

RENDIMENT DELS DIFERENTS TIPUS DE DEPURADORES I OPTIMITZACIÓ D'UN REACTIU QUÍMIC EN LA DESHIDRATACIÓ DE FANGS

Treball de Fi de Grau

Patricia Celades Altés

Dirigit per:
Sra. Maria Pignatelli Garrigós

Grau de Química



Tarragona 2014

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ	5
2.	OBJECTIU	7
3.	LÍNIA D'AIGUA.....	7
3.1.	PRETRACTAMENT.....	7
3.2.	REACTOR BIOLÒGIC.....	8
3.2.1.	Eliminació de nutrients.....	9
3.3.	DECANTACIÓ SECUNDÀRIA	11
4.	LÍNIA DE FANGS.....	11
4.1.	ESPESSIT	12
4.2.	DESHIDRATACIÓ.....	12
5.	ANÀLISIS DE CONTROL	13
5.1.	PART EXPERIMENTAL.....	14
5.1.1.	Sòlids en Suspensió i Sòlids Volàtils	14
5.1.2.	Demanda Química d'Oxigen.....	15
5.1.3.	Demanda Biològica d'Oxigen en 5 dies.....	16
5.1.4.	pH.....	17
5.1.5.	Conductivitat	18
5.1.6.	Amoni.....	18
5.1.7.	Nitrats.....	18
5.1.8.	Nitrogen Total.....	18
5.1.9.	Fòsfor Total	19
5.1.10.	V_{30}	19
5.1.11.	Matèria Seca i Matèria Volàtil en Fangs	19
6.	PARÀMETRES DE CONTROL LÍNIA D'AIGUA.....	20
7.	ESTUDI I RENDIMENT DELS PROCESSOS DEPURATIUS.....	22
7.1.	EDAR 1: CARRUSEL.....	22
	□ Resultats i rendiments.....	24
7.2.	EDAR 2: FLUX PISTÓ.....	25
	□ Resultats i rendiments.....	27
7.3.	EDAR 3: BARREJA COMPLETA.....	28
	□ Resultats i rendiments.....	30
7.4.	EDAR'S 4, 5 I 6: CANAL D'OXIDACIÓ	31
	□ Resultats i rendiments.....	33
7.5.	EDAR 7: LLIT FIX	35

7.6.	DISCUSSIÓ DE RESULTATS	36
7.7.	CONCLUSIONS	40
8.	OPTIMITZACIÓ D'UN POLIELECTROLIT EN LA DESHIDRATACIÓ DE FANGS..	41
8.1.	ESTUDI PREVI	41
8.2.	PROCEDIMENT	42
8.3.	DISCUSSIÓ DE RESULTATS	46
8.4.	CONCLUSIONS	46
9.	BIBLIOGRAFIA	48

ABSTRACT

Treatment of waste water is necessary in our society and it is a big deal for many cities over the world.

Fundamentals are presented in this work as well as the study of the performance of seven wastewater treatment plants (WWTP) of the Ribera d'Ebre region in the province of Tarragona (Catalonia, Spain). This study deals with the process that take place on the biological reactors of each WWTP. Thus, by analyzing samples of water line, the performance related to solids, organic matter and the main nutrients present in waste water are determined.

In addition, the optimization of a dehydration process through the addition of a chemical, the so called polyelectrolyte, in solid and liquid states is studied. In this study the main samples of mud line are treated.

1. INTRODUCCIÓ

L'aigua és indispensable per la vida. L'agafem de la natura on és troba neta per utilitzar-la i es contamina per l'acció humana. Per aquesta raó sorgeixen les depuradores.

Les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) tenen com a objectiu recollir les aigües contaminades provinents de residus urbans com ara residències, indústries i comerços per tornar-les al medi ambient en condicions acceptables. Aquestes aigües poden estar contaminades de diferents maneres segons el tipus d'utilitat que hagin tingut.

Les aigües residuals s'han de sotmetre a tractaments físics, químics i biològics a través de les instal·lacions de les EDAR per eliminar els sòlids en suspensió, la matèria orgànica, la qual pot generar gasos amb olors desagradables per la població, i eliminar els microorganismes que poden causar malalties en l'ésser humà.

Els nutrients més significatius presents en les aigües residuals són principalment el nitrogen i el fòsfor, que s'han de controlar perquè actuen com a nutrients capaços d'alterar el creixement de fauna en el medi aquàtic. El nitrogen i el fòsfor són essencials per tots els organismes vius, formant part de manera fonamental de les proteïnes i aminoàcids. Els nutrients que s'han d'eliminar en les EDAR provenen principalment de la descomposició de la matèria orgànica, d'abocaments urbans i industrials, i de l'ús de fertilitzants i pesticides en l'agricultura.

El control es duu a terme al laboratori on s'han d'analitzar les aigües. Els resultats es comparen amb els límits establerts per la Directiva 91/271/CEE, veure la Taula 1, on s'indiquen els valors pels Sòlids en Suspensió (SS), la Demanda Biològica d'Oxigen en 5 dies (DBO₅), la Demanda Química d'Oxigen (DQO), el Nitrogen total (N_T) i el fòsfor total (P_T).

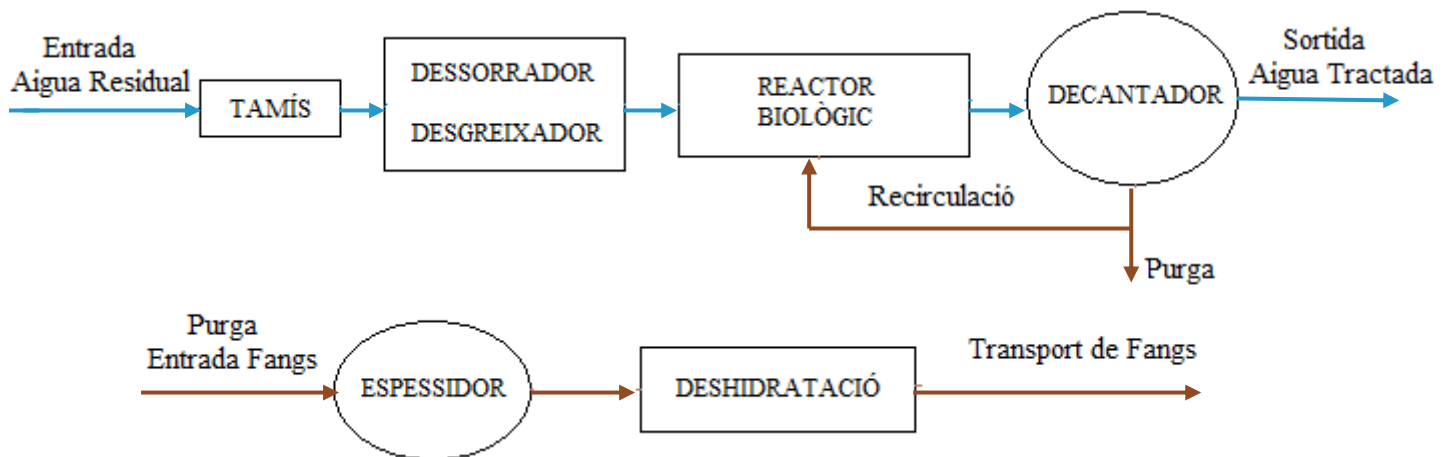
Taula 1. Normativa pels efluents per habitants segons Directiva 91/271/CEE

	SS	DBO ₅	DQO	N _T	P _T
EDAR > 10000 hab-eq	< 35 ppm	< 25 ppm	< 125 ppm	< 15 ppm	< 2 ppm
EDAR < 10000 hab-eq	< 35 ppm	< 25 ppm	< 125 ppm	-	-

La U.T.E S y D AGUAS 70 EDAR RIBERA D'EBRE és l'entitat on he realitzat les tasques determinades per poder escriure i presentar el treball final del grau en Química de la Universitat Rovira i Virgili (URV). L'EDAR rep mostres de les línies d'aigua i de fang de 7 depuradores corresponents a les diferents poblacions de la comarca. A l'hora de presentar els resultats en aquest treball, per petició de l'empresa, les EDAR seran identificades numèricament des del número 1 fins al número 7.

Les EDAR's número 1 i 2 han de complir els límits que s'indiquen en la Taula 1 per l'aigua de sortida ja que la població es superior a 10.000 habitants equivalents. Mentre que la resta de depuradores com que presenten una població inferior no han de complir els límits de N_T i P_T .

Les línies d'aigua i fang de les 7 EDAR's que s'estudien a continuació segueixen el mateix esquema en les seves instal·lacions, havent-hi una excepció en el reactor biològic on cada EDAR presenta un tipus diferent. En l'Esquema 1 es poden observar la línia d'aigua i la línia de fangs, amb els colors blau i marró respectivament.



Esquema 1. Línies d'Aigua i Fang d'una EDAR biològica

2. OBJECTIU

El treball final de grau en l'empresa U.T.E S y D AGUAS 70 RIBERA D'EBRE té com a principal objectiu, en l'àmbit analític, estudiar el rendiment dels diferents reactors biològics per mitjà d'anàlisis en les mostres de les línies d'aigua de les 7 EDAR's corresponents a la comarca de la Ribera d'Ebre.

Un segon objectiu més concret és, en l'àmbit de productes químics aplicats, la comparació d'un polielectrolit líquid i un polielectrolit sòlid en la deshidratació de fangs per mitjà de l'anàlisi de mostres de la línia de fang.

3. LÍNIA D'AIGUA

La línia d'aigua de les EDAR's que s'estudiaran conté una zona de pretractament, un reactor biològic i un decantador. Gràcies a aquests processos, es redueix la càrrega contaminant i l'aigua surt tractada abocant-se al medi ambient per donar-li utilitat.

3.1. PRETRACTAMENT

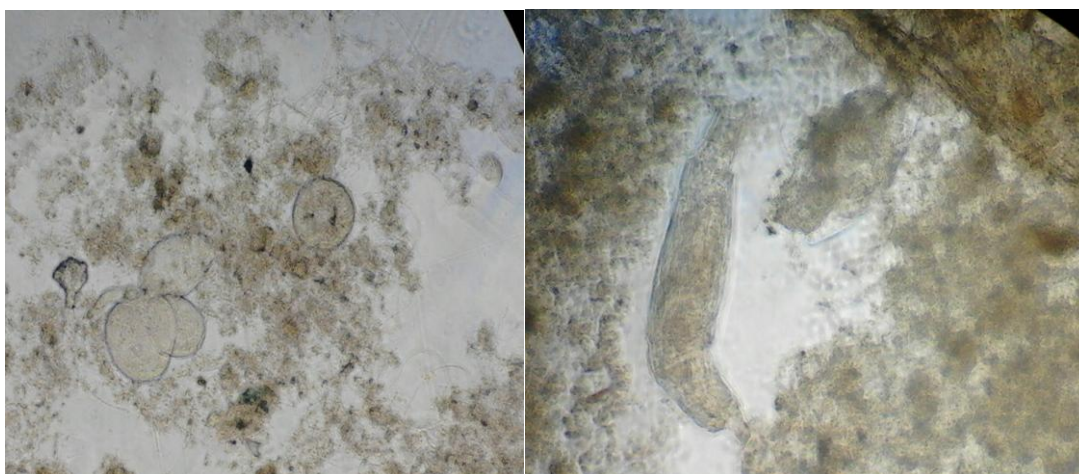
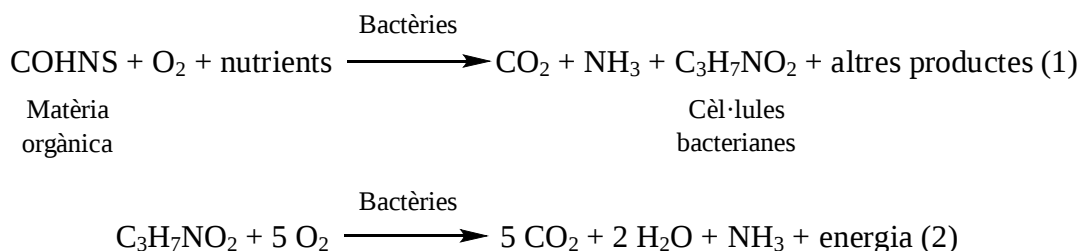
L'aigua residual d'entrada passa per unes reixes on s'eliminen els sòlids de mida més elevada i de més pes que s'han arrossegat, com ara plàstics, fustes, pedres... per evitar obstruccions o averies en les bombes i vàlvules que hi ha en tot el procés. Després amb la presència d'un tamís s'eliminen les partícules més fines. A continuació, l'aigua es fa passar per un canal dessorrador - desgreixador, on es separen les sorres més fines dels greixos. Les sorres fines tenen la capacitat de sedimentar per acció de la gravetat separant-se de les partícules en suspensió. A la part inferior hi ha una aportació d'aire, per fer que els greixos i els olis de l'aigua flotin en la superfície.

