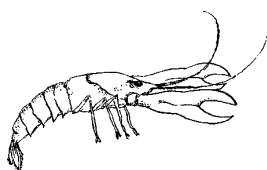
perla d'aigua



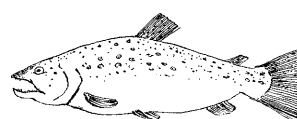
efimera



cargol d'aigua (*Lymnaea*)



cranc de riu

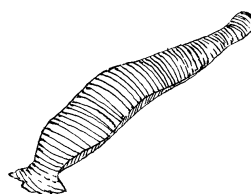


truita de riu

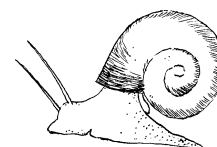
AIGUA MODERADAMENT CONTAMINADA



anguila

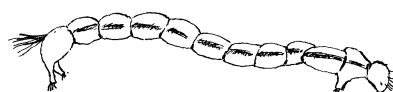


sangonera



cargol d'aigua (*Planorbis*)

AIGUA MOLT CONTAMINADA



larves de mosquit



cuc de fang (*Tubifex*)

Quines espècies d'aquestes us han aparegut?

Quina és l'espècie més abundant?

Com qualificaries l'estat de l'aigua en funció dels animals trobats?

Orientacions:

Cal localitzar una zona de la riera poc fonda.

És aconsellable organitzar grups de treball de 3-4 persones, i assignar-los un tros de riera on realitzar la recollida de mostres.

Cal que cada grup es faci responsable del material: pinzells, pots o galledes, coladors, etc. ja que és freqüent que s'extravii.

Els alumnes haurien de portar botes d'aigua o sandalies per poder-se ficar a l'aigua.

Després de determinar a cada grup les espècies més freqüents, cal realitzar una posada en comú per consensuar els resultats.

L'estudi es pot completar a l'aula buscant més informació dels animals identificats.

Observació:

Seria molt interessant poder realitzar l'estudi en dos cursos fluvials diferents, per poder comparar-ne els resultats. Si es fa un recorregut al llarg del riu, es pot determinar la presència d'animals a la capçalera, al curs mitjà i a la desembocadura.

10. El camí d'una gota d'aigua

Objectiu:

Comparar el cicle natural de l'aigua amb el cicle hidràulic.

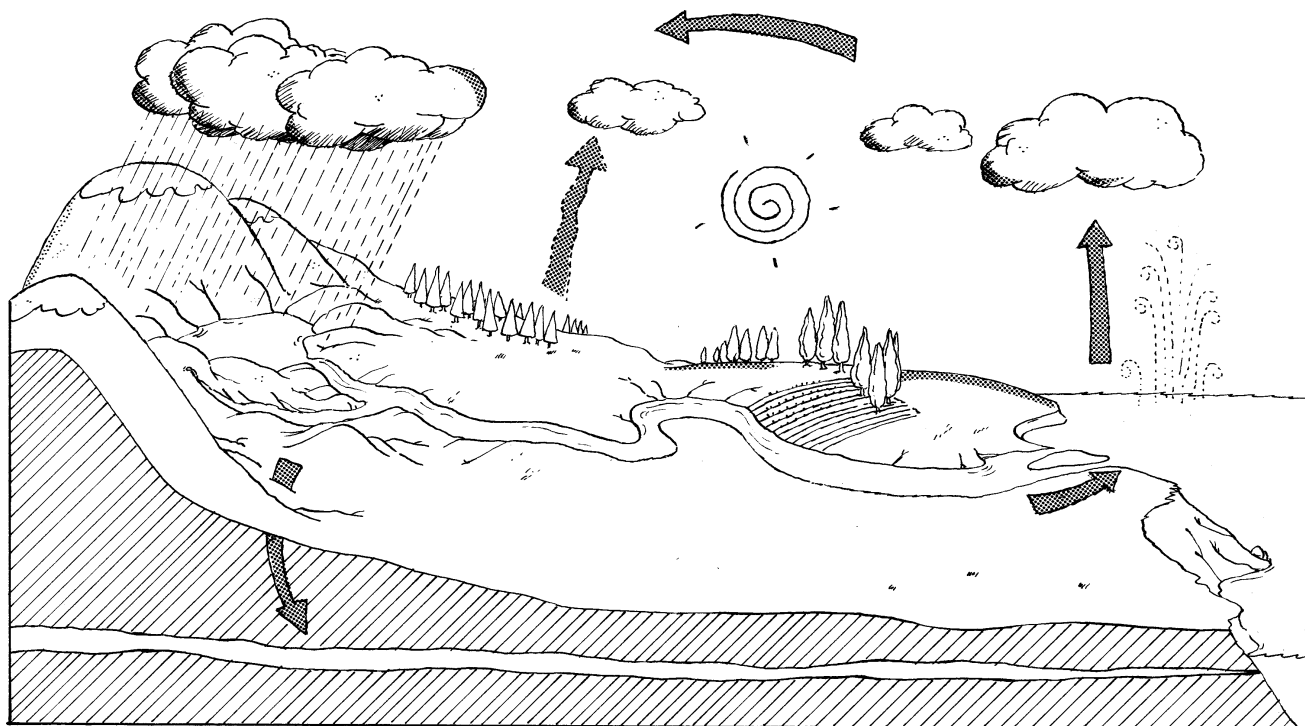
Descripció:

