

7. CAS PRÀCTIC: EDAR DE FIGUERES

7. CAS PRÀCTIC: EDAR DE FIGUERES

7.1. INTRODUCCIÓ

Després d'haver fet la diagnosi dels punts febles que presenta la depuració d'aigües actualment i d'haver presentat una sèrie de propostes de millora per a poder elaborar un esquema del que seria la depuradora del segle XXI, a continuació es presenta el cas pràctic de Figueres on s'intenta aplicar tot el que s'ha anat exposant al llarg del projecte.

S'ha escollit l'EDAR de Figueres aprofitant el fet que la instal·lació ha quedat infradimensionada i que requereix de millores per a arribar als llindars de depuració exigits.

7.1.1. Situació geogràfica

Figueres està situada al sud d'Europa, concretament al nord-est de la Península Ibèrica, dins la comunitat autònoma de Catalunya. Es troba a l'extrem nord-oriental de Catalunya, al nord-oest de les comarques de Girona (Figura 11). És la capital de la comarca de l'Alt Empordà i es troba just al centre ocupant una extensa plana fluvial. Té una extensió de 19,1 Km² i una població de 43200 habitants.



a)



b)

Figura 11. a) Mapa d'Europa amb Catalunya senyalitzada de color roig i ampliació del mapa de Catalunya amb la comarca de l'Alt Empordà del mateix color (<http://www.ddgi.cat/webfigue/vis-arribar-hi.html>) b) Mapa topogràfic de l'Alt Empordà on es pot observar clarament la situació de Figueres respecte el total de la comarca (<http://www.ddgi.cat/webfigue/vis-arribar-hi.html>).



Figura 12. Ortofotomatge de Figueres amb la depuradora senyalitzada (Font: www.icc.es).

L'EDAR està situada a tocar del barri de la Marca de l'Ham, antic límit de Figueres (Figura 12). La zona es troba totalment industrialitzada i en un futur està predestinada a formar part del nucli urbà que durant els últims anys no ha deixat de créixer. Aquest és un dels motius pels quals és tan necessari el canvi d'ubicació de la planta.

7.1.2. Descripció de la instal·lació

La depuradora de Figueres és explotada per l'empresa FISERSA. Es va implantar l'any 1981 amb una sola línia d'aigües i al 1993 es va inaugurar una ampliació per a poder recollir totes les aigües generades a Figueres i a Vilafant. Actualment assumeix un cabal de 22000 m³/dia dividit en dues línies d'entrada:

- La línia de Figueres, que rep les aigües del nucli urbà.
- La línia de Malpas, que està composta per aigües industrials i aigües urbanes de Vilafant.

La planta aboca les aigües ja tractades al rec de Malpas, el qual desemboca a la Riera de Figueres que va cap a la Muga.

Com la majoria d'EDARs, la depuradora de Figueres primer consta d'un pretractament format per un pou de gruixuts, unes reixes de gruixuts, unes reixes o tamisos de fins i uns desorradors-desgreixadors per a cadascuna de les línies d'entrada (Figura 20).

A l'entrada del col·lector de la depuradora hi ha un sobreeixidor per canvis de cabal que permet l'entrada de l'aigua al pou de gruixuts. L'objectiu del pou de gruixuts és la retirada de grans sòlids per a evitar que dificultin l'arribada de l'aigua residual a la resta

de tractaments, i la neteja del fons del pou mitjançant una pinça bivalva perquè no es produeixi anaerobiosi i, conseqüentment, males olors. A la Figura 13 es pot observar la diferència de cota d'entrada de les dues línies (Figueres i Malpas).

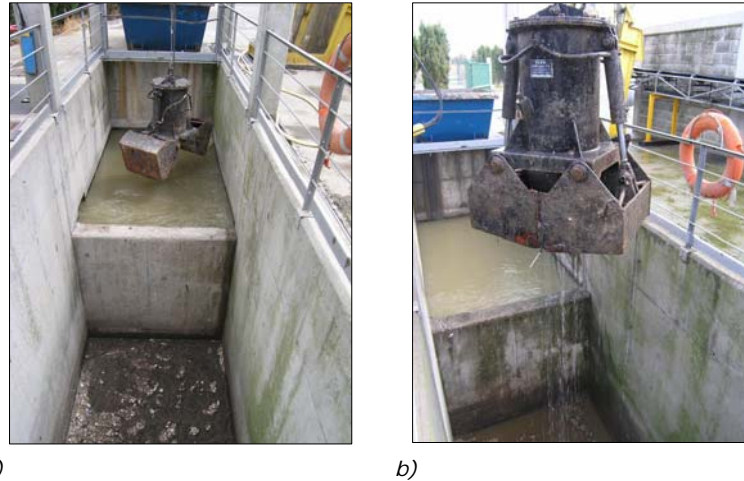


Figura 13. Fotografies de la pinça bivalva i el pou de gruixuts de l'EDAR de Figueres. a) Pinça bivalva entrant al pou de gruixuts a la línia d'entrada de Figueres. b) Pinça bivalva sortint del pou de gruixuts plena de sòlids de la línia d'entrada de Malpas.