3.2. REACTOR BIOLÒGIC

Els reactors biològics tenen com objectiu eliminar la matèria orgànica per mitjà de la presència de microorganismes. L'aigua arriba al reactor biològic després de passar pel canal desgreixador - dessorrador.

El procés que segueixen les EDAR de la comarca de Ribera d'Ebre, és coneix com a fangs actius, perquè conte un cultiu bacterià que es troba en suspensió (fangs), els quals s'airegen per activar el seu metabolisme. En els bioreactors es dona un procés aerobi, on els microorganismes utilitzen l'oxigen per poder alimentar-se de la matèria orgànica present en l'aigua i generar nous individus. En la Imatge 1 s'observen, utilitzant el microscopi òptic, el flòcul o bactèries i dos tipus de microorganismes que es troben presents en els fangs actius, els de la dreta són microorganismes que formen part de la ³família dels ciliats i els de l'esquerra formen part de la família dels rotífers.

⁴El contingut del reactor és coneix amb el nom de “licor mescla” on es produeixen les reaccions (1) donant l'oxidació de la matèria orgànica i síntesi de noves cèl·lules bacterianes, i la reacció (2) on es produeix la respiració de les cèl·lules bacterianes. Per tant, el que s'aconsegueix és transformar la fracció de matèria orgànica soluble en una fracció de matèria orgànica insoluble.



Imatge 1. Microorganismes presents en els fang actius, ciliats, rotífers i bactèries (flòcul).

3.2.1. Eliminació de nutrients

El nitrogen i el fòsfor són nutrients essencials per la vida dels microorganismes que aconsegueixen eliminar la matèria orgànica. L'eliminació d'aquests nutrients és necessària per evitar la eutrofització de les aigües del medi receptor de l'aigua tractada per la depuradora.

El nitrogen present en les aigües urbanes que arriben a les EDAR prové principalment de les aigües residuals domèstiques i dels residus agrícoles. Aquest nutrient es troba en forma de nitrogen orgànic (aminoàcids, urea...), nitrit i nitrats. El nitrogen amoniacal en solució aquosa dona lloc a la reacció d'equilibri (3), on en funció del pH es desplaça l'equilibri. L'amoníac al ser una base dèbil reacciona amb àcids de Brønsted per donar el seu àcid conjugat, l'ió amoni. Per tant, a $\text{pH} > 7$ l'equilibri es desplaça cap a l'esquerra, mentre que a $\text{pH} < 7$ l'equilibri es desplaça cap a l'ió amoni.



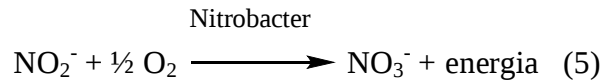
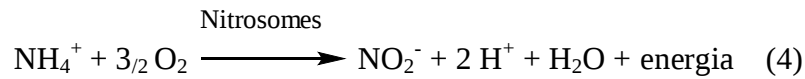
L'eliminació de nitrogen en les EDAR's d'estudi és duu a terme per un procés de nitrificació i posterior desnitrificació.

El fòsfor prové d'aigües residuals domèstiques, industrials i comercials, i en solucions aquoses es troba en les formes de ortofosfat, polifosfat i fosfats orgànics. Hi ha dues possibles vies per l'eliminació del fòsfor, la biològica i la química. En la via biològica les bactèries PAO (Organismes Acumulatius de fosfats) s'encarreguen de dur a terme el procés. Aquest procés de desfosfatació biològica, requereix l'alternança de condicions anaeròbiques i aeròbies. En la via química s'utilitzen sals metàl·liques, com el clorur fèrric (III), FeCl_3 , que en reaccionar amb el fòsfor formen un compost pesat que sedimenta fàcilment. En les EDAR's d'estudi s'utilitza la via biològica.

- Eliminació de Nitrogen

Nitrificació. El procés de nitrificació es realitza de manera autòtrofa, l'energia destinada al creixement bacterià s'obté a partir de l'oxidació dels compostos de nitrogen, principalment l'amoníac. És per aquesta raó que es necessita aportació mecànica d'aire en els fons dels reactors biològics. ⁴L'oxidació de l'ió amoni es produeix gràcies a dos tipus de bactèries pertanyents a la família de les nitrobactèries,

les nitrosomes que són amoni-oxidants i les nitrobacter que són nitrito-oxidants. Aquestes permeten oxidar l'amoni a nitrit i el nitrit a nitrat respectivament, segons les reaccions (4) i (5):



L'energia que s'allibera de les reaccions (4) i (5) s'utilitza per el creixement i el manteniment cel·lular. La constant de velocitat de la reacció de les nitrobacter és tres vegades més elevada que la velocitat de reacció de les nitrosomes, per això el nitrit no arriba a acumular-se. Per tant, la reacció global que és produeix per les bactèries citades anteriorment és la següent (6):



Desnitricació. La desnitricació té lloc en la reducció dels nitrats a nitrits i posteriorment a compostos nitrogenats gasosos, com són l'òxid nítric, òxid nítrós i nitrogen diatòmic que s'alliberen cap a l'atmosfera. La reacció numero (7) descriu aquesta etapa. La desnitricació es duu a terme en un ambient anòxic perquè el nitrat i el nitrit actuen en el transport d'electrons per la respiració bacteriana substituint a l'oxigen. Per tant, el nitrit i el nitrat són capaços d'actuar com a acceptor d'electrons reduint el nitrat fins obtenir nitrogen gas.

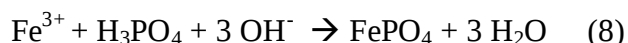


- Eliminació de fòsfor

²Via biològica. L'eliminació del fòsfor per via biològica consisteix en sotmetre als microorganismes a un ambient anaeròbic, en aquestes condicions alliberen el fòsfor present en el seu teixit cel·lular en forma de fosfats solubles. Després en la fase aeròbia del reactor biològic els microorganismes capten una quantitat de fòsfor elevada superior a la alliberada que utilitzen per el manteniment cel·lular, síntesi, transport d'energia i

emmagatzematge per un ús posterior. Per tant, es pot afirmar que són capaços de captar més fòsfor del que alliberen i així reduir la concentració de fòsfor dissolt en l'aigua.

¹Via química. L'eliminació del fòsfor per via química consisteix en addicionar FeCl_3 que actua com a coagulant al final del reactor biològic, procés anomenat postdesfosfatació. El clorur fèrric reacciona amb els fosfats solubles per transformar-los en fosfat fèrric insoluble, el qual precipita, segons la reacció (8):



D'aquesta forma el clorur fèrric té la capacitat de associar-se amb el fosfats de l'aigua per coagular i produir la floculació de manera que en la decantació secundària es puguin eliminar a través del fang.

3.3. DECANTACIÓ SECUNDÀRIA

El "licor mescla" que es troba en el reactor biològic passa a un decantador per clarificar l'aigua abans d'abocar-la. Al decantador es realitza la separació de l'aigua tractada i dels fangs biològics. Una part d'aquests fangs es redirigeix cap al reactor biològic per mantenir constant la concentració de microorganismes, i l'altra s'extrau com a excés de fangs (purga). Per tant, en les EDAR's estudiades, la decantació secundària és l'últim pas per obtenir l'aigua depurada.

4. LÍNIA DE FANGS

La línia de fangs de les EDAR's que s'estudiaran conté un espessidor i una zona de deshidratació per mitjà d'una centrífuga. Una part dels fangs és recircula al reactor biològic per mantenir una concentració de microorganismes adient i l'altra és purga per portar-ho al espessidor.

La deshidratació del fang es necessària per les següents dues raons principalment. La primera és que la manipulació del fang és més senzilla en estat sòlid que en estat líquid. La segona, i més important, és perquè al reduir el volum del fang, el preu del seu transport disminueix notablement.

4.1.ESPESSIT

El primer pas en la línia de fangs és l'espessidor, un tanc amb forma cilíndricònica. El fang que arriba conté un percentatge elevat d'aigua per això l'objectiu de l'espessidor es separar les dos fases, aigua i fang, per augmentar la concentració de sòlids i reduir al mateix temps la quantitat de fang per tractar. Els espessidors de totes les depuradores estudiades són espessidors per gravetat.

4.2.DESHIDRATACIÓ

Un cop s'ha reduït el volum de fangs a tractar s'ha de fer un condicionament per mitjà d'un reactiu químic. Per facilitar la separació de la fase aquosa i sòlida es dosifica un reactiu químic, concretament un polielelectrolit.

Els polielelectrolits són polímers amb una elevada massa molecular amb grups funcionals ionitzables que permeten la floculació per formació de ponts entre les partícules. El tipus de polielelectrolit que utilitzen les EDAR's són de tipus catiónic.

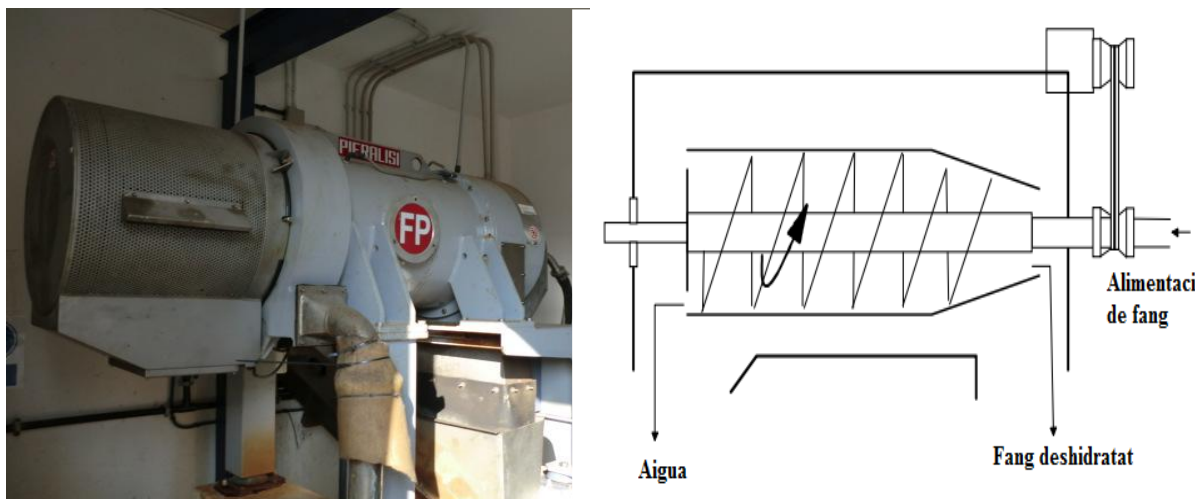
Els polielelectrolits catiónics, presenten una càrrega positiva les quals poden atrapar aquelles molècules que tinguin càrregues negatives, com són els sulfats, nitrats... La seva funció és ajudar a la sedimentació per coagular la matèria en suspensió i en solució.

Per fer el condicionament químic es necessita un tanc per fer la dilució del polielelectrolit. En la Imatge 2 es pot observar el tanc per fer la dilució del polielelectrolit i el seu interior.



Imatge 2. Tanc de dilució de polielelectrolit i el seu interior.