Podem dividir l'activitat en tres apartats:

1a part:

Els alumnes han de buscar informació, bàsicament esquemes, sobre el cicle natural de l'aigua. Aquesta documentació ha de servir per poder elaborar un dibuix, el màxim de complet possible, sobre el cicle de l'aigua a la natura. Hi haurien de constar: les precipitacions, les aigües subterrànies, els rius, les rieres i els llacs, les fonts, el mar...

També es podria indicar l'estat de l'aigua en cada punt: sòlid, líquid i gas, i els processos que es donen: precipitació - transpiració - evaporació. Ve't aquí un model!

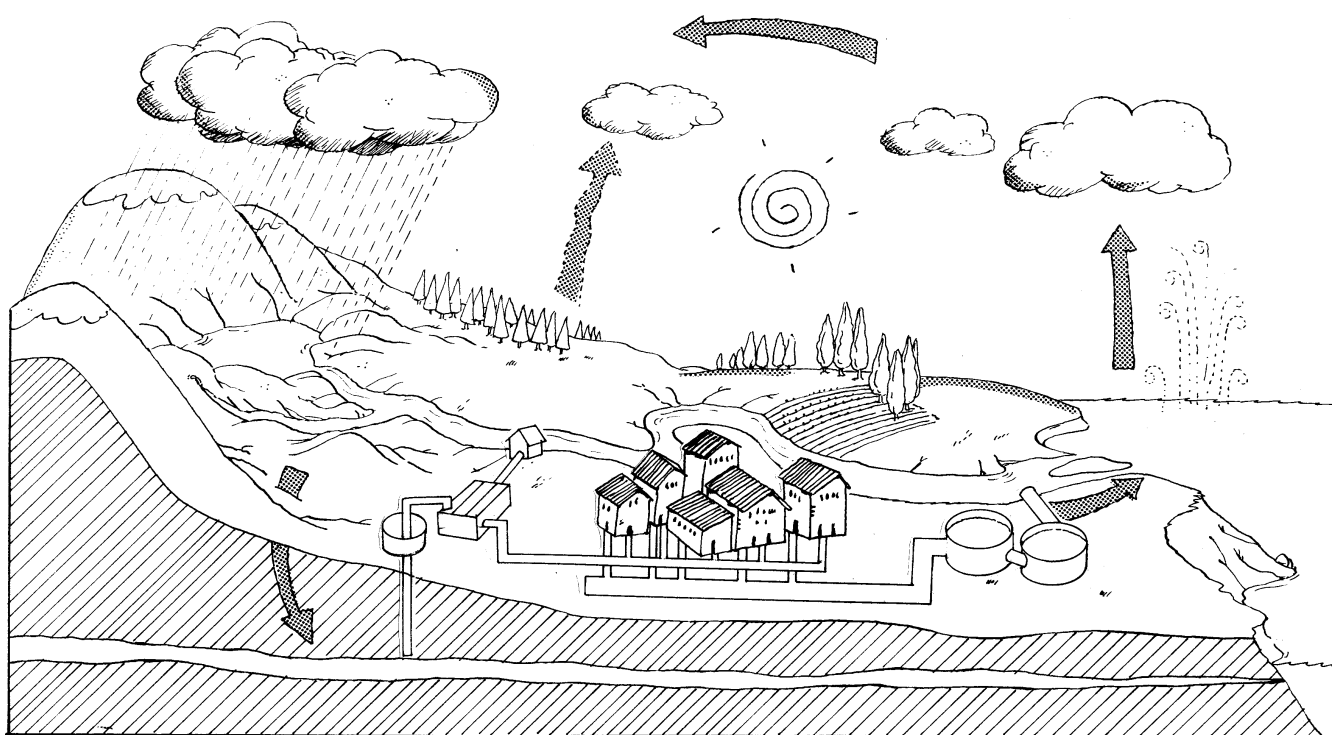


2a part:

Elaboració d'un esquema que representi el cicle hidràulic. Hi hauria de constar: punt de captació (aigües subterrànies, fonts, embassaments-lacs o rius, aigües residuals reciclades...) - potabilització i emmagatzematge - ús - depuració - retorn al riu, al mar.

Orientació:

És millor fer els esquemes en format A4; així, l'elaborat sobre acetat «El cicle hidràulic» es pot sobreposar al confeccionat en paper «El cicle natural de l'aigua».



També caldria distingir:

La preparació de l'aigua per al consum: captació - canalització - potabilització - ús; pinta l'aigua de color blau.

El sanejament: clavegueram - col·lector - depuradora; pinta l'aigua de color marró.

Observacions:

Cal destacar que l'aigua de sortida de la depuradora no és de la mateixa qualitat que l'aigua del riu, però per simplificar es pot pintar del mateix color (blau).

Si es vol precisar més, podríem diferenciar-ho de la manera següent:

Color blau fort: aigua en el punt de captació - canalització.

Color verd: aigua potabilitzada.

Color marró: aigua residual.

Color blau fluix: aigua de sortida de la depuradora.