Seguidament l'aigua passa a través de les reixes de gruixuts (Figures 14b i 14c) on queden retinguts els sòlids grollers, no sedimentats anteriorment, que per la seva mida puguin interferir en els tractaments posteriors. L'aigua lliure d'aquests sòlids és bombejada fins a les reixes o tamisos de fins (Figura 14a). A Figueres hi ha cinc bombes per línia d'entrada, però només solen funcionar dues de cada línia i es van compaginant perquè no es cremin. Les reixes/tamisos de fins extreuen els sòlids fins, els quals són transportats per canalitzacions on es compacten per secar el residu.

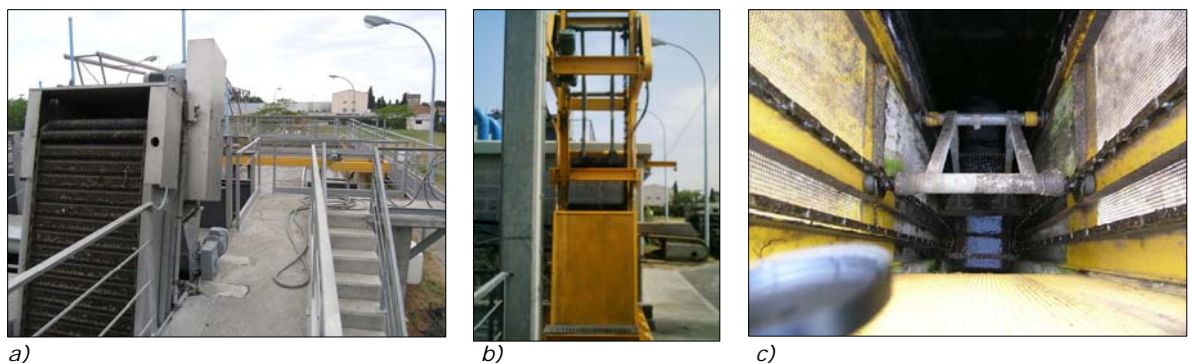


Figura 14. Fotografies de les reixes. a) Reixes de fins. b) i c) Reixes de gruixuts.

Després, l'aigua arriba al dessorrador-desgreixador (Figura 15). En aquest tractament es porten a terme el procés de desgreixar i dessorrar en un mateix recinte. L'aigua entra

tangencialment al dipòsit, aconseguint la sedimentació de les sorres, mentre les partícules orgàniques es mantenen en suspensió mitjançant difusors d'aire, amb l'objectiu d'emulsionar els greixos i millorar la seva flotabilitat. Just al mig del recinte hi ha un deflector que impedeix el pas de les escumes formades. Les sorres decantades són extretes per unes bombes i van a parar al camell de sorres on s'assequen amb l'aire. Els greixos, en canvi, són extrets amb unes rasquetes i conduïts al camell de greixos. Per tant, l'objectiu del dessorrador-desgreixador és, per una banda, eliminar totes aquelles partícules de sorra amb la finalitat d'evitar que es produeixin sediments en els canals i conduccions, protegint així, les bombes i altres aparells contra l'abrasió, i evitant també sobrecàrregues en les fases de tractament següent; i per una altra banda, eliminar els greixos, olis, escumes i altres materials flotants més lleugers que l'aigua, que podrien distorsionar els processos de tractament posteriors.



Figura 15. Fotografia del dessorrador-desgreixador.

Tots els sòlids extrets en el pretractament tenen com a destí l'abocador, i els residus de greixos del dessorrador-desgreixador són enviats a una planta de tractament específic de Barcelona.

A la sortida del pretractament s'ajunten les dues línies d'aigua (Figueres i Malpas) i passen per un canal Parshall on s'estreny el diàmetre de pas i es crea un diferència de cota per augmentar la velocitat de l'aigua i fer una mesura correcta del cabal.

L'entrada de l'aigua al tractament primari (Figura 20) és per sobreexidor amb tres comportes. Dues d'aquestes distribueixen les aigües en les dues línies de tractament i la tercera comporta correspon a un *bypass* de primari que es fa servir, en moments de baixa càrrega d'entrada, per augmentar la concentració d'entrada als reactors biològics.



Figura 16. Fotografies del decantador primari. a) i c) Detall de la sortida de l'aigua. b) Decantador primari.

La planta consta de dos decantadors primaris (Figura 16) corresponents a cadascuna de les línies de tractament. No sempre són utilitzats tots dos, segons les circumstàncies es buida un dels decantadors per a fer la funció de laminador de cabal.

Hi ha un factor que cal tenir en compte, Figueres és una ciutat que quan arriba la temporada d'estiu disminueix considerablement la seva població i, per tant, es produeix una reducció del cabal d'entrada a la planta. Per aquest motiu, durant aquesta època de l'any es porta a terme el buidat d'un dels decantadors en el moment que es considera que la saturació de l'altre no és total. Quan el cabal d'entrada torna a augmentar, sigui per la finalització de les vacances estivals o per precipitacions, s'omple novament el segon decantador.