Els fangs s'acondicionen amb la preparació del polielectrolit i es passa a realitzar la deshidratació de fangs en la centrifuga. ¹La centrifuga conté en el seu interior un tambor de forma cilíndrica que gira a una gran velocitat diferencial, generant una força centrífuga, sobre un eix horitzontal. Gràcies a aquesta força centrífuga, s'aconsegueix la separació de l'aigua i del fang per tenir un percentatge més elevat de matèria seca. L'aigua que és separa rep el nom d'escorregut. En la Imatge 3 es mostra a l'esquerra l'aparença de la centrífuga i a la dreta un esquema del funcionament.



Imatge 3. Aparença i esquema del funcionament de la centrífuga.

5. ANÀLISIS DE CONTROL

Els anàlisis de control de les 7 EDARs es duen a terme dos cops a la setmana de les mostres d'aigua d'entrada, d'aigua de sortida, reactor biològic i recirculació. En les 4 mostres de cada depuradora es determina la concentració dels sòlids en suspensió i el percentatge de sòlids volàtils. En les mostres d'aigua d'entrada i de sortida es determina la concentració en unitats de ppm (parts per milió) de la DBO_5 i DQO , N-NH_4 , N-NO_3^- , N_T i P_T , a més del pH i de la conductivitat. Aquelles mostres que es trobin fora del rang que indica cada kit d'anàlisi s'hauran de diluir prèviament.

Els anàlisis de control de la línia de fangs es duen a terme en les mostres de l'espessit, de polielectrolit, de fang deshidratat i de l'escorregut de la centrífuga. D'aquestes

mostres és determina en totes elles la sequedat, i la matèria volàtil de l'espessit i del fang deshidratat.

Es diferencien dos tipus de mostreigs a l'hora de prendre les mostres, el tipus puntual i el tipus integrat. Una mostra puntual és una mostra discreta que es pren en un moment concret, i una mostra integrada és una mostra obtinguda d'una barreja de mostres simples preses en punts diferents. Generalment les mostres que s'analitzen són mostres integrades.

5.1. PART EXPERIMENTAL

En la part experimental es mostraran el tipus d'anàlisis que s'han dut a terme al laboratori per extraure els resultats d'ambdós línies de les diferents EDAR's en la línia d'aigua i la línia de fang. Tots els anàlisis descrits corresponen a mostres de la línia d'aigua excepte l'últim, on les mostres rebudes formen part de la línia de fang.

5.1.1. Sòlids en Suspensió i Sòlids Volàtils

Els sòlids en suspensió es determinen perquè poden provocar deposicions de sòlids, empitjorar la transparència de les aigües de sortida i per portar un control de la població de microorganismes. L'anàlisi dels sòlids volàtils és realitza per determinar l'estabilitat biològica dels fangs en les aigües residuals.

La determinació de sòlids en suspensió es realitza filtrant al buit una quantitat de mostra coneguda. El filtre és de microfibra de vidre amb una mida de porus de 1.2 μm que prèviament ha d'estar tarat. Generalment es filtren 100 ml d'aigua de sortida, 25 ml d'aigua d'entrada, 10 ml del reactor biològic i 5 ml de la recirculació, aquest valors poden variar mínimament segons com estigui l'estat de la mostra. Després, a l'estufa és sotmet a un procés d'evaporació a una temperatura d'uns 105°C aproximadament on és perd la matèria que no es considera sòlida ja que presenta una alta pressió de vapor. Per tant és determina la concentració de MES (Matèria en Suspensió) en les mostres d'aigua d'entrada i sortida, i MLSS (Sòlids en Suspensió del Licor Mescla) en les mostres del reactor biològic i recirculació, a través de l'Equació 1:

$$[\text{MES}] \text{ o } [\text{MLSS}] = \frac{P_s - P_o \text{ mg}}{V \text{ L}} \quad \text{Equació 1}$$

On: P_s és el pes sec del filtre amb mostra després de traure'l de l'estufa en mg

P_o és el pes del filtre abans de filtrar la mostra en mg

V és el volum de mostra filtrada en L

Un cop s'ha determinat la concentració de sòlids en suspensió es passa a determinar el percentatge de sòlids volàtils. Per fer-ho, els filtres s'introdueixen a la mufla que es troba a una temperatura de 540°C, per tant la fracció orgànica s'oxidarà i desapareixerà quedant la matèria inorgànica en forma de cendres. A aquesta temperatura la descomposició de les sals inorgàniques es limita al carbonat de magnesi que descompon als 350°C en òxid de magnesi i diòxid de carboni. Llavors es determina el percentatge de MLSV (Sòlids Volàtils del Licor Mescla) en les mostres del reactor biològic i recirculació, realitzant de l'Equació 2:

$$\% \text{ MLSV} = \frac{\frac{(P_c - P_s) \text{ mg}}{V \text{ L}}}{[\text{MLSS}]} 100 \quad \text{Equació 2}$$

On: P_c és el pes del filtre calcinat després de traure'l de la mufla en mg

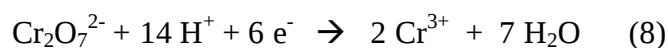
P_s és el pes del filtre un cop filtrada la mostra en mg

V és el volum de mostra filtrada en L

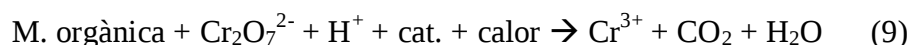
5.1.2. Demanda Química d'Oxigen

La Demanda Química d'Oxigen (DQO) és la quantitat d'oxigen necessària per oxidar tota la matèria orgànica i oxidable que hi hagi present en l'aigua residual. És una mesura representativa de la contaminació orgànica ja sigui biodegradable o no.

La determinació de la DQO de la mostra d'entrada utilitza el kit LCK 514 amb un rang de concentració de 100-2000 ppm d'O₂. La cubeta conté 90% d'àcid sulfúric concentrat per estar en medi àcid fort, sulfat de mercuri per evitar les interferències dels clorurs i dicromat potàssic (K₂Cr₂O₇) com a agent oxidant fort segons la reacció (8).



S'introdueixen 2 ml de mostra a la cubeta i durant 2 hores es produeix una digestió a una temperatura de 148°C en un termoreactor. En aquest temps els compostos orgànics oxidables reaccionen amb el dicromat reduint l'ió dicromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) a l'ió Cr^{3+} , és a dir, l'ió amb un estat hexavalent passa a ser trivalent, estable i de color verd. La mesura espectrofotomètrica del ió Cr^{3+} és proporcional a la concentració d'oxigen. La cubeta de reacció conté, a més, sulfat de mercuri que s'utilitza per les interferències de clorurs. El clorur és la principal interferència per determinar la concentració de DQO perquè s'oxidaria amb el dicromat per formar clor gas i provocaria valors de DQO superiors als que en realitat són. Per això cada cubeta conté sulfat de mercuri (II) que es capaç de formar un complex soluble de cloromercuriat (II) que permet eliminar la interferència dels clorurs. Per tant la reacció global (9) mostra la reacció que té lloc dintre de la cubeta:



La determinació de la DQO de la mostra de sortida es realitza amb el kit LCK 314 amb un rang de 15-150 ppm d' O_2 on la cubeta conté 90% d'àcid sulfúric i sulfat de mercuri.

Després de la digestió s'espera fins que es refredi per determinar la DQO amb l'espectrofotòmetre en una longitud d'ona de 605 nm per l'entrada i 445 nm per la sortida.

5.1.3. Demanda Biològica d'Oxigen en 5 dies

La Demanda Biològica d'Oxigen en 5 dies (DBO_5) és la quantitat d'oxigen en unitats de ppm que els microorganismes presents en l'aigua necessiten per eliminar la matèria orgànica biodegradable en un temps de 5 dies, sense la presència de llum per evitar la producció fotosintètica, a una temperatura determinada de 20°C on la seva activitat es òptima. Per tant, el consum que hi haurà d'oxigen serà proporcional a la matèria orgànica biodegradable.

La DBO_5 és determina en les mostres d'aigua d'entrada i sortida. El procediment consisteix en introduir dintre d'una ampolla de vidre d'ambre la quantitat de mostra necessària segons la escala que es mostra en la Taula 2, basada en el valor obtingut de

DQO, ja que el valor de DBO₅ mai pot ser superior al de DQO. Com que es probable que hi hagi una oxidació dels compostos nitrogenats, una nitrificació, s'afegeix una solució inhibidora de *N*-aliltiurea (C₄H₈N₂S) per evitar l'obtenció de resultats no reals.

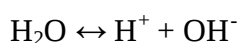
Taula 2. Escala de volums per determinar la DBO₅

Escala (DQO)	Volum Mostra	Volum Solució <i>N</i> -aliltiurea
0 + 1000 mg O ₂ / L	100 ml	0.3 ml
0 + 600 mg O ₂ / L	150 ml	0.5 ml
0 + 250 mg O ₂ / L	250 ml	0.8 ml
0 + 90 mg O ₂ / L	400 ml	1.3 ml

A continuació s'introdueix un iman, i a la part superior de l'ampolla, es fica un tap de goma que conté hidròxid de sodi (NaOH). La funció del NaOH és captar el diòxid de carboni formant carbonat sòdic i aigua. Gràcies a aquesta captació és genera una pressió que es rebuda per un sensor adherit al tap de goma i mostra el valor de la concentració d'oxigen en ppm.

5.1.4. pH

La determinació del pH és un factor molt important ja que concentracions inadequades del l'ió, H⁺, poden donar lloc a dificultats en els processos biològics. El pH en fase aquosa es defineix com el logaritme negatiu de la concentració del protó hidratat. La concentració d'aquest està relacionada en la quantitat de molècules d'aigua que es dissocien:



Aplicant la llei de masses: $K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$, com que la concentració de l'aigua en medi aquós és constant, es pot definir la constant d'equilibri: $K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$.

Per tant l'expressió de la concentració de protons és $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ i es determina en les mostres d'entrada i sortida amb una sonda que conté un elèctrode de pH.

5.1.5. Conductivitat

La conductivitat és la capacitat que té una solució per transportar la corrent elèctrica, que depèn principalment de la concentració d'ions que hi hagi a la mostra. Es determina en les mostres d'entrada i de sortida amb una sonda de conductivitat en unitats de microSiemens per centímetre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

5.1.6. Amoni

La determinació de la concentració de nitrogen amoniacal, $\text{NH}_4\text{-N}$, en les mostres d'entrada i de sortida es realitza amb un sol kit LCK 303 per un rang de concentracions de 4-47 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$. El principi d'aquest mètode es basa en la reacció en medi bàsic entre els ions amoni amb els ions hipoclorit utilitzant com a catalitzador el nitroprussiat sòdic per formar el blau d'indofenol. La quantitat de coloració és proporcional a la concentració d'amoni present en la mostra i es mesura amb l'espectrofotòmetre a una longitud d'ona de 690 nm.

5.1.7. Nitrats

Per determinar la concentració de nitrats, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ s'utilitza el kit LCK 339 per un rang de concentracions de 0.23-13.50 ppm $\text{NO}_3^-\text{-N}$. La cubeta conté 60% d'àcid sulfúric i 33% d'àcid fosfòric en la qual, s'introdueix 1 ml de mostra i posteriorment 0.2 ml de 2-dimetilfenol. Els ions nitrats reaccionen en solucions que contenen àcid sulfúric i àcid fosfòric amb el 2-dimetilfenol per formar el 4 – nitro-2,6 – dimetilfenol que es mesura amb l'espectrofotòmetre a una longitud d'ona de 345 nm.

5.1.8. Nitrogen Total

Per determinar el Nitrogen Total, N_T , s'utilitza el kit LCK 238 per un rang de concentració de 5-40 ppm N_T amb el qual es vol transformar els diferents tipus de nitrogen en un sol. El procediment consisteix en fer una digestió durant 1 hora a 100°C de 500 ml de mostra amb 2 ml d'hidrat sòdic i una pastilla de peroxidisulfat de potassi

(K₂S₂O₈) per oxidar el nitrogen orgànic i inorgànic formant nitrat. Després es realitza el mateix pas que en la determinació de nitrats i es mesura amb l'espectrofotòmetre a una longitud d'ona de 345 nm.