Nota: el color blau es pot anar enfosquint a mesura que circula pel riu, en direcció al mar.

3a part:

Redacció d'una historieta, en forma de còmic, que expliqui el camí d'una gota d'aigua.

Orientacions:

Caldria comentar i exposar, tota la classe, els diversos còmics per poder constatar les múltiples vies o camins que pot seguir una gota d'aigua. Cal recordar que és un cicle i, per tant, podríem encadenar tots els còmics un darrera l'altre.

Aquestes historietes es podrien publicar en la revista de l'escola. També se'n podria fer adaptacions per representar-les en teatre.

11. Aprèn a estalviar aigua!

Objectiu:

Elaborar i difondre un seguit de normes o consells que promoguin l'estalvi d'aigua, a l'escola i a casa.

Descripció:

Aquesta activitat consta de tres parts. La primera mostra la quantitat d'aigua que gastem i

que podríem estalviar; la segona pretén divulgar un seguit de consells senzills per promoure'n l'estalvi, i la tercera implica posar en pràctica l'estalvi real d'aigua.

1a part:

Els alumnes haurien de comprovar, amb algunes proves senzilles, quanta aigua gastem. Per exemple: en rentar-nos les mans, en beure, en rentar-nos les dents, etc. Per fer això, només cal posar un gibrell sota l'aixeta per recollir l'aigua i mesurar-la amb una proveta graduada.



Aquestes accions es poden fer primer deixant sempre l'aixeta oberta i després només obrint-la quan realment ens cal l'aigua. Es poden anotar les dades a la taula següent:

Acció realitzada	Consum d'aigua (aixeta sempre oberta)	Consum d'aigua (aixeta oberta només quan cal)
Rentar-se les mans		
Rentar-se les dents		

Compareu els resultats. Quanta aigua podem estalviar amb les proves que heu fet?