L'aigua procedent del tractament primari passa al reactor biològic (Figura 20) per a l'eliminació de la matèria orgànica. El reactor de la planta de Figueres és un tanc de mescla complerta que porta a terme un tractament aerobi amb aeració mitjançant turbines. Per evitar que les escumes que es poden formar al reactor passin al decantador secundari, hi ha un deflector. Un cop separades les escumes, l'aigua passa al decantador secundari per sobreexidor.

Al decantador secundari (Figura 17) es dona la separació sòlid-líquid on s'obté com a subproducte els fangs, dels quals la major part són recirculats a l'entrada del reactor biològic. L'aigua tractada és enviada al medi receptor.



a)



b)

Figura 17. Fotografies del decantador secundari. a) Detall de la sortida de l'aigua. b) decantador secundari.

Els fangs procedents dels decantadors primari i secundari són traslladats per bombeig a la bassa de digestió, on es sotmeten a la digestió aeròbia (Figura 18). Val a dir que l'aportació de fangs secundaris és molt menor a la de fangs primaris.



Figura 18. Fotografia de la bassa de la digestió aeròbia.

Un cop digerits, els fangs són transportats a l'espessidor (Figura 20) on es produeix la seva decantació. Aquesta instal·lació està tapada degut a la generació de gasos i té extracció localitzada, però a la coberta hi ha diverses tapes que s'obren periòdicament per tal de veure a quin nivell es troba el fang i així saber quan s'ha de buidar el tanc. En aquesta part del procés l'objectiu és concentrar, espessir i homogeneïtzar el fang. En haver-hi dos espessidors, mentre un s'omple l'altre es buida, i així ambdós sempre estan en funcionament.

Els fangs són extrets de l'espessidor per succió mitjançant tres bombes i passen al següent tractament que és la centrifugació o assecat dels fangs (Figura 19). Per millorar l'eficiència d'aquest procés es porta a terme l'addició de polielectrolit catiònic. Amb aquesta operació es facilita la formació de flocs amb l'objectiu d'obtenir un fang amb el màxim de sequedat possible, ja que d'aquesta manera és més fàcil de manipular i fa menys pudor. El màxim de sequedat que s'aconsegueix és del 25%. El sobrenedant que s'obté del tractament es torna a capçalera i els gasos generats reben un tractament a banda.



Figura 19. Fotografia de la centrifuga.

La línia de fangs finalitza amb l'emmagatzematge a la sitja per a la posterior descàrrega als camions. Cal dir que la planta també consta d'uns tancs coberts en els quals s'emmagatzemen fangs procedents d'altres depuradores o de fosses sèptiques. Aquests s'incorporen a la digestió aeròbia i segueixen el procés juntament amb els fangs propis de la depuradora.

Els gasos generats als espessidors i a la centrifuga són tractats al desodoritzador. Aquesta instal·lació consta de tres columnes que inicialment van ser dissenyades per fer el tractament amb àcid, base i aigua. En proporció als gasos a tractar, el desodoritzador està sobredimensionat i només s'utilitza el tractament amb aigua. L'aigua contaminada resultant va a capçalera per recirculació, i els gasos residu s'emeten a l'atmosfera sense comportar cap problema de contaminació.

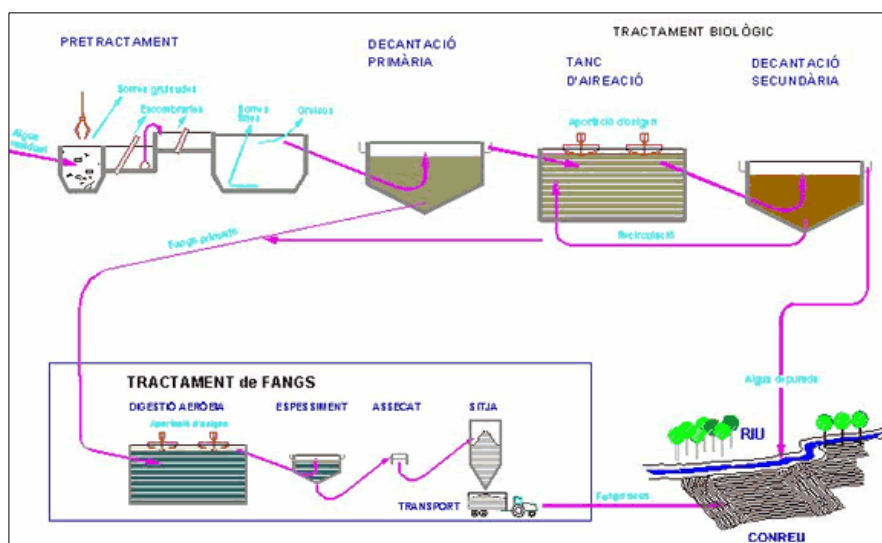


Figura 20. Esquema de l'estació depuradora d'aigües residuals de Figueres (Font: www.fisera.es).

7.2. DIAGNOSI DE PUNTS FEBLES

La depuradora de Figueres és un exemple perfecte per a poder exposar tots els punts febles identificats anteriorment en un marc real. És una EDAR que presenta principalment problemes operacionals degut a l'envelliment del disseny de les seves instal·lacions i dels seus sistemes de gestió.

7.2.1. Aspectes tecnològics

7.2.1.1. Procés

Pel que fa al procés, a Figueres s'identifiquen els cinc punts febles exposats a la diagnosi general.