5.1.9. Fòsfor Total

En les mostres d'entrada es determina el Fòsfor Total, P_T, amb el kit que presenta un interval entre 2-20 ppm PO₄³⁻-P. Per les mostres de sortida s'utilitza el kit amb un interval entre 0.5-5 ppm PO₄³⁻-P. Les cubetes contenen 16% d'àcid sulfúric per tenir un medi àcid ja que en solució àcida els fosfats reaccionen amb els ions molibdat i antimoni per formar el complex antimonifosfomolibdat que per mitjà de l'àcid ascòrbic es redueix a fosfomolibè, presentant una coloració blava. Tant l'entrada com la sortida es mesuren amb l'espectrofotòmetre a una longitud d'ona de 890 nm.

5.1.10. V₃₀

La prova de la V₃₀ indica la decantabilitat del fang, és el volum ocupat pel fang decantat durant un temps de 30 minuts. El procediment consisteix en agafar la mostra i agitar-la suaument amb la finalitat de garantir una suspensió el més homogènia possible, però sense alterar l'estructura flocular del fang actiu. Després s'introdueix dintre d'una proveta fins arribar a 1 L deixant-ho reposar durant 30 minuts per anotar el que ocupa el fang sedimentat en aquell instant.

5.1.11. Matèria Seca i Matèria Volàtil en Fangs

La determinació del percentatge de Matèria Seca (% MS) o dels Sòlids en Suspensió (% SS) en les mostres de les línies de fang permet establir la capacitat que tenen a l'hora de reduir el seu volum.

El procediment consisteix en introduir una quantitat de mostra en un gresol i deixar-ho a l'estufa a una temperatura aproximadament de 105 °C com a mínim un dia, el temps suficient per assegurar-se que s'ha evaporat l'aigua que hi havia.

El càlcul per obtenir el percentatge de matèria seca es realitza mitjançant l'Equació 3.

$$\% \text{ MS} = \frac{(P_s - P_o)}{(P_f - P_o)} \cdot 100 \quad \text{Equació 3}$$

On: P_s és el pes sec del gresol amb mostra després de traure'l de l'estufa

P_f és el pes del gresol amb mostra abans d'introduir-lo a l'estufa

P_o és el pes del gresol abans de filtrar la mostra

La determinació de percentatge de Matèria Volàtil (MV) permet establir l'estabilitat que tenen els fangs perquè indica el contingut de matèria orgànica. El procediment consisteix en agafar el mateix gresol, després d'haver eliminat l'aigua i determinat el percentatge de matèria seca, i introduir-lo a la mufla per calcinar la mostra a una temperatura de 540 °C. El càlcul per obtenir el valor del percentatge de matèria volàtil es realitza segons l'Equació 4.

$$\% \text{ MV} = \frac{(P_s - P_c)}{(P_s - P_o)} \cdot 100 \quad \text{Equació 4}$$

On: P_s és el pes sec del gresol amb mostra després de traure'l de l'estufa

P_c és el pes del gresol amb la mostra calcinada

P_o és el pes del gresol abans de filtrar la mostra

6. PARÀMETRES DE CONTROL LÍNIA D'AIGUA

Hi ha tres paràmetres bàsics de control del procés que es dona a les depuradores i que defineixen els processos dels fangs actius. En base aquests i a la geometria del reactor es poden diferenciar els tipus de depuradores. A més, són els paràmetres en els que es basen els constructors per a garantir la qualitat de l'aigua tractada.

- Càrrega Màssica

La Càrrega Màssica (CM) es calcula per mitjà de la matèria orgànica que entra al reactor per unitat de temps i la massa dels microorganismes que hi ha. Les seves unitats són Kg DBO₅ per Kg MLSS en el reactor biològic. L'únic paràmetre que es pot controlar és la concentració de microorganismes i serveix per poder dissenyar les instal·lacions de les EDAR's. Tenint en compte el valor que s'obtingui, es pot saber el tipus de càrrega que presenta una EDAR segons el que s'indica a la Taula 3.

L'adaptació d'una càrrega o un altra ve donada en funció del rendiment que es desitja obtenir del procés. A mesura que augmenta el rendiment, la CM va disminuint.

Taula 3. Tipus de càrrega segons la CM

Tipus de càrrega	CM
Alta	CM > 0.4
Mitja	0.15 < CM < 0.4
Baixa	0.07 > CM < 0.15
Molt baixa	CM < 0.07

Per tal d'obtenir el valor numèric de la càrrega màssica es realitza amb la següent equació:

$$C_M = Q \cdot S_o / V_R \cdot X$$

On: Q és el cabal d'entrada en m³

S_o és la matèria orgànica (DBO₅) en ppm

V_R és el volum del reactor en m³

X és la concentració de microorganismes en el reactor (MLSS) en ppm

- Temps de Retenció Cel·lular

El temps de retenció cel·lular es defineix com el temps mig en dies que romanen els microorganismes o sòlids dintre del reactor en unitats de dies. Es calcula de la següent manera:

$$TRC = \text{ppm MLSS reactor} \cdot V_R / \text{ppm purga} \cdot Q_p$$

On: Q_p és el cabal de la purga en m³

V_R és el volum del reactor en m³

- Temps de Retenció Hidràulic

El temps de retenció hidràulic és el temps que tarda l'aigua en sortir del reactor, és a dir, el temps en hores que el fluid es troba dintre del reactor biològic.

$$TRH = V_R (m^3) / Q_S$$

On: Q_S és el cabal de sortida m^3

V_R és el volum del reactor m^3

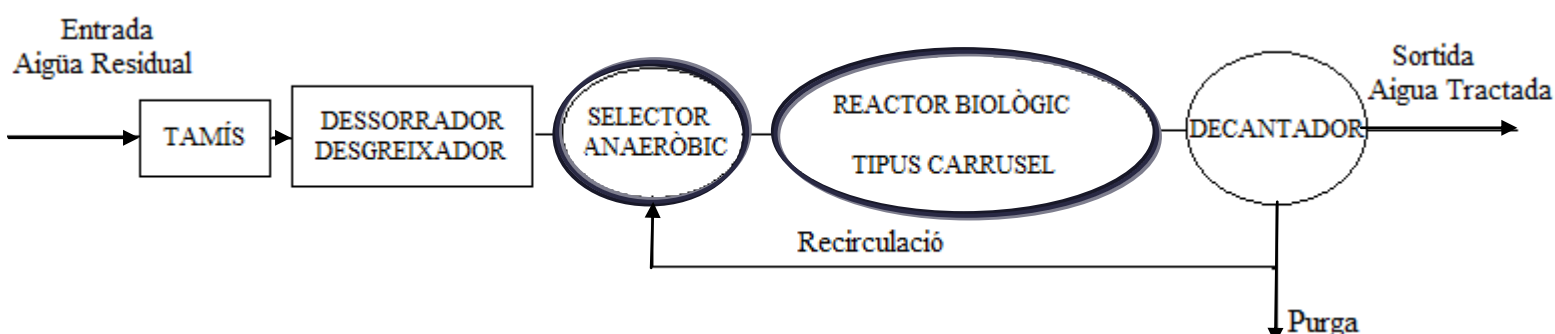
7. ESTUDI I RENDIMENT DELS PROCESSOS DEPURATIUS

En l'estudi i rendiment dels processos depuratius, es realitzaran els anàlisis de les mostres de línia d'aigua per l'obtenció de resultats per poder avaluar el rendiment de cadascuna de les EDAR's tenint en compte el tipus de reactor biològic que presenten. En la Taula 3 s'especifiquen els criteris de disseny que han de complir les EDAR segons el tipus de reactor biològic, en el rendiment d'eliminació de DBO_5 , el Temps de Retenció Cel·lular, els Sòlids en Suspensió del Licor Mescla i la Càrrega Màssica.

Taula 4. Criteris de disseny per EDAR segons el tipus de reactor biològic

Reactor Biològic	% Elim. DBO_5	TRC (dies)	MLSS (ppm)	TRH (hores)	CM (Kg DBO_5 /KgMLSS)
Carrusel	75-95	20-30	3000-6000	18-36	0.05-0.15
Flux pistó	85-95	5-15	1500-3000	4-8	0.20-0.40
Barreja completa	85-95	5-15	2500-4000	3-5	0.20-0.60
Canal d'oxidació	75-95	10-30	3000-6000	8-36	0.05-0.30

7.1. EDAR 1: CARRUSEL



Esquema 2. Representació de la línia d'aigua EDAR 1



Imatge 3. Reactor biològic Carrusel de l'EDAR 1.

En l'Esquema 2 es representa la línia d'aigua de la EDAR 1. L'aigua residual d'entrada prové principalment d'una contaminació urbana. Primerament s'eliminen les partícules fines en al tamís, i els sòlids i greixos en el canal dessorrador-desgreixador. Després arriba a un selector anaeròbic que esta situat abans d'entrada al reactor biològic. El selector anaeròbic és el primer pas per dur a terme l'eliminació del fòsfor ja que els microorganismes alliberen el fòsfor que hi ha present en el seu teixit cel·lular. La concentració d'aquest nutrient es redueix en el reactor, en la zona aeròbia, on els microorganismes són capaços d'emmagatzemar més quantitat de la que alliberen.

El reactor és de tipus Carrusel amb forma ovalada, on té lloc un procés aerobi, una oxigenació, a través de difusors situats a la part inferior que permet a les bactèries i protozous, consumir i transformar els principals nutrients, nitrogen i fòsfor. A continuació, hi ha una zona anòxica on es produeix la desnitrificació. És un reactor on és manté l'aigua en un moviment continu rotatori circulant per les diferents zones. Cal esmentar que la recirculació es realitza cap al selector anaeròbic per mantenir una concentració de microorganismes adient i aconseguir una bona eficiència a l'hora de reduir la presència de fòsfor.

En la Imatge 3 es pot observar el reactor de la EDAR 1.

▪ **Resultats i rendiments**

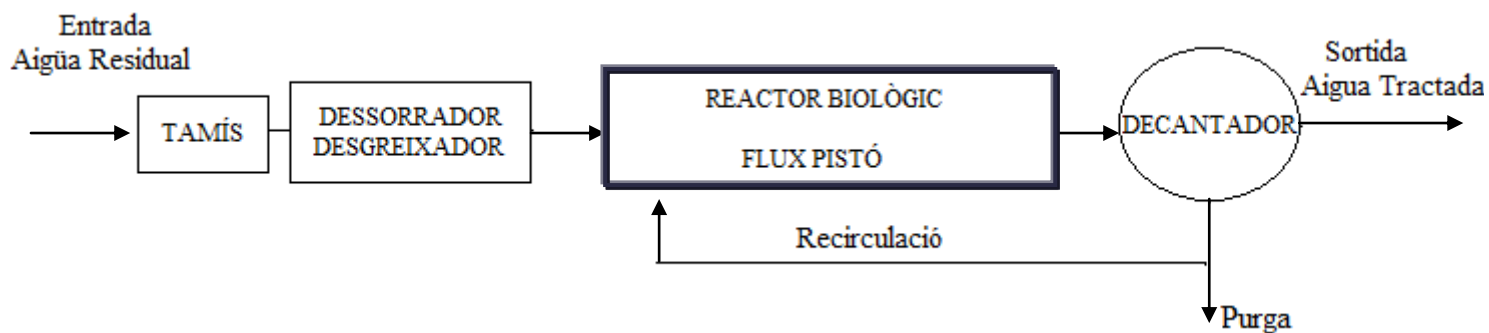
Taula 5. Resultats analítics EDAR 1

	MES _(ppm)		pH		K _(μS/cm)		DBO _{5(ppm)}		DQO _(ppm)		NH _{4(ppm)}		NO _{3⁻(ppm)}		N _{T(ppm)}		P _{T(ppm)}	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
01.04.2014	80	10	6.81	6.57	1364	1706	234	4.6	494	49	34.5	1.1	0.5	0.4	47.0	6.0	6.0	6.0
03.04.2014	200	10	7.89	7.82	2345	1694	345	2.7	663	24	40.0	1.0	0.0	0.0	47.4	5.9	4.0	4.0
07.04.2014	280	10	7.10	7.04	2425	1565	478	2.8	898	24	70.0	1.0	0.0	0.0	82.8	3.1	5.0	5.0
09.04.2014	280	10	7.03	7.10	2236	1672	487	3.1	859	28	52.9	0.4	0.9	1.0	56.4	4.0	10.0	10.0
14.04.2014	120	10	7.01	6.72	2211	1609	337	2.4	646	23	55.0	1.0	0.0	0.0	74.2	3.1	5.0	5.0
16.04.2014	120	10	7.08	6.97	2537	1732	333	2.8	644	24	63.1	0.6	0.7	0.9	82.4	3.3	17.0	17.0
22.04.2014	120	20	7.09	6.81	1039	1362	145	3.6	326	33	30.0	1.0	0.0	0.0	37.8	4.3	4.0	4.0
24.04.2014	160	10	7.41	7.04	2167	1340	321	4.0	603	31	47.0	0.8	0.7	0.9	53.2	3.3	15.0	15.0
28.04.2014	400	20	6.79	6.83	1795	1635	459	3.3	893	32	60.0	1.0	0.0	0.0	68.6	8.6	4.0	4.0
30.04.2014	560	20	7.00	7.02	2288	1689	524	4.1	1003	40	61.7	2.3	1.3	0.5	86.6	5.0	16.0	16.0
05.05.2014	240	10	7.03	7.23	2222	1920	-	-	968	43	60.0	1.0	0.0	0.0	82.8	5.3	5.0	5.0
07.05.2014	440	20	7.04	7.31	2230	1853	-	-	971	44	61.1	2.7	1.3	0.4	84.4	5.4	16.0	16.0
12.05.2014	560	30	6.91	7.26	2342	1864	-	-	1257	49	60.0	1.0	0.1	0.1	102.6	5.5	30.0	30.0
14.05.2014	280	10	7.14	7.32	2183	1840	-	-	900	30	58.7	1.8	1.2	0.3	77.4	3.6	10.0	10.0