Orientacions:

Les diverses proves es poden realitzar de forma rotativa, de manera que les facin tots els alumnes.

Aquesta proposta d'activitat es complementa amb la fitxa didàctica 1.

2a part:

Els alumnes han de redactar un seguit de consells per comunicar a la resta de companys de l'escola les normes bàsiques per estalviar aigua. Per exemple:

- Feu servir l'aigua només quan realment la necessiteu.
- Tanqueu sempre les aixetes.
- Feu servir la dutxa en comptes de banyar-vos.
- Col·loqueu una ampolla de plàstic d'1-1,5 litres dins el dipòsit del WC.
-
-

Aquestes normes es poden expressar en forma de fulletó informatiu, per tal de passar-les a la resta d'alumnes de l'escola. També es podria elaborar un mural gegant per col·locar-lo al tauler d'anuncis.

Orientació:

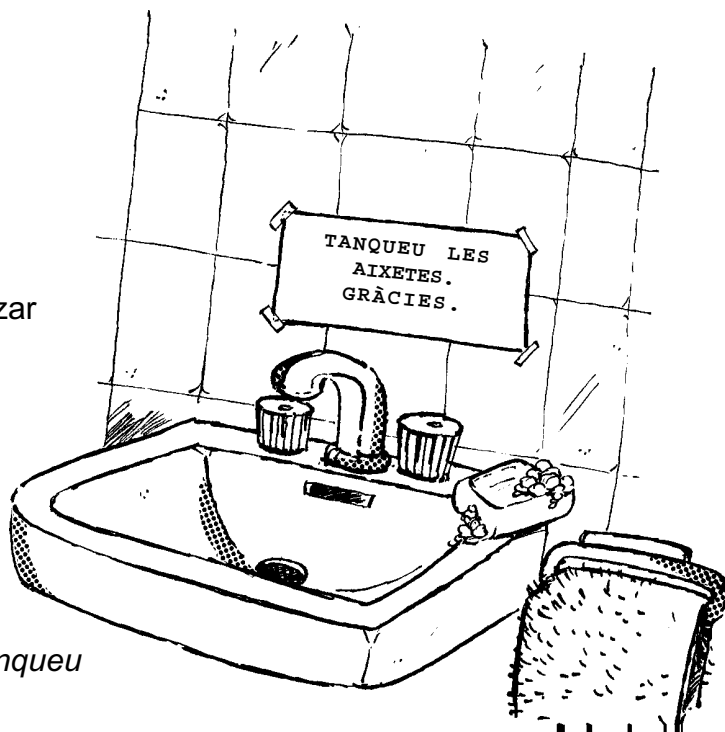
Si ho creieu convenient, s'hi poden afegir normes per no embrutar tant l'aigua; per exemple: no llenceu la pintura del taller de plàstica per l'aigüera, etc.

Informe els vostres pares sobre com optimitzar el consum d'aigua a casa. Podeu emprar el mateix fulletó elaborat per l'escola.

3a part:

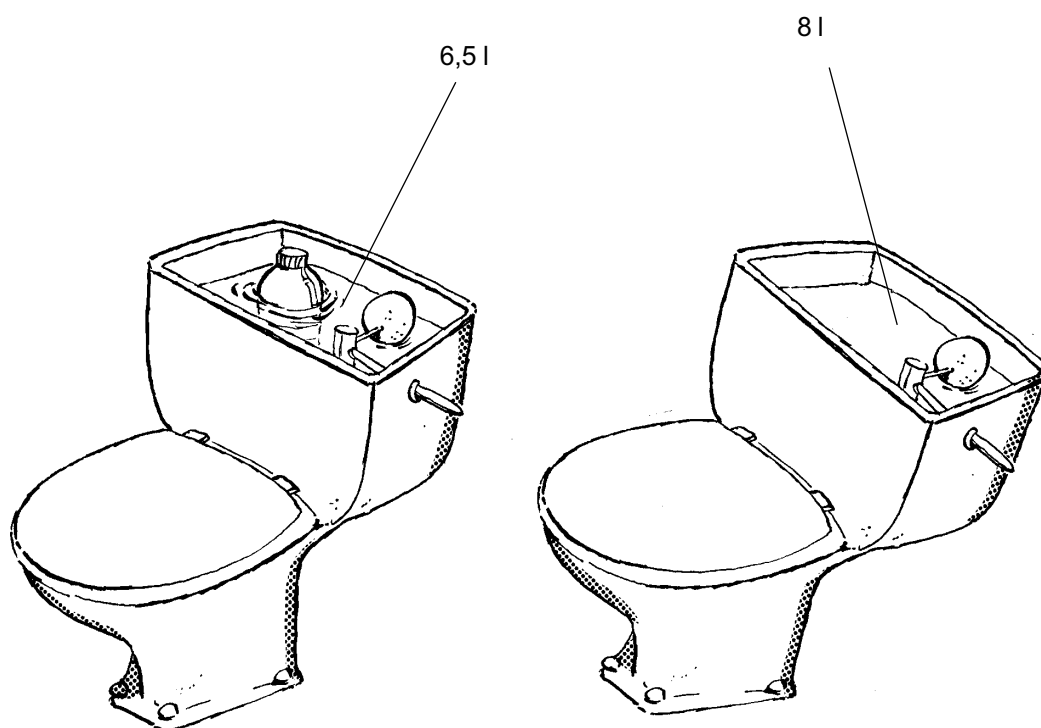
Els alumnes de la vostra classe podrien ser els encarregats de:

a) Confeccionar cartells amb el missatge: *Tanqueu les aixetes. Gràcies* i col·locar-los al costat de cadascuna de les aixetes de l'escola.



b) Preparar ampolles de plàstic d'1-1,5 litres plenes d'aigua i posar-les dins els dipòsits dels WC.

c) Etc.



12. El rebut de l'aigua, què inclou?

Objectius:

Interpretar el rebut de l'aigua. Saber llegir la informació que proporciona i comprendre'n el significat.

Calcular el consum d'aigua diari de la família i de cada persona.

Descripció:

Demaneu als vostres alumnes que portin de casa seva el rebut de l'aigua per interpretar-lo. Del rebut, en podeu obtenir les dades següents:

ABONAT	
DNI / NIF.	

CONSUM			
Data lectura Fecha lectura	01-01-97 31-03-97	Lectures	000506 000533
Període - Período	Gen-Mar-97	Consum integral Consumo registrado	27 M ³
Tarifa	0 DOMESTICA		
Clau lectura Clave lectura	330-019-00	T 013530	(13)

FACTURA		
Num. factura 77-04460-003959	Data emissió Fecha emisión	31-03-97
Pòlissa subministre Poliza suministro	77-002948-1	Num. habitatges Num. viviendas
Domicili subministre - Domicilio suministro		
Municipi - Municipio		
Banc / Caixa / Sucursal / Num. Cta. Banco / Caja		

I.T.S.: D.L. 1/88, L.P. 1997-CIH: L.5/1990, L.P. 13/1994

DETALL DE CONCEPTES		M ³	PREU PRECIO	IMPORT PESSETES IMPORTE PESETAS	IMPORT CONCEPTE IMPORTE CONCEPTO	IVA
AIGUA	MINIM	30	53.50	1,605	1,605	7
CONSERVACIO	RAMAL			249	249	16
IN.TAS.SANEJAM. (7% IVA INCLÓS) (1) CONSUM PERIODE		27	34.61	934	934	
C.I.HIDRAULICA (1) 1 BLOC 16,25 x 0		9				
2 BLOC 16,25 X 0,8		18	13.00	234	234	
(1) GENERALITAT DE CATALUNYA						
I.V.A.			7% S/ 1,605		112	
			16% S/ 249		40	
				IMPORT TOTAL FACTURA	3,174	

- Cabal consumit (en m³),
- Període de facturació (en mesos).