Separació al decantador secundari

El decantador secundari de l'EDAR de Figueres acostuma a tenir **problemes de sedimentació** causats, principalment, per desequilibris en la comunitat microbiana del tanc d'aeració provocant problemes operacionals d'escumes filamentosos (*foaming*), desnitrificació incontrolada (*rising*) i *bulking*.

La planta de Figueres presenta **escumes filamentosos** al reactor biològic. Per que l'escuma no passi al decantador hi ha un deflector a la sortida de les aigües amb el que

s'aconsegueix eliminar aquest problema tant al decantador com a la sortida general de la planta.

Un dels problemes reals a l'EDAR de Figueres és l'anomenat **bulking filamentós** causat pràcticament sempre per espècies com *Sphaerotylus Natans* i *Microthrix Parvicella* i que provoquen una mala decantació dels secundaris. Per pal·liar-ne els efectes, a banda de variar les condicions del procés, es pot dur a terme l'addició de reactius químics (Policlurur d'Alumini PAX-10) que ajuden a la formació dels flocs.

L'altre problema ben diferent és la **desnitrificació incontrolada** que es dona al decantador. És comuna la presència de sòlids al sobrenedant degut a la flotació dels fangs arrossegats per les bombolles de N₂ gas formades com a conseqüència del procés de desnitrificació dels nitrats presents en l'aigua. Aquests nitrats provenen de la nitrificació que es dona també de manera incontrolada en el procés aerobi. Per eradicar aquest, s'intenta controlar el màxim possible l'addició d'O₂ als reactors biològics per evitar la nitrificació descontrolada però això es fa molt difícil donat que l'aportament d'O₂ al sistema es fa mitjançant turbines. També treballen amb edats de fang més baixes, que permet evitar el desenvolupament de la població microbiana nitrificant. Una mesura que es pren quan ja hi ha presència d'aquest fang a la superfície del decantador és l'aspersió d'aigua per evitar que el fang s'encrosti i facilitar així la seva eliminació per la tremuja de flotants cap a digestió.

El *bulking* i la desnitrificació incontrolada són les causes principals dels problemes operacionals que presenta el decantador, cadascuna al 50% aproximadament.

Producció i gestió de fangs

La producció de fangs a la depuradora de Figueres és de 7000-8000 T/any. En tractar-se d'un tractament biològic aerobi sense eliminació de nutrients, la producció de fangs és superior que si es tractés d'un sistema de depuració més complert, ja que s'eliminarien més àcids grassos volàtils. Tot i així, la producció no és el problema principal al qual s'enfronta aquesta EDAR, el **problema principal** pel que fa els fangs és la seva **gestió**.

Mitjançant el Decret 283/1998, de 21 d'octubre, es van designar 9 **àrees vulnerables** en relació amb la **contaminació de nitrats** procedents de fonts agràries de l'àmbit territorial de Catalunya, en aplicació del que disposa la Directiva 91/976/CEE, de 12 de desembre, relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats utilitzats en l'agricultura. La **Plana de l'Empordà** es va veure afectada per aquesta

que s'ha establert que poden ser fertilitzats amb fangs de depuradora, els fangs ja no tenen utilitat.

És a dir, l'EDAR de Figueres es troba cada any amb el problema que durant el període d'estiu i el mes de gener ha de contractar un gestor extern perquè els seus fangs no poden ser reutilitzats. Aquesta situació és força problemàtica i incoherent ja que, per una banda, no es pot abastar de fangs als pagesos que ho necessiten i, per una altra banda, el cost que suposa a la planta el fet d'haver de dependre d'un gestor extern.

Tot això suposa una problemàtica bastant greu ja que s'està impedit de manera legal donar sortida a un residu, la gestió del qual és un problema força important. El programa de mesures agronòmiques aplicables a les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries aprovat pel **Decret 205/2000**, és un programa molt **poc ajustat a la realitat**.