Taula 6. Resultats paràmetres de control i rendiments d'eliminació

	CM _(Kg DBO/Kg MLSS)	TRC _(dies)	TRH _(hores)	%MLSS	% DBO ₅	%DQO
01.04.2014	0.04	-	31.4	87.50	98.03	90.00
03.04.2014	0.15	9.7	11.9	95.00	99.22	96.30
07.04.2014	0.10	13.3	27.6	94.44	99.41	97.30
09.04.2014	0.09	27.2	29.0	94.44	99.36	96.70
14.04.2014	0.06	13.3	30.3	91.66	99.29	96.40
16.04.2014	0.06	27.0	27.7	91.66	99.16	96.20
22.04.2014	0.03	16.7	31.2	83.33	97.52	89.80
24.04.2014	0.08	73.1	23.8	93.75	98.75	94.80
28.04.2014	0.04	11.8	68.2	95.00	99.28	96.40
30.04.2014	0.09	28.4	31.0	96.42	99.22	96.00
05.05.2014	-	-	25.8	95.83	-	95.50
07.05.2014	-	61.5	29.5	95.45	-	95.40
12.05.2014	-	37.4	28.7	94.64	-	96.10
14.05.2014	-	39.8	29.9	96.43	-	96.60
MITJANA	0.07	25.6	30.4	93.97	98.92	95.30

7.2. EDAR 2: FLUX PISTÓ



Esquema 3. Representació de la línia d'aigua EDAR 2.



Imatge 4. Reactor biològic Flux Pistó de l'EDAR 2.

En l'Esquema 3 es mostra la línia d'aigua corresponent a la EDAR 2. L'aigua residual d'aquesta EDAR prové principalment de residus urbans i industrials.

El reactor de flux pistó presenta una forma rectangular i es diferencia la presència de tres zones de més a menys aportació d'aire. L'aigua residual que entra al reactor, en la primera zona, es sotmet a una càmera anaeròbica prèvia on no hi ha difusió d'oxigen perquè els microorganismes puguin alliberar el fòsfor. L'eliminació del fòsfor es produeix de manera biològica amb el mateix fonament que la EDAR1. En la segona

zona, hi ha una cambra aeròbica amb un nombre elevat de difusors per dur a terme la reducció de la concentració del fòsfor i produir l'oxidació de la matèria orgànica, és a dir, el procés de nitrificació. A mesura que l'aigua va avançant, a la tercera zona, el nombre de difusors es va reduint per garantir la degradació de la matèria orgànica però no l'excessiva formació de nitrats ja que si no es recircularien a la cambra anaeròbica inhibint els microorganismes PAO.

En el reactor flux pistó la diferenciació de les tres zones d'aportació d'aire genera un gradient de més a menys càrrega. Es per aquesta raó, que la recirculació s'ha d'incorporar en la part inicial del reactor biològic amb l'aigua d'entrada.

En la Imatge 4 es pot observar el reactor flux pistó de l'EDAR 2. Aquesta EDAR té dos canals desgreixadors-dessoradors i dos reactors biològics, dels quals només s'utilitza un perquè l'aigua de sortida compleix amb els requisits que s'esmenten en la Taula 1.

▪ **Resultats i rendiments**

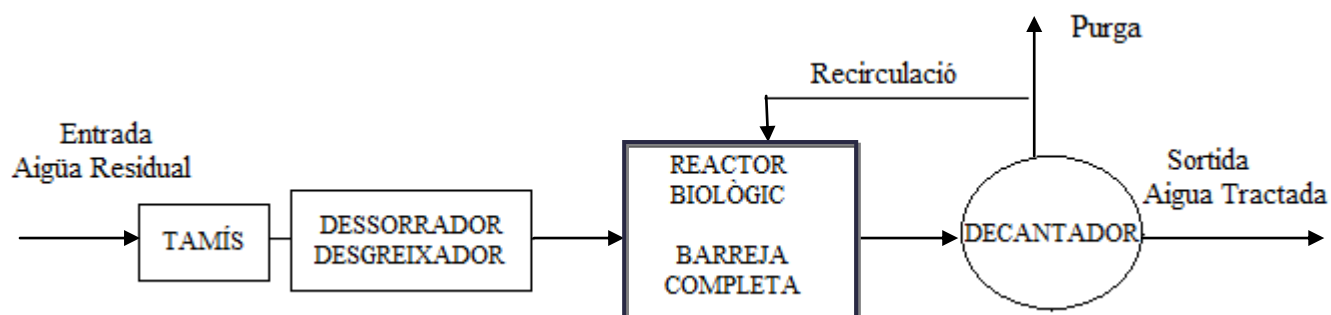
Taula 7. Resultats anàlisis línia d'aigua EDAR 2

	MES _(ppm)		pH		K _(μS/cm)		DBO _{5(ppm)}		DQO _(ppm)		NH _{4(ppm)}		NO ₃ ⁻ _(ppm)		N _{T(ppm)}		P _E
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
01.04.2014	40	10	7.04	6.56	1259	1122	76	2.5	130	28	30.6	5.6	0.1	0.3	39.0	8.4	3.0
03.04.2014	40	10	8.72	7.38	1249	1118	145	3.7	253	40	30.0	8.0	0.0	0.0	34.6	9.8	5.0
07.04.2014	80	10	6.95	6.56	1391	1103	87	2.7	158	26	10.0	4.0	0.0	0.0	26.1	5.9	4.0
09.04.2014	40	10	7.05	6.68	1606	1120	76	2.8	130	25	17.1	3.6	0.1	0.2	21.5	4.9	2.0
14.04.2014	40	10	6.91	6.60	1363	1195	97	2.6	140	24	20.0	5.0	0.0	0.0	24.7	7.3	4.0
16.04.2014	160	20	7.25	6.80	1333	1303	95	2.6	169	27	17.7	5.8	0.2	0.1	24.4	8.8	3.0
22.04.2014	120	20	7.24	6.61	1369	930	147	2.4	234	21	25.0	5.0	0.0	0.0	31.7	7.7	5.0
25.04.2014	320	10	6.97	6.64	1429	1131	254	2.7	457	28	30.4	4.5	0.6	0.2	34.6	6.1	9.0
28.04.2014	240	10	7.12	6.64	1322	1135	267	3.1	508	26	35.0	5.0	0.0	0.0	41.6	5.0	4.0
30.04.2014	80	10	7.03	6.98	1135	1118	124	3.6	305	31	19.6	1.3	0.4	0.9	25.6	4.2	4.0
05.05.2014	200	10	6.84	6.70	1270	1105	-	-	565	25	35.0	1.0	0.0	0.0	44.0	4.9	4.0
07.05.2014	280	10	6.95	7.05	1303	1098	-	-	503	26	33.1	4.2	0.7	0.4	46.4	5.8	8.0
12.05.2014	40	10	7.05	7.03	1580	1165	-	-	196	25	25.0	7.0	0.0	0.0	28.4	8.6	4.0
14.05.2014	160	10	7.10	7.04	1306	1163	-	-	606	23	31.9	4.8	0.8	0.4	45.8	6.3	10.0

Taula 8. Resultats paràmetres de control i rendiments d'eliminació de l'EDAR 2

	CM _(Kg DBO/Kg MLSS)	TRC _(dies)	TRH _(hores)	%MLSS	% DBO ₅	%DQO
01.04.2014	0.02	8.0	45.2	75.00	96.71	78.46
03.04.2014	0.12	7.2	12.2	75.00	97.45	84.19
07.04.2014	0.02	9.9	41.8	87.50	96.90	83.54
09.04.2014	0.02	74.5	35.9	75.00	96.32	80.77
14.04.2014	0.03	13.4	38.8	75.00	97.32	82.86
16.04.2014	0.02	11.0	38.0	87.50	97.26	84.02
22.04.2014	0.05	22.7	36.2	83.33	98.37	91.03
25.04.2014	0.06	12.8	38.5	96.87	98.94	93.87
28.04.2014	0.10	21.7	44.2	95.83	98.84	94.88
30.04.2014	0.03	16.5	39.0	87.50	97.10	89.84
05.05.2014	-	23.8	43.4	95.00	-	95.58
07.05.2014	-	16.6	39.3	96.42	-	94.83
12.05.2014	-	12.3	39.5	75.00	-	87.24
14.05.2014	-	12.2	44.8	93.75	-	96.20
MITJANA	0.05	18.7	38.3	85.62	97.52	88.37

7.3. EDAR 3: BARREJA COMPLETA



Esquema 4. Representació línia d'aigua EDAR 3



Imatge 5. Reactor barreja completa de l'EDAR 3.

En l'Esquema 4 s'observa la línia d'aigua de la EDAR 3. L'aigua d'entrada està contaminada principalment per residus urbans.

L'aigua residual d'entrada, després de passar pel tamís i el canal dessorrador-desgreixador arriba al tipus de reactor biològic de barreja completa. El reactor presenta una forma quadrada i s'anomena de barreja completa perquè és forma una barreja uniforme de l'aigua residual, fang actiu i oxigen a través de difusors, que subministren l'oxigen de manera uniforme al llarg de tot el reactor. Per tant, la demanda d'oxigen és

la mateixa en tota la longitud del reactor i la recirculació podria incorporar-se en qualsevol punt.

L'eliminació de nitrogen és produïda per nitrificació i desnitrificació, amb l'utilització dels difusors es pot crear zones aeròbiques i anòxiques respectivament. Pel que fa a l'eliminació del fòsfor, no hi ha una zona determinada perquè els microorganismes puguin alliberar el fòsfor ja que aquesta EDAR pertany a una població inferior als 10.000 habitants equivalents. Encara que és dona una reducció mínima per la presència de la zona anòxica en el procés de la desnitrificació.

En la Imatge 5 es pot observar el reactor biològic de barreja completa de l'EDAR 3. L'EDAR 3 presenta tres reactors biològics però per motius de capacitat, amb el funcionament de dos d'ells compleixen els requisits necessaris per tractar l'aigua residual.