I, per tant, es pot calcular:

- Cabal consumit per la família cada dia (en litres).
- Consum personal d'aigua diari.

Observació: 1 m³ = 1000 l

També es pot comentar als alumnes:

- El cost d'1 m³ d'aigua.

Observacions:

Hi ha un cabal mínim d'aigua a pagar (30 m³).

El cost de l'aigua varia segons el consum. Si consumeixes menys de 30 m³, val un preu, si gastes més de 30 m³, el preu s'incrementa.

- Els impostos que s'apliquen sobre l'aigua:
 - Cànon hidràulic: impost que es destina a obres d'infraestructura com canalitzacions, construcció d'embassaments, etc.
 - Cànon de sanejament: impost que s'utilitza per construir infraestructures destinades a canalitzar i depurar l'aigua residual (ex. construcció de col·lectors, construcció de depuradores, etc.)

Orientacions:

- Podeu comparar el cabal personal calculat amb el resultat obtingut a la fitxa 1 *Consum d'aigua i producció d'aigua residual*. Segur que encara vau quedar curts!
- També podeu intentar interpretar els resultats en funció de:
 - Època de l'any (estiu-resta de l'any).
 - Tipus d'habitatge (pis, casa amb jardí, masia amb bestiar, etc.).
 - Hàbits personals (de neteja-d'higiene...).
- Podeu calcular la despesa d'aigua aproximada del vostre poble en un dia, si calculeu el consum mitjà diari dels alumnes de la classe i el multipliqueu pel nombre d'habitants. El resultat és aproximat perquè el poble o la ciutat, a més del consum de cada persona, també gasta aigua per netejar els carrers, regar els jardins, omplir les piscines públiques, etc.
- Busqueu informació sobre el consum d'aigua diari, per persona, a tot Catalunya i també a d'altres països (ex. Catalunya 250 l, EUA + de 300 l, l'Índia 25 l...).
- Aquesta activitat és més per treballar el consum d'aigua i adonar-se que paguem l'abastament i el sanejament, que no pas per comparar el cost real de l'aigua amb els impostos que s'hi apliquen.

13. Quina depuradora neteja l'aigua que nosaltres embrutem? Quantes depuradores hi ha a la conca del riu?

Objectius:

- Assabentar-se de quina és la depuradora que depura les nostres aigües residuals i conèixer la seva ubicació.
- Entendre que la construcció de depuradores forma part d'un Pla de sanejament.

Descripció:

Els alumnes haurien de:

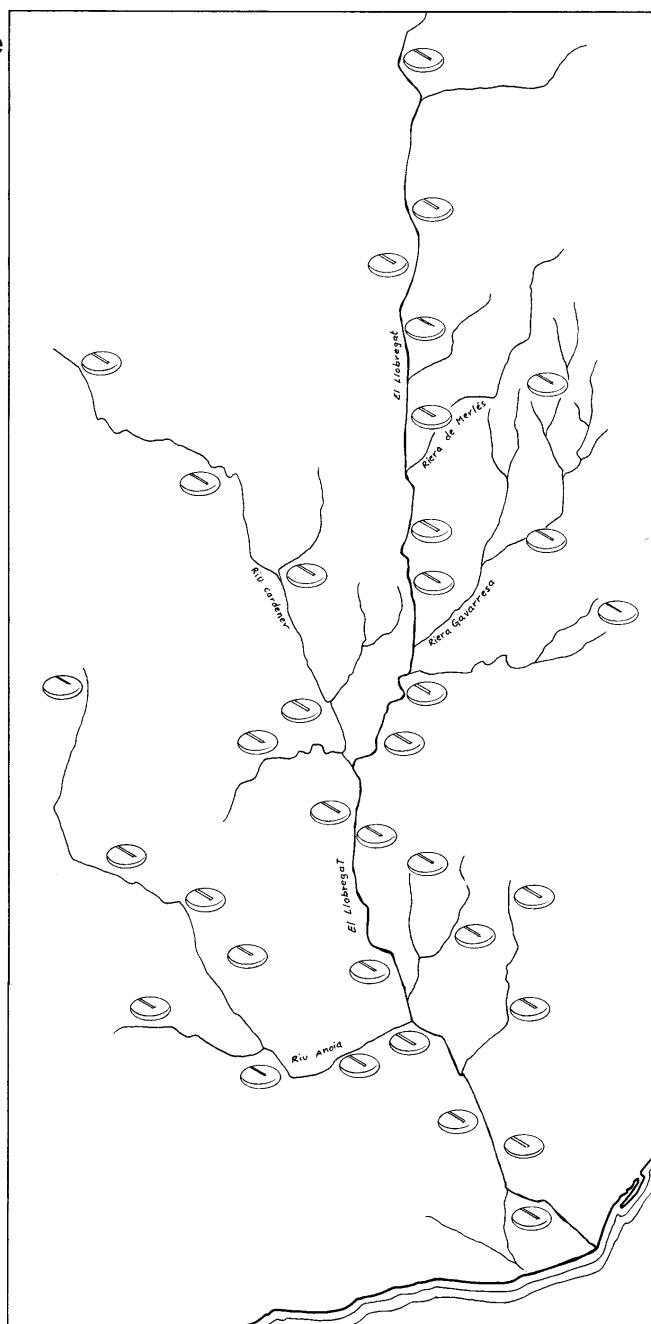
- Esbrinar quina és la depuradora que depura les nostres aigües residuals i assabentar-se de la seva ubicació.
- En un mapa dels rius de Catalunya, indicar el més proper a casa nostra. Dibuixar la conca del riu ampliada i situar-hi els pobles pels quals passa. Marcar amb un cercle de color vermell aquells que tenen depuradora.
- Comptar el nombre de depuradores que hi ha al llarg del riu.
- Confeccionar un mapa de la comarca i assenyalar-hi els pobles/les ciutats que tenen depuradora.

Orientacions:

Si es creu convenient, es poden diferenciar les depuradores en biològiques i fisicoquímiques.

Cal comentar als alumnes que:

El Pla de sanejament preveu inicialment la construcció de depuradores en tots els pobles de més de 2.000 habitants. Prèviament a la instal·lació de les depuradores, cal la construcció dels col·lectors que recullen l'aigua residual per conduir-la fins a la depuradora.



**CONCA HIDROGRÀFICA
DEL RIU LLOBREGAT**

14. Recerca del vocabulari bàsic i dels conceptes claus del sanejament

Objectiu:

Recerca i ampliació del vocabulari bàsic del tema.



Descripció:

Els alumnes han de buscar en diccionaris, enciclopèdies, etc. els mots següents:

- residus
- aigua residual
- cabal
- contaminació
- autodepuració
- col·lector
- claveguera
- depuradora
- matèria orgànica
- bacteris
- reactius
- sanejament
- eutrofització
- potabilització
- desinfecció
- dissolució
- suspensió
- flotació
- col·loide
- floculació.

Orientació:

- De tots aquests mots, cal seleccionar aquells que siguin més adequats al nivell dels vostres alumnes.


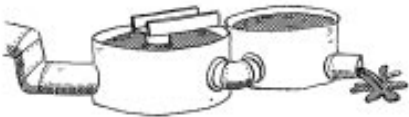
15. El sanejament de pobles i ciutats al llarg de la història

Objectiu:

- Buscar informació del sanejament de les aigües residuals en cultures anteriors a la nostra (grecs, romans, etc.). Adonar-se de com s'ha anat perfeccionant el procés de sanejament al llarg de la història.

Descripció:

- Els alumnes han d'esbrinar com es tractaven les aigües residuals abans del nostre segle. Es canalitzaven? Què en feien? Quines restes arqueològiques s'han trobat? Aquestes són algunes de les qüestions que cal respondre.

ÈPOCA	LLOC	SISTEMA DE SANEJAMENT
s. XX 	Catalunya	Es canalitzen les aigües residuals mitjançant col·lectors de grans dimensions. Es construeixen depuradores per depurar les aigües residuals. 