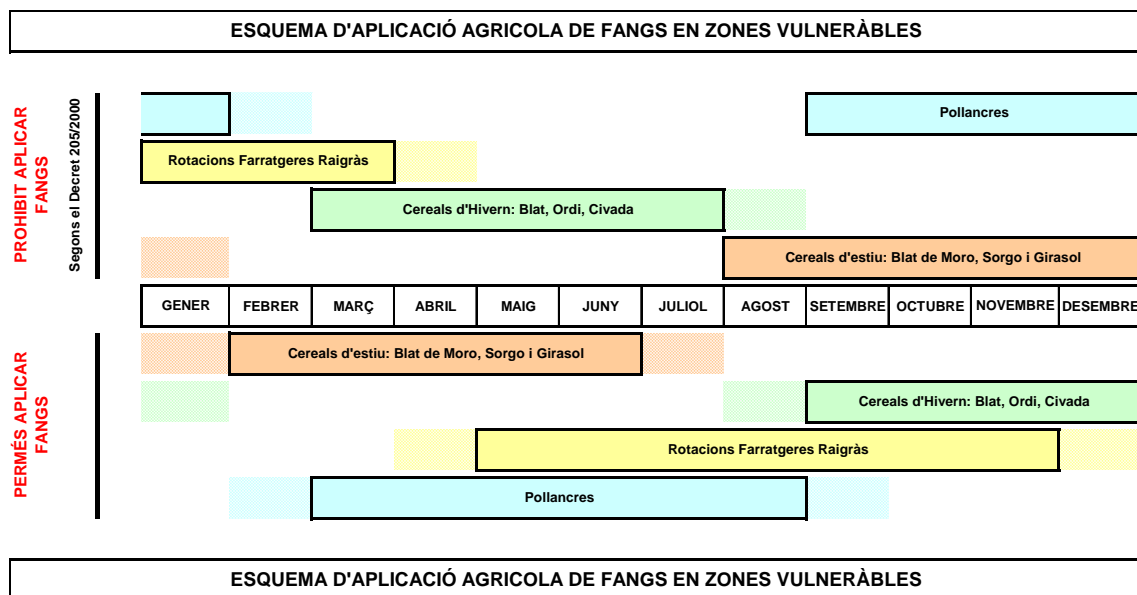


Figura 22. Esquema d'aplicació agrícola de fangs de depuradora en zones vulnerables de l'àrea 1.

Eliminació de nutrients

L'eliminació de nutrients és una de les grans mancances per part de l'EDAR de Figueres. La instal·lació **no presenta cap tipus de tractament d'eliminació de nutrients**, l'única que s'hi porta a terme és la nitrificació esporàdica que es dona al reactor biològic i la conseqüent desnitrificació incontrolada al decantador secundari. Això implica una manca de control envers aquest procés i la no eliminació de fòsfor.

Tractaments terciaris

Pel que fa a tractaments terciaris, tampoc presenta cap instal·lació al respecte, per tant, **no hi ha cap desinfecció de les aigües** i és impensable la seva reutilització.

Contaminants emergents

Finalment comentar que els contaminants emergents, com en el cas general, són prou **desconeguts** per a no tenir cabuda en el pensament de les persones encarregades de dissenyar l'actual depuradora ni tan sols la futura.

7.2.1.2. Control

El control automatitzat, com a la majoria de plantes és el punt que més flaqueja. A Figueres es porten a terme controls en continu de:

- Entrada a planta: pH, conductivitat, terbolesa, cabal.
- Aeració: OD, MES.
- Sortida planta: pH, conductivitat, terbolesa, MES i cabal.

La mesura de la conductivitat no té gaire sentit ja que aquesta no té fluctuacions perquè Figueres és un lloc que no pateix intrusions salines ni tampoc hi ha abocaments d'indústries salines.

Un altre gran problema és que el **sistema de gestió** que hi ha a la planta de Figueres, l'SCADA, és un **programa bastant antic** al qual no es poden introduir noves senyals sinó s'eliminen senyals antigues. Per aquest motiu el Cap de Planta de Figueres ha substituït els senyals de conductivitat d'entrada i sortida pels de MES dels reactors biològics i el de terbolesa d'entrada per MES de sortida.

El canvi d'aquest sistema de gestió ha estat reclamat a l'ACA pel cap de planta des de fa uns quants anys sense èxit.

7.2.1.3. Disseny i emplaçament

El disseny i l'emplaçament de l'EDAR de Figueres són dues característiques que amb el pas dels anys s'han vist afectades.

L'EDAR de Figueres es va dissenyar als anys 70, època en la qual només es tenia cura de l'eliminació de MO, ja que era l'exigit per la llei. El **disseny** actualment està totalment **desfasat**, no perquè estigués mal dissenyat en els seus inicis sinó perquè ha sofert un envelliment i el cabal i la composició de l'aigua residual s'han vist modificats degut al creixement de la població. Com a conseqüència d'aquest creixement, el terreny és reclamat per a la construcció de noves vivendes, motiu pel qual la depuradora es veu obligada a desplaçar-se a una zona més allunyada.

7.2.1.4. Formació i capacitació

La **dificultat** per **trobar persones interessades en ocupar el lloc d'operari** impedeix l'exigència d'un nivell mínim per part de l'empresa. FISERSA només demana saber l'idioma de l'empresa, el català, i es valora tenir estudis de Formació Professional per treballar com a operari. Això sovint fa que el personal que entra a treballar no estigui prou capacitada per assolir les responsabilitats que exigeix treballar en un lloc com és una depuradora. A més, la **manca d'uns estudis bàsics** fa molt difícil pensar en una formació per tal que entenguin els processos i la finalitat d'aquests.

7.2.2. Aspectes econòmics i administratius

7.2.2.1. Inversió

La inversió a l'EDAR de Figueres que s'ha anat realitzant als últims anys ha permès la reposició d'equips necessaris (bombes, centrífuga, etc), la millora del procés amb la compra de nous equips i el condicionament de les instal·lacions. Tot i així, la principal mancança del procés és l'eliminació de nutrients; però, l'elevat cost econòmic que suposaria poder renovar totalment la planta, fa **necessària** la **nova construcció**.