▪ **Resultats i rendiments**

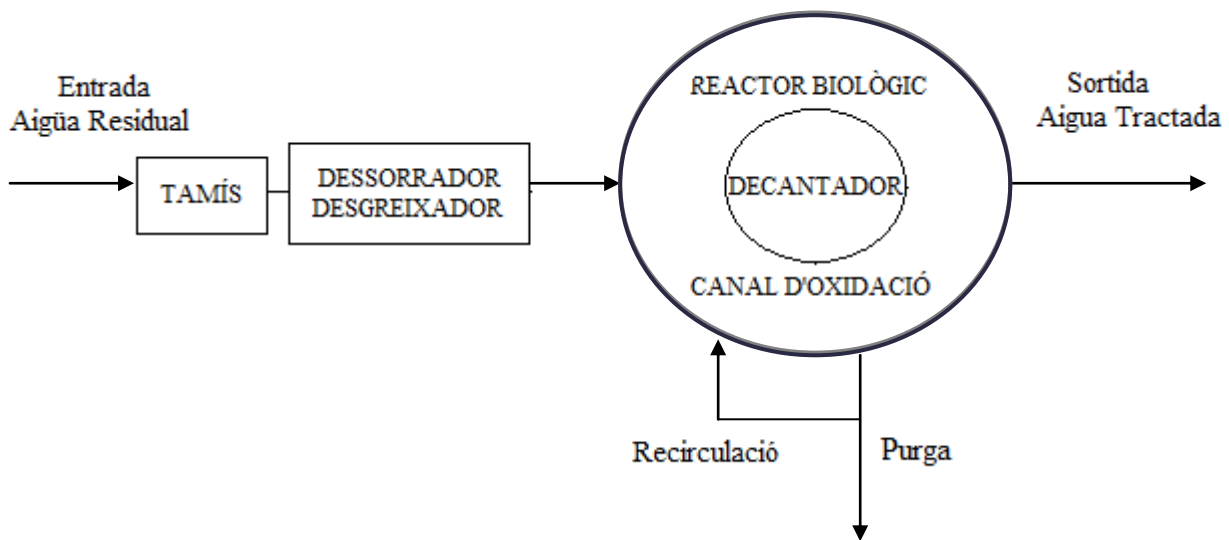
Taula 9. Resultats anàlisis línia d'aigua EDAR 3

	MES _(ppm)		pH		K (μ S/cm)		DBO ₅ (ppm)		DQO _(ppm)		NH ₄ (ppm)		NO ₃ ⁻ (ppm)		N _T (ppm)		P _T (ppm)	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
01.04.2014	40	10	7.98	7.03	2315	1410	176	4	352	36	67.4	20.7	0.4	0.1	77.6	22.6	11.2	9.2
03.04.2014	160	10	7.91	7.48	2032	1486	265	3.6	482	32	40.0	20.0	0.0	0.0	45.6	23.4	8.0	5.0
07.04.2014	40	10	7.24	6.98	1355	1422	65	2.7	137	29	30.0	15.0	0.0	0.0	34.8	17.2	5.0	4.0
09.04.2014	200	10	6.85	7.04	1481	1479	254	2.6	563	29	33.3	18.0	0.5	0.0	43.1	19.5	5.8	2.2
14.04.2014	40	10	7.26	6.93	1897	1439	103	3.3	205	31	35.0	20.0	0.0	0.0	38.8	21.2	6.0	4.0
16.04.2014	200	10	7.55	7.12	2351	1587	231	3.8	435	37	33.3	20.2	0.1	0.2	45.0	23.2	7.2	3.2
22.04.2014	40	10	8.33	6.81	1618	1057	154	2.6	378	25	50.0	10.0	0.0	0.0	56.7	14.6	8.0	2.0
24.04.2014	920	20	6.65	7.15	1639	1334	878	3.1	1973	32	50.0	15.9	1.7	0.2	56.2	17.5	17.0	2.4
28.04.2014	120	10	7.65	6.94	2547	1514	221	3.5	417	40	30.0	15.0	0.0	0.0	54.6	20.6	6.0	4.0
30.04.2014	130	20	7.51	7.10	2044	1512	254	3.7	511	38	39.5	19.0	0.5	0.0	52.0	22.5	6.0	2.3
05.05.2014	80	10	7.58	7.09	1589	1546	-		245	45	35.0	20.0	0.0	0.0	50.4	23.2	8.0	5.0
07.05.2014	240	20	7.05	7.23	2182	1533	-		630	39	43.0	20.6	0.6	0.2	58.2	22.4	12.4	3.2
12.05.2014	40	10	7.44	7.16	1425	1456	-		208	41	40.0	15.0	0.0	0.0	42.0	18.3	9.0	5.0
14.05.2014	40	10	7.76	7.14	1824	1467	-		200	36	34.9	16.3	0.4	0.2	42.8	17.4	4.5	2.3

Taula 10. Resultats paràmetres de control i rendiments d'eliminació de l'EDAR 3

	CM _(Kg DBO/Kg MLSS)	TRC _(dies)	TRH _(hores)	%MLSS	% DBO ₅	%DQO
01.04.2014	0.04	6.9	45.0	75.00	97.73	89.77
03.04.2014	0.22	5.0	15.8	93.75	98.64	93.36
07.04.2014	0.02	68.9	38.4	75.00	95.85	78.83
09.04.2014	0.07	9.0	43.4	95.00	98.98	94.85
14.04.2014	0.04	6.7	41.1	75.00	96.80	84.88
16.04.2014	0.05	13.9	38.5	95.00	98.35	91.49
22.04.2014	0.04	6.5	39.8	75.00	98.31	93.39
24.04.2014	0.26	7.8	29.0	97.83	99.65	98.38
28.04.2014	0.10	2.7	42.7	91.67	98.42	90.41
30.04.2014	0.08	11.9	42.9	84.62	98.54	92.56
05.05.2014	-	27.0	36.4	87.50	-	81.63
07.05.2014	-	7.0	44.4	91.67	-	93.81
12.05.2014	-	21.2	38.2	75.00	-	80.29
14.05.2014	-	11.1	37.3	75.00	-	82.00
MITJANA	0.09	14.7	38.1	84.78	98.13	88.98

7.4. EDAR'S 4, 5 I 6: CANAL D'OXIDACIÓ



Esquema 5. Representació de la línia d'aigua de les EDAR's 4, 5 i 6.



Imatge 6. Reactor biològic de la EDAR 4, 5 i 6.

En l'Esquema 5 es mostra la línia d'aigua de les EDAR's 4, 5 i 6, les quals tenen la mateixa estructura i les mateixes instal·lacions. El reactor biològic s'anomena canal d'oxidació. El canal d'oxidació és un reactor amb forma circular on l'aigua que hi arriba dona voltes i és airejat mecànicament per tenir les dues zones: aeròbica i anòxica per eliminar el nitrogen amb el procés de nitrificació i desnitrificació.

L'eliminació del fòsfor, com es produeix en l'EDAR 3, no es duu a terme perquè pertanyen a poblacions inferiors a 10.000 habitants equivalents. En els reactors d'aquestes tres depuradores hi ha incorporada la decantació secundària com s'observa en la Imatge 6.

▪ **Resultats i rendiments**

Taula 11. Resultats anàlisis línia d'aigua EDAR 4

	MES _(ppm)		pH		K _(μS/cm)		DBO _{5(ppm)}		DQO _(ppm)		NH _{4(ppm)}		NO ₃ ⁻ _(ppm)		N _{T(ppm)}		P _(ppm)
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
01.04.2014	80	10	7.62	7.08	1472	1306	345	6.7	795	94	55.8	50.2	0.8	0.3	84.4	56.8	8.1
07.04.2014	480	10	6.83	7.06	1684	1041	987	5.4	2368	59	50.0	25.0	0.0	0.0	71.6	30.6	15.0
14.04.2014	440	10	6.17	7.07	1519	1135	1045	4.5	2400	58	50.0	25.0	0.0	0.0	164.2	43.6	30.0
22.04.2014	640	10	6.57	7.00	1620	984	640	10	2389	51	50.0	40.0	0.0	0.0	55.7	41.6	40.0
28.04.2014	320	30	6.43	7.02	930	1011	213	4.8	408	54	29.2	17.4	0.0	0.0	32.9	20.4	30.0
05.05.2014	400	20	5.98	6.92	1664	1150	-		2419	73	71.5	39.8	1.9	0.4	148.8	42.2	11.0
12.05.2014	640	40	6.52	7.24	1878	1219	-		2653	76	50.0	30.0	0.0	0.0	182.6	42.8	15.0

Taula 12. Resultats anàlisis línia d'aigua EDAR 5

	MES _(ppm)		pH		K _(μS/cm)		DBO _{5(ppm)}		DQO _(ppm)		NH _{4(ppm)}		NO ₃ ⁻ _(ppm)		N _{T(ppm)}		P _(ppm)
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
01.04.2014	40	10	7.23	7.18	1472	1306	159	5.4	263	53	60.0	30.0	0.0	0.0	65.6	35.0	7.0
07.04.2014	40	10	7.09	7.06	1684	1041	64	3.8	113	41	40.0	20.0	0.0	0.0	47.8	27.6	4.0
14.04.2014	40	10	7.21	7.13	1519	1135	157	3.4	291	41	35.0	30.0	0.0	0.0	42.8	35.5	4.0
22.04.2014	40	10	7.38	6.91	977	753	61	2.8	116	30	30.0	25.0	0.0	0.0	36.2	28.9	7.0
28.04.2014	160	20	6.94	7.13	1274	1200	133	3.6	212	34	40.0	30.0	0.0	0.0	44.0	31.3	4.0
05.05.2014	280	20	6.75	6.93	561	41	-		561	41	57.6	35.3	1.0	0.2	13.6	3.3	11.0
12.05.2014	120	20	7.20	7.50	365	63	-		365	63	60.0	40.0	0.0	0.0	-	-	8.0

Taula 13. Resultats anàlisis línia d'aigua EDAR 6

	MES _(ppm)		pH		K _(μS/cm)		DBO _{5(ppm)}		DQO _(ppm)		NH _{4(ppm)}		NO ₃ ⁻ _(ppm)		N _{T(ppm)}		P _(ppm)
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
01.04.2014	40	10	7.12	7.05	1043	753	302	2.3	529	19	35.0	1.0	0.0	0.0	40.0	9.4	5.0
07.04.2014	80	30	7.00	7.04	949	799	168	3.6	339	36	30.0	3.0	0.0	0.0	39.5	7.7	5.0
14.04.2014	80	10	7.32	7.45	1029	861	254	3.1	426	39	30.0	3.0	0.0	0.0	48.9	7.6	6.0
22.04.2014	80	10	7.08	7.18	1094	896	169	3.8	312	36	20.0	15.0	0.0	0.0	28.7	17.4	5.0
28.04.2014	80	30	6.93	6.94	1076	889	102	3.2	168	30	20.0	15.0	0.0	0.0	26.7	17.7	4.0
05.05.2014	160	30	6.87	7.11	703	948	-		220	27	20.7	17.9	0.5	0.2	25.4	21.4	3.5
12.05.2014	40	10	6.97	7.26	1005	722	-		223	43	25.0	15.0	0.0	0.0	28.9	20.7	5.0

Taula 14. Resultats paràmetres de control i rendiments d'eliminació de l'EDAR 4

	CM _(Kg DBO/Kg MLSS)	TRC _(dies)	TRH _(hores)	%MLSS	% DBO ₅	%DQC
01.04.2014	0.11	-	1	87.5	98.06	88.18
07.04.2014	0.13	338.30	3	97.92	99.45	97.51
14.04.2014	0.18	44.90	3	97.72	99.57	97.58
22.04.2014	0.15	93.80	3	98.44	98.43	97.87
28.04.2014	0.03	61.3	4	90.62	97.75	86.76
05.05.2014	-	-	0	95.00	-	96.98
12.05.2014	-	-	0	93.75	-	97.13
MITJANA	0.12	134	3	94.42	98.65	94.57

Taula 15. Resultats paràmetres de control i rendiments d'eliminació de l'EDAR 5

	CM _(Kg DBO/Kg MLSS)	TRC _(dies)	TRH _(hores)	%MLSS	% DBO ₅	%DQC
01.04.2014	0.07	0.1	24.3	75.00	96.60	79.85
07.04.2014	0.04	-	23.8	75.00	94.06	63.72
14.04.2014	0.09	7.3	24.8	75.00	97.83	85.91
22.04.2014	0.03	5.1	24.8	75.00	95.41	74.14
28.04.2014	0.04	7.9	39.8	87.50	97.29	83.96
05.05.2014	-	3.5	21.3	92.86	-	92.69
12.05.2014	-	4.3	21.4	83.33	-	82.74
MITJANA	0.05	6	26	80.53	96.24	80.43

Taula 16. Resultats paràmetres de control i rendiments d'eliminació de l'EDAR 6

	CM _(Kg DBO/Kg MLSS)	TRC _(dies)	TRH _(hores)	%MLSS	% DBO ₅	%DQC
01.04.2014	0.03	100.5	73	75.00	99.24	96.41
07.04.2014	0.02	140.3	70	62.50	97.86	89.38
14.04.2014	0.04	67.9	72	87.50	98.78	90.85
22.04.2014	0.03	134.0	70	87.50	97.75	88.46
28.04.2014	0.01	41.4	75	62.50	96.86	82.14
05.05.2014	-	79.2	75	81.25	-	87.73
12.05.2014	-	143.6	69	75.00	-	80.72
MITJANA	0.03	101	72	75.89	98.10	87.95

7.5. EDAR 7: LLIT FIX

L'EDAR 7 està formada per un filtre percolador amb un reactor biològic al centre de llit fix. En el medi permeable s'adhereixen microorganismes i pel canal, que es troba a la part de dalt, percola l'aigua residual.