16. El riu abans, ara i demà

Objectiu:

- Comprovar com ha evolucionat la forma de valorar i utilitzar el riu per part de l'home, en els últims decennis.

Descripció:

- Aquesta activitat es divideix en dues parts:
 - Recerca d'informació sobre el tema.
 - Elaboració d'un gran pòster dividit en tres seccions:

El riu, abans:

Recerca de fotografies antigues referents al riu.

Entrevista a un avi perquè ens expliqui com era el riu 20-30 anys enrera.

Il·lustrar els usos del riu antics (ex. rais, rentar roba, canalitzacions a molins, indústries...). Destacar, també, l'aspecte lúdic del riu (bany, pesca...)

El riu, ara:

Recerca d'articles i d'imatges en revistes, diaris, etc. sobre la contaminació dels nostres rius.

Entrevista al responsable d'algun grup ecologista perquè expliqui què fan per millorar els rius.

Confeccionar l'esquema del funcionament d'una depuradora.

Elaborar un mapa de la conca del riu amb totes les depuradores que s'hi han construït.

Comentar les noves activitats d'aventura que es desenvolupen al riu (ex. *ràfting*).

El riu, demà:

En aquest apartat, els alumnes han d'imaginar com volen el riu en un futur pròxim i expressar-ho amb la tècnica que creguin més adient. Com en les altres dues seccions, s'hauria d'intentar fer una aproximació global al riu (usos de l'aigua, aspectes socials i culturals, etc.).

Orientacions:

- Convé preparar amb antelació les preguntes de les entrevistes i repassar-les conjuntament entre tota la classe.
- Aniria bé haver fet la visita a la depuradora perquè facilitaria l'elaboració de l'esquema i es comprendria millor el seu funcionament.
- És millor primer recollir tota la informació necessària i després destinar un parell de sessions a l'elaboració del pòster final.
- Abans de fer l'apartat *El riu, demà*, cal fer una posada en comú, on cada alumne pugui explicar com s'imagina, i com voldria que fos, el riu del futur. Aquest apartat hauria de reflectir l'opinió de cadascun dels alumnes.

Full de suggeriments

Depuradora de:
Data i hora:
Nivell Educatiu:

Amb la finalitat de poder millorar aquest programa de visites, li agrairíem ens contestés les preguntes següents:

Visita guiada a la depuradora

- Ha estat una activitat aïllada o bé forma part d'una àrea, unitat de programació o crèdit?

Quin/a?

Activitat aïllada

Àrea: _____

Unitat de programació: _____

Crèdit: _____

- Les explicacions han estat adequades al nivell dels alumnes?

Sí

No, perquè _____

- Els alumnes han entès el funcionament i la finalitat de les depuradores?

Sí

No

- Ens vol fer qualsevol suggeriment que permeti millorar aquestes visites?

Guia didàctica.

- Com valora la informació que es dóna. És suficient? És entenedora? _____

- Ha realitzat alguna de les activitats proposades? Quines?

Fitxes didàctiques: 1 2 3 4 5

Activitats suggerides: 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

- a) Les activitats realitzades com les valora? _____

- b) Les activitats no realitzades. Per què no les ha fet?
Manca de temps

No s'adeqüen al nivell educatiu dels alumnes. Quines?

No les trobo interessants. Quines?

Ja havíem realitzat alguna activitat semblant. Quines?

- Ha dut a terme alguna activitat, relacionada amb el tema, no proposada a la guia didàctica? Quina? (Agrairíem ens fes arribar una mostra d'aquest material). _____

- Ha trobat a faltar un material més específic per cobrir les seves necessitats? Quin?

● Com creu que el Departament de Medi Ambient el podria ajudar per facilitar-li la inclusió de l'educació ambiental com a eix transversal dins el seu currículum? _____

● Observacions varies: _____

Gràcies per la seva col.laboració.

Enviar a: Servei d'Educació Ambiental i Promoció
 Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya
 Diagonal, 523-525
 08029 Barcelona