7.2.2.2. Explotació

L'Administració actuant és una entitat local que mitjançant una empresa privada amb fons públic anomenada FISERSA porta a terme la gestió de la depuradora de Figueres. Com ja s'ha comentat anteriorment, aquest model d'explotació és el més fiable i eficient, per tant, **no es pot considerar com un punt feble**.

7.2.3. Aspectes socials

7.2.3.1. Males olors

Com a qualsevol depuradora amb tractament biològic, a l'EDAR de Figueres es generen olors com a resultat de la producció de gasos en la descomposició de la matèria orgànica. Tot i trobar-se actualment a prop del nucli urbà, la planta no ha patit mai queixes per les olors generades durant el procés de depuració d'aigües.

7.2.3.2. Impacte visual

Com ja s'ha anat esmentant al llarg d'aquesta diagnosi, l'EDAR de Figueres és una instal·lació que està situada a una zona industrial i necessita d'una renovació tecnològica urgent.

El seu estat i emplaçament influeixen a que l'impacte visual que pugui causar al vianant no sigui molt positiu. L'opció utilitzada a la planta per a pal·liar l'esmentat impacte és l'**apantallament** amb plantació d'arbusts que no implica una disminució de l'impacte visual, simplement el seu amagament.

La població, a diferència que amb el tema de les males olors, ha presentat més d'una vegada queixes per l'estètica exterior de la planta. Això suposa un problema quan comporta una distorsió en la percepció de l'eficiència de la feina que es porta terme a la planta.

7.2.3.3. Percepció social

No s'ha fet cap estudi al respecte, per tant, no es pot diagnosticar la percepció social enfront l'actual planta depuradora de Figueres. Tot i així, tenint en compte l'exposat a l'impacte visual, es pot pensar que la **percepció no és gaire positiva**.

7.3. PROPOSTES DE MILLORA

Les propostes que s'exposen a continuació segueixen el model utilitzat durant el projecte i han estat obtingudes tenint en compte els punts febles de la depuradora de Figueres detectats a l'apartat anterior.

7.3.1. Aspectes tecnològics

7.3.1.1. Procés

Per tal de millorar i/o solucionar els temes de separació al decantador secundari, l'elevada producció i gestió de fangs, la poca eliminació de nutrients i contaminants emergents, es proposa:

- Per la línia d'aigües, la implementació de l'**UCT modificat amb membranes integrades d'ultrafiltració** i com a tractament terciari, un sistema de **desinfecció per llum UV i postcloració** final per tal de permetre la posterior **reutilització** de l'aigua pel reg dels camps de conreu de la zona.
- Per la línia de fangs, una **digestió anaeròbia** i un posterior **compostatge** per tal de poder emmagatzemar els fangs estabilitzats en èpoques que la legislació vigent no permeti la seva aplicació. Per disminuir la concentració de nutrients al corrent de retorn dels fangs, **SHARON-ANAMMOX**.

7.3.1.2. Control

Per fer un seguiment acurat de tota la planta i optimitzar el procés, es proposa la **implementació de més instrumentació,llaços de control automàtic i automatització**, mitjançant sondes o analitzadors que mesurin en continu (per exemple, MES, amoni, nitrits, nitrats i fosfats).

Cal afavorir l'ús de les tecnologies de la informació i comunicació per tal de millorar la gestió de les dades i informació. Es suggereix complementar l'SCADA convencional amb un **sistema de suport a la decisió** per millorar la supervisió i el control de l'EDAR.

També seria interessant la instauració del **telecontrol** per poder controlar d'es d'un punt central l'EDAR.

7.3.1.3. Disseny i emplaçament

S'ha de fer un **disseny el més operatiu** possible per tal d'optimitzar al màxim la feina i la dinàmica dels processos. Per aconseguir això, els diferents tractaments han de tenir una situació coherent al terreny, és a dir, la digestió anaeròbia ha d'estar a prop del compostatge per facilitar el transport dels fangs entre instal·lacions i el compostatge ha d'estar situat a prop d'un accés per a facilitar la maniobra.

El correcte dimensionament dels tancs requereix d'un estudi previ sobre el cabal i composició de l'aigua d'entrada. S'han de fer dues línies per a facilitar el manteniment i el funcionament de la planta.

La nova planta es situarà en un camp a les afores de Figueres que és el final del municipi actual. És una zona envoltada de camps de conreu de gramínies a la vora d'un rierol (Figura 23).

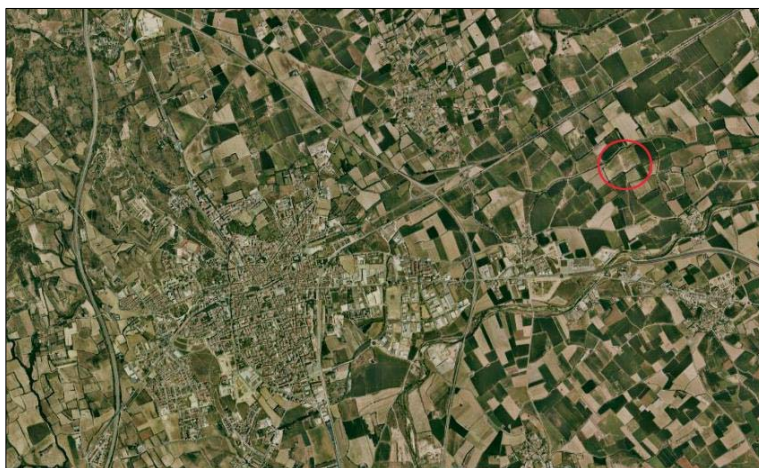


Figura 23. Ortofotomatge amb l'emplaçament de la futura depuradora de Figueres senyalitzat de color vermell.