El filtre està format per un suports de plàstic circulars com es veu en la Imatge 7 i l'aigua residual es distribueix per la part superior. Aquests filtres inclouen a la part inferior un sistema de drenatge per recollir el líquid tractat i els sòlids biològics que s'hagin separat del medi. L'oxigenació en aquest cas no es realitza amb difusors sinó que l'aigua entra des de dalt, per tant amb el propi aire de l'atmosfera ja es produeix l'oxigenació.

Un error en el disseny de la instal·lació impedeix el bon funcionament del procés. Per tant, els anàlisis que realitzats en aquesta depuradora no s'inclouran en el treball perquè no són representatius.



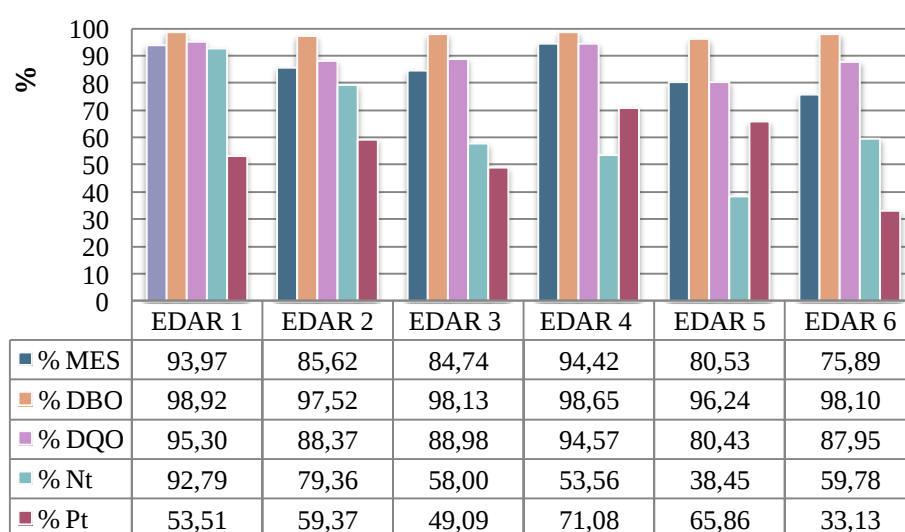
Imatge 7. Suports circulars del filtre percolador

7.6. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

El rendiments mitjans d'eliminació assolits en els reactors biològics de les EDAR's d'estudi es mostren en el Gràfic 1. Els rendiment d'aquest estudi han estat realitzats durant el període del 1 d'abril de 2014 al 14 de maig del 2014.

A continuació, s'avaluaran els valors dels resultats obtinguts i rendiments d'eliminació en funció dels paràmetres.

Rendiments d'Eliminació



Gràfic 1. Rendiments mitjans d'eliminació de les EDAR's.

■ Sòlids en Suspensió

Els resultats obtinguts dels sòlids en suspensió dels efluent es troben dintre dels límits que s'indiquen en la Taula 1 i els rendiments mitjans d'eliminació dels sòlids en suspensió no baixen d'un 80% aproximadament. En l'EDAR 6 s'obté el rendiment més baix perquè els resultats en els sòlids en suspensió d'entrada no es troben en concentracions tant elevades com en les altres EDAR's, per tant, aquest fet comporta una disminució en el valor del rendiment.

- DBO₅ i DQO

Els rendiments d'eliminació mitjans més elevats corresponen a la DBO₅ i la DQO, on tots els resultats de les mostres dels efluent compleixen la Taula 1 aconseguint un rendiment molt elevat, quasi del 90% en totes les EDAR's. Això indica una disminució important de la càrrega que arriba a les instal·lacions i de la matèria orgànica perquè els microorganismes l'utilitzen per obtenir energia i realitzar la síntesis cel·lular.

Els rendiments d'eliminació més grans s'observen en les instal·lacions de les EDAR 1, on arriba un aigua residual amb molta càrrega i s'aconsegueix eliminar més del 90%. Cal esmentar que l'EDAR 4 presenta uns rendiments d'eliminació de DQO i DBO₅ de 94.57% i 98.65% respectivament, la qual cosa informa d'una quantitat gran de càrrega ja que li arriben abocaments d'una granja.

Els valors obtinguts de DQO i DBO₅ en les mostres d'entrada, el dia 1 d'abril i el 22 d'abril en l'EDAR 1, són els més baixos en diferència als altres dies. La diferència és deguda a l'aigua de pluja, ja que al no contenir matèria orgànica la demanda d'oxigen és menor a l'habitual, per tant, es reflecteix en els valors del nitrogen total que també són més petits per la pèrdua de matèria orgànica.

En l'EDAR 3, el dia 24 d'abril s'obté un valor elevat de DQO de 1973 ppm O₂, on les aigües residuals que arribaven van rebre un abocament. Un abocament es produeix quan una indústria aboca una gran quantitat de residus al clavegueram que arriben a les EDAR's per ser tractats. Els abocaments es reflecteixen en un increment considerable de la DQO i DBO₅ respecte els altres dies.

Els resultats en l'EDAR 4 són tant elevats perquè rep abocaments d'una granja provocant un augment en la concentració d'oxigen per reduir la matèria orgànica d'entrada. En canvi, si comparem els valors obtinguts en la EDAR 5, són els més petits degut a les infiltracions de pous subterranis al col·lector d'entrada que redueixen les concentracions contaminants de l'aigua.

- Nitrogen Total (N_T)

El rendiment d'eliminació de N_T és elevat en les EDAR 1 i 2, les quals han de complir el límit en els efluents. El rendiment d'eliminació de N_T en l'EDAR 1 és d'un 92.76%, i a l'EDAR 2 és d'un 79.36%. La diferència es deu a la càrrega que arriba d'aigua residual a cadascuna de les EDAR's. El rendiment més baix en l'EDAR 2 no significa que elimini menys, sinó que la DQO d'entrada és molt més baixa que a l'EDAR 1.

En l'EDAR 4 cal destacar els resultats de les mostres d'aigua d'entrada residual ja que assoleixen quasi valors de 190 ppm N_T . Una concentració tant elevada de nitrogen indica que en el seu contingut arribaven proteïnes difícilment biodegradables ja que el nitrogen total és la suma del nitrogen en les formes: d'amoni, nitrat, nitrit, nitrogen Kjeldahl i nitrogen corresponent a proteïnes difícilment biodegradables. Les concentracions elevades de N_T amb concentracions petites d'amoni i concentracions pobres en P_T són característics d'haver rebut residus amb components de nitrogen difícils d'eliminar, com podria ser la sang.

Com s'observa en les taules de resultats, la concentració de nitrats a l'entrada i sortida és mínima, així que es pot afirmar que a totes les EDAR's es produeix l'etapa de desnitrificació.

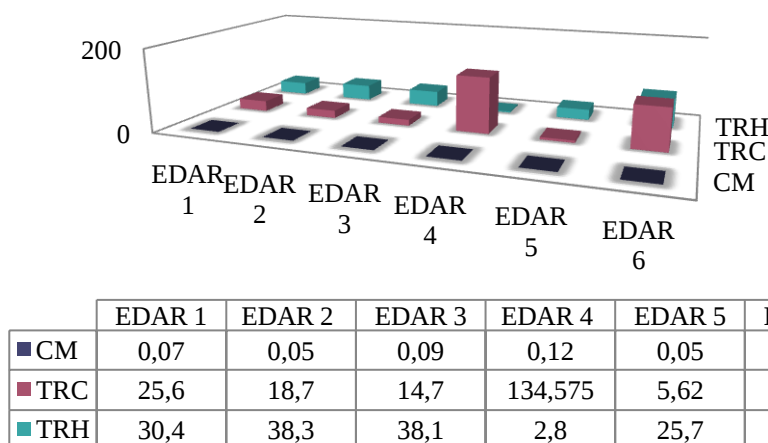
- Fòsfor Total (P_T)

Amb l'eliminació del P_T , en alguns casos s'obtenen resultats amb uns valors en els efluents superiors a 2.5 ppm de P_T . En general és deu per les següents raons: la primera que la mostra sigui puntual, on la presa de mostra s'hagi fet quan el decantador s'estava netejant produint l'arrossegament de partícules. La segona raó, seria l'elevada concentració de nitrats en els efluents que al retornar al selector mitjançant la recirculació, inhibeixen el metabolisme de les bactèries PAO. Com a conseqüència, no es redueix la concentració d'aquest nutrient.

Els rendiments d'eliminació del P_T són més baixos degut a la mínima diferència que hi ha en la concentració del nutrient d'entrada i de sortida.

Les dades dels paràmetres de control es representen en el Gràfic 2 amb les mitjanes dels resultats. Es comentaran en funció del tipus de reactor que presenti cada EDAR i tenint en compte els criteris de disseny que es presentaven en la Taula 4.

Paràmetres de Control



Gràfic 2. Mitjana dels paràmetres de control: CM, TRC i TRH.

Els paràmetres de control en l'EDAR 1 entren dintre de les característiques que presenta el reactor tipus Carrusel.

En les instal·lacions de la EDAR 2 segons els valors que s'esperen del reactor flux pistó, cal destacar la desviació de la càrrega massica i el temps de retenció hidràulic. La CM és de 0.05 Kg_{DBO}/Kg_{MLSS} inferior a l'esperat segons les dades de la Taula 4 això indica que l'aigua d'entrada presenta poca concentració de DBO₅. D'altra banda, el TRH, és molt superior, per tant, el cabal de sortida es molt petit. Aquest fet es ocasionat per la capacitat que tenen les plantes ja que cadascuna d'elles presenta una línia d'aigua sense funcionar.

Els resultats dels paràmetres de l'EDAR 3, amb el reactor de barreja completa, segueixen la mateixa tendència que els de l'EDAR 2, per tant es pot extraure la mateixa informació.

Les EDAR's restants presenten com a reactor el canal d'oxidació on cal destacar el valor del temps de retenció en l'EDAR 4 i 6 provocat per un error de disseny en la vàlvula que comunica la recirculació i la purga, la qual no permetia realitzar les dues

ahora. Això va comportar que al no purgar, la quantitat de microorganismes del reactor biològic augmentés produint també un increment en el temps de retenció.

7.7. CONCLUSIONS

The performances, results and control parameters in all study WWTP's are adapted to the established in the board 91/271/CEE and the criteria of design according to the type of biological reactor.

Concentrations of exit DBO_5 are low 15 ppm and performances of DBO_5 are very high, any organic matter that is biodegradable, the microorganisms are able to reduce it.

Thanks to the control parameters in WWTP 2 and WWTP 3 concludes that it isn't overloaded and have sufficient capacity to treat more quantity of load.

An important factor in obtaining results is the meteorology. Principally, the most notable case is water rain, which generates a considerable decrease in values of analyses. Spillage of industries is another important factor, which produce opposite case, a great quantity residue in facilities of WWTP's.

8. OPTIMITZACIÓ D'UN POLIELECTROLIT EN LA DESHIDRATACIÓ DE FANGS

L'objectiu de l'optimització dels reactius químics emprats en una depuradora és reduir els costos d'exploració (cost del transport i gestió dels fangs i el preu del polielectrolit). En el nostre cas es tradueix en reduir el volum de fang evacuat com a residu, i per aconseguir-ho, es tracta de millorar la sequedat del fang deshidratat.

Les proves es realitzen per un polielectrolit catiònic, en estat líquid i en estat sòlid, en la deshidratació de fangs en l'EDAR 3. El polielectrolit catiònic que s'utilitza de forma comuna per dur a terme la deshidratació del fang actualment es troba en estat sòlid. En la Taula 17 s'identifiquen el tipus de polielectrolits, l'estat d'agregació que presenten, la densitat en grams per litre i el seu cost econòmic en euros.

Taula 17. Identificació dels polielectrolits catiònics

Tipus	Estat	Densitat (g/L)	Preu(€)
TE 4650 SSH	Sòlid	-	2.58
Flopam em 640 mbl	Líquid	1.03	2.53

8.1. ESTUDI PREVI

El preparador de polielectrolit té una capacitat de 1000 L i està diferenciat en tres compartiments. En cada compartiment es vol aconseguir una concentració de matèria seca de polielectrolit diferent: en el primer 0.7% MS, en el segon 0.5% MS i en el tercer 0.3% MS. El percentatge de matèria seca es representa en les unitats g/l, multiplicant per 10 el percentatge.

La dilució del polielectrolit es calcula amb el cabal d'entrada d'aigua, per tant, es necessita saber quant de temps triga en omplir-se el tanc. El temps estimat és d'una hora i 30 minuts, això estableix que el temps per omplir 333.33 L, volum de cada compartiment, és de 30 minuts. Llavors es pot establir el cabal d'entrada d'aigua total: 666.66 L/h.

El polielectrolit es va dosificar de manera automàtica a través d'una bomba dosificadora i per la realització de les proves es requeria la instal·lació de tres vàlvules en la part inferior del tanc, per assegurar que els tres compartiments estiguessin aïllats entre ells, com s'observa en la Imatge 8. D'aquesta manera es podia diferenciar la concentració de polielectrolit a cada moment.



Imatge 8. Vàlvules per diferenciar els compartiments a la part inferior del tanc.

8.2. PROCEDIMENT

La determinació de la sequedat i de la matèria volàtil són els anàlisis que es duen a terme per obtenir els resultats de les proves. La presa de mostres es fa del polielectrolit diluït de cada compartiment, de l'escorregut, del fang deshidratat i de l'espessit. La mostra del espessit al fer les proves amb el polielectrolit líquid no es pot analitzar perquè la bomba presentava una averia, en canvi si que funcionava quan es van fer amb el polielectrolit sòlid. En cada presa de mostra s'ha d'apuntar:

- El cabal de l'espessit, per saber la quantitat de fang que passa cap a la centrifuga.

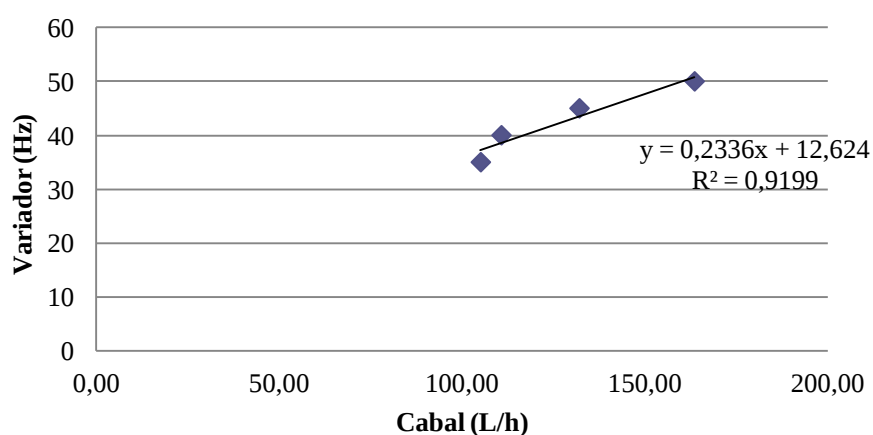
- Els Hz del variador de polielectrolit, el qual variem a cada presa de mostra per saber el cabal que tira la bomba. Els Hz del variador de fang es mantenen en ambdós estudis a 50 Hz.

Com que no hi ha indicador per saber el cabal de la bomba de polielectrolit, es va canviar el variador de polielectrolit a 50 Hz, 45 Hz, 40 Hz i 35 Hz, per saber el temps que tarda en omplir 4 L. S'obtenen els resultats de la Taula 18, amb els quals és fa la recta patró, representada en el Gràfic 3.

Taula 18. Cabal dosificat del polielectrolit líquid.

Hz	Temps (s)	Temps (h)	Cabal L/h
50	88	0,024	163,64
45	109	0,030	132,11
40	130	0,036	110,77
35	137	0,038	105,11

Recta Patró Polielectrolit



Gràfic 3. Recta Patró pel cabal de polielectrolit

En les Taules 19 i 20 es poden observar els resultats de les diferents proves realitzades per als dos tipus de polielectrolits. En ambdós taules es diferencien, les dades de fang, les dades del floculant i les dades econòmiques.

- Dades de Fang

L'entrada del fang fa referència a l'espessit. Llavors per aconseguir els Kg de matèria seca d'entrada per hora, s'ha de multiplicar el percentatge de matèria seca de la mostra de l'espessit pel seu cabal. Posteriorment s'ha de multiplicar per 10 per tenir les unitats adients.

La sortida de les dades de fang fan referència als resultats dels anàlisis de sequedat i matèria volàtil de les mostres de fang deshidratat.

- Dades del floculant

El percentatge de matèria seca del polielectrolit s'obté realitzant l'anàlisi de sequedat. Un cop trobat el percentatge si es multiplica per 10 s'aconsegueix els Kg de polielectrolit per m³.

El cabal, fa referència a les dades de la Taula 18, que multiplicat per la concentració s'aconsegueixen els Kg/h de floculant. Aquests si es divideixen per l'entrada de matèria seca de fang a la centrifuga, s'obtenen els Kg de poli per Kg de matèria seca d'entrada.

- Dades econòmiques

El cost del polielectrolit s'obté multiplicant els Kg pel cost del polielectrolit, segons sigui en estat líquid o sòlid.

El cost de gestió i transport és calcula multiplicant els Kg de matèria seca de l'espessit pel percentatge de matèria seca que s'obté en el fang deshidratat. Després s'ha d'aplicar el preu per tona i sumar-li el cost del transport.

Per tant, el total és la suma del cost del polielectrolit més el cost de la gestió i transport del fang.

Taula 19. Resultats de les proves amb l'utilització de polielectrolit catiònic líquid.

	DADES FANG					DADES FLOCULANT					
Mostra	Cabal	% MS	Kg MS/h	% MS	% MSV	Concentració		VARIADOR	Cabal	Cabal	Kg Poli/Kg MS entrada
	Entrada	Entrada	Entrada	Sortida	Sortida	(Kg/m³)	MS(%)	Hz	(l/h)	(m3/h)	
	(m³/h)										
Mo	2.16	2.50	54,00	14.4	79.19	13.8	1.38	40.00	110.77	0.11	28.3
M1	2.16	2.50	54,00	14.1	79.45	14.0	1.40	40.00	110.77	0.11	28.7
M2	1.91	2.50	47,75	14.5	80.08	12.7	1.27	40.00	110.77	0.11	29.5
M3	1.90	2.50	47,50	14.4	78.95	13.2	1.32	40.00	110.77	0.11	30.8
M4	1.90	2.50	47,50	14.6	79.43	14.0	1.40	35.00	105.11	0.11	31.0
M5	1.90	2.50	47,50	14.6	80.14	13.3	1.33	40.00	110.77	0.11	31.0
M6	1.87	2.50	46,75	15.0	79.79	8.8	0.88	45.00	132.11	0.13	24.7
M7	1.88	2.50	47,00	14.5	79.89	13.2	1.32	50.00	163.64	0.16	46.0
M8	1.88	2.50	47,00	15.0	80.13	25.0	2.50	50.00	163.64	0.16	87.0
M9	1.88	2.50	47,00	14.5	80.29	16.4	1.64	45.00	132.11	0.13	46.1

Taula 20. Resultats de les proves amb l'utilització de polielectrolit catiònic sòlid.

	DADES FANG					DADES FLOCULANT					
Mostra	Cabal	% MS	Kg MS/h	% MS	% MSv	VARIADOR			Cabal	Cabal	
	Entrada	Entrada	Entrada	Sortida	Sortida	(Kg/m³)	(%) MS	Hz	(l/h)	(m3/h)	Kg Poli/Kg MS entrada
	(m³/h)										
M1	1.91	1.28	24.44	14.1	78.22	5.7	0.57	35.00	105.11	0.10	22.8
M2	1.91	1.28	24.45	14.8	79.35	5.7	0.57	40.00	110.77	0.11	24.0
M3	1.90	1.28	24.32	13.5	79.44	5.7	0.57	45.00	132.11	0.13	28.8
M4	1.90	1.28	24.32	13.1	79.09	5.7	0.57	50.00	163.64	0.16	35.7

8.3. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

En les dades de fangs, el resultat més important és el percentatge de matèria seca en que s'extreu el fang deshidratat.

El percentatge de matèria seca en el cas del floculant líquid no és el que s'esperava, ja que la majoria de les mostres assoleixen més d'1% MS. Això indica que hi ha hagut un error a l'hora de realitzar la dilució del polielectrolit. El percentatge tant elevat de matèria seca indica que possiblement els compartiments no hagin estat completament aïllats provocant la unió dels tres. Amb aquests resultats es pot afirmar que per percentatges elevats de matèria seca de polielectrolit, aquest perd eficiència.

El percentatge de matèria seca en les dades del floculant sòlid s'estableix a un 0.57% MS, el que s'esperava ja que en altres anàlisis de control de la línia de fangs els valors es troben al voltant d'aquest percentatge. El valor òptim es dona a 40 Hz pel variador de polielectrolit amb un cabal de 0.11 m³/h aconseguint un percentatge de sequedat del fang deshidratat de 14.8% MS. A partir d'aquí augmentant el cabal de polielectrolit la sequedat del fang no millora i per tant el polielectrolit perd la seva funció com a floculant.

Els dos tipus de polielectrolits assoleixen una matèria seca de fang deshidratat al voltant d'un 14% MS per tenir un cost final similar.

8.4. CONCLUSIONS

The results obtained with use of solid polyelectrolyte allow to establishing the optimum point for the highest percentage of dry matter in the dehydrated mud.

Basing on the results of the liquid polyelectrolyte test it shouldn't change the type of polyelectrolyte that nowadays is in use because the mud doesn't present a significant improvement in percentage of dry matter. The total cost is a little more expensive, therefore wouldn't be profitable to change the type of flocculants agent.

To obtain better results, it should do other tests in case of liquid polyelectrolyte considering these things: the preparation tank has the desired concentration of dry matter and three compartments are completely isolated.

In the study of liquid polyelectrolyte loses its efficiency as a flocculants agent, therefore, can't carry out comparison between both types of polyelectrolyte because the results aren't representatives.

9. BIBLIOGRAFIA

- ¹Raymond D.: *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*, Fifth Edition; McGraw-Hill, 1999. (6.16-6.19, 16.34-16.35)
- ²Russell L.: *Tratamiento de Aguas Residuales: Un Enfoque Práctico*, Reverté, 2012. (188-197)
- ³Gerardi, R.: *Waste Water Bacteria*, Wiley, 2006. (1-8)
- ⁴Metcalf & Eddy.: *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertidos y Reutilización*, Tercera Edición; McGraw-Hill, 1995.



Rendiments dels diferent tipus de depuradores i optimització d'un reactiu químic en la deshidratació de fangs by [Celades Altés, Patricia Maria Pignatelli Garrigós](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](#).

Puede hallar permisos más allá de los concedidos con esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>