7.3.1.4. Formació i capacitació

Pel bon funcionament de la planta, s'hauria d'**exigir un nivell mínim de formació** a l'hora de contractar als operaris i assegurar-se que estan capacitats per fer la feina ofertada. Aquest nivell mínim asseguraria la possibilitat d'adquirir nous coneixements i l'aprenentatge de la feina de la depuradora.

Pels encarregats i els caps de planta, s'hauria de fer una **formació específica** i un **reciclatge formatiu** mitjançant el contacte amb la universitat i la trobada amb altres caps de planta per fer taules rodones i poder contrastar idees. La formació hauria de constar de cursos presencials o via Internet que permetessin conèixer els diferents processos que es duen a terme en una planta depuradora i la manera de solucionar possibles problemes sense deixar de banda la conscienciació que el més important és que l'aigua de sortida sigui de qualitat.

7.3.2. Aspectes econòmics

Com s'ha comentat a la diagnosi, s'ha de fer una gran inversió que permeti el disseny de la nova planta amb totes les necessitats exposades a les propostes. Com s'ha explicat a les propostes generals la millor manera d'aconseguir el fons econòmic seria mitjançant la **internalització dels costos** de depuració d'aigües residuals.

7.3.3. Aspectes socials

7.3.3.1. Males olors

Tenint en compte la situació de la nova planta, les males olors no arribaran a cap vivenda. De totes maneres, la plantació d'arbres que actuarà com a tallavents farà ascendir les olors que es diluiran entre les masses d'aire en alçada; i la plantació de llaurer al voltant del límit de l'EDAR suavitzarà les possibles males olors.

A més, es recomana el disseny de dues entrades diferents (Figura 24): una via d'accés per als visitants i treballadors que passi per davant de l'estació depuradora i una pels camions transportadors de fang que vagi per darrera de la planta per disminuir la influència de les olors a la gent.



Figura 24. Ortofotomatge de l'emplaçament de la futura depuradora de Figueres on estan identificats els camins on es podrien situar, per una banda, la via d'accés per als vianants (color verd) i, per una altra banda, la via d'accés per als camions transportadors de fang (color groc).

7.3.3.2. Impacte visual

El trasllat de la nova depuradora de Figueres a les afores de la ciutat permet una major discreció, però tot i així s'ha d'aconseguir integrar la seva existència en el paisatge.

Per tal de disminuir l'impacte visual en alçada, es proposa la plantació de *Quercus ruber* (Figura 25c) al voltant de les diferents estructures de tractaments ja que pot assolir o sobrepassar l'alçada dels edificis o instal·lacions més altes de la nova EDAR, en aquest cas la sitja. A més, és un arbre de fulla persistent, per tant la caiguda de les fulles és de menys intensitat en èpoques de sequera, és autòcton i no necessita gaire cura. Un altre aspecte interessant seria cobrir la superfície de la depuradora amb grava verda i una reixa herbicida per evitar el creixement de plantes ja que el manteniment que es necessita és mínim i no s'ha de malbaratar aigua pel reg. Així s'evita dedicar tant de temps en l'aspecte del terra de la planta sense deixar de tenir en compte la integració en el paisatge.

Amb aquestes mesures s'aconseguirà la visió de zona verda homogènia, tant en alçada com des de la carretera.

Hi ha un altre element però a tenir en compte. Figueres és un municipi que sovint pateix fortes ràfegues de vent. Per tal de suavitzar aquest impacte que pot causar problemes operacionals, es proposa plantar una barrera de *Populus nigra* i *Populus italica* (Figura 25a i 25d) a la part més externa del terreny amb funció de tallavent, ja que són espècies de creixement ràpid i poden assolir fins a 30m. Encara que va bé alternar-los, sempre és interessant que els que estiguin més a prop de les instal·lacions siguin els *Populus italica*, ja que els *Populus nigra* tenen unes arrels molt agressives i podrien danyar les estructures. Es solen utilitzar en forma masculina ja que no produeixen llavors i, per tant, no embruten tant.

Per tal de pal·liar l'impacte visual que produeixen les reixes de tancament de la depuradora, es proposa diverses línies de Cupressàcies (Figura 25e i 25f) a la cara exterior de la depuradora. En ser denses i assolir fins a 30m fan bé la seva funció. A més són de fàcil manteniment ja que són arbres de fulla perenne. A la part interior, un sistema de reixes camuflades entre el brancatge dels xiprers i una segona línia de llaurers (Figura 25b) i altres arbusts. Els llaurers no assoleixen gaire alçada, però són sempervivents i tenen la particularitat de fer molta bona olor, motiu de més per situar-los a la depuradora.

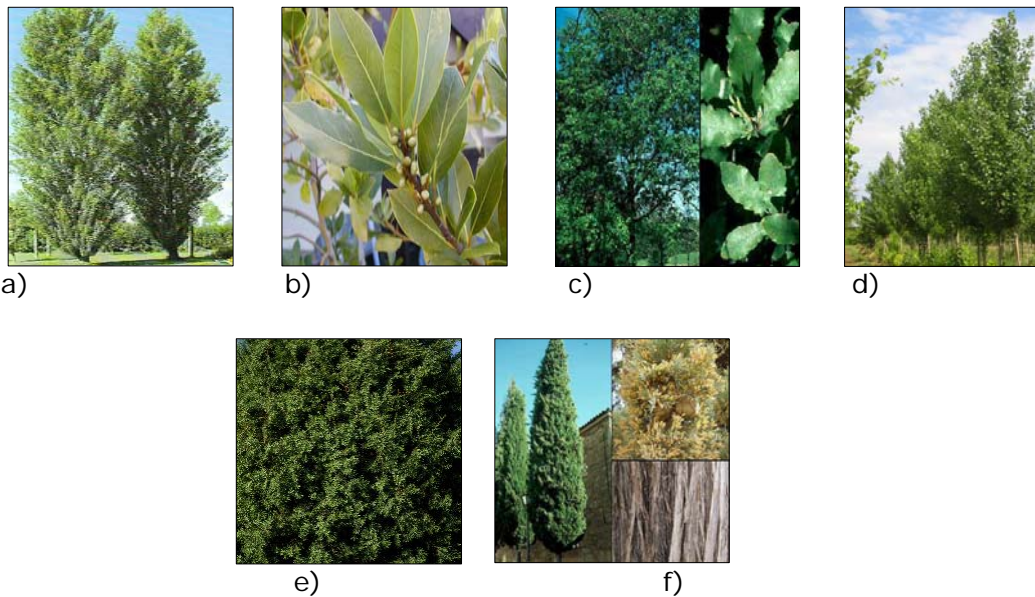


Figura 25. a) *Populus nigra* (Font: http://www.eiu.edu/~grnhouse/campus_tour/tree_23.htm) b) *Laurus nobilis* (Font: articulos.infojardin.com/arbustos/Fichas/Laurel.htm) c) *Quercus ruber* (Font: www.arbolesornamentales.com) d) *Populus italica* (Font: www.arbolesornamentales.iespana.es) e) *Juniperus oxycedrus* (Font: www.latalaia.net/.../Juniperus_oxycedrus_TN.jpg) f) *Cupressus sempervirens* (Font: www.arbolesornamentales.com/Cupressussemper.jpg).

S'ha de dir que totes les espècies proposades són autòctones i amb baixos requeriments d'aigua i de qualitat del sòl. Mai s'ha de deixar de banda que l'essencial d'una depuradora és la depuració, i no s'ha de dedicar més temps del necessari en cuidar l'aspecte extern.

7.3.3.3. Percepció social

Un cop establertes les propostes tant tecnològiques, com econòmiques i socials, la remodelització de la depuradora hauria de suposar un canvi en la percepció dels veïns.

Tot i aconseguir una millora estètica i funcional de la planta, s'ha de conscienciar a la gent que una EDAR no és un espai verd i que per molt que s'integri paisatgísticament, sempre és més important que el procés funcioni correctament.

7.4. MODELITZACIÓ I SIMULACIÓ

Els models es defineixen com la descripció d'un sistema prèviament definit. En el cas de la modelització del sistema de fangs actius (tractament biològic de les EDARs, en aquest cas només ens interessa la modelització del tractament secundari amb eliminació de nutrients) se solen utilitzar models matemàtics que permeten descriure el comportament

del sistema de fangs actius mitjançant la utilització d'equacions matemàtiques obtingudes a partir dels balanços de matèria de diferents components. Aquests models matemàtics de fangs actius tenen diferents processos que relacionen les variables d'estat que defineixen el sistema.

Els models de fangs activats descriuen molts processos diferents que relacionen les seves variables d'estat o components, les quals defineixen el sistema.

El model ASM1 (*Activated Sludge Model n°1*) és un model matemàtic i mecanístic que descriu l'eliminació de nitrogen i matèria orgànica. Va ser el primer a partir del qual es van anar publicant modificacions com són els models determinístics ASM2, ASM2d i ASM3. Els models ASM2 i ASM2d inclouen més processos i més variables d'estat pel fet de tenir en compte l'eliminació biològica de fòsfor en el cas del ASM2 i la inclusió dels microorganismes PAO desnitrificants en el cas del ASM2d (Henze *et al.*, 2000).

Les simulacions realitzades respecte la depuradora de Figueres fan referència només a la línia d'aigües i, concretament, només a la part biològica (tractament secundari amb eliminació de nutrients). En elles es pot observar la diferència del grau depuració de l'aigua aconseguida amb les instal·lacions actuals en contraposició amb la proposta de depuradora del segle XXI. S'ha fet servir el model ASM2d per al disseny i simulació d'ambdues depuradores.

7.4.1. Figueres actual

Per simular l'EDAR actual de Figueres, s'han utilitzat les dades d'entrada al biològic i s'ha fet la caracterització amb *l'influent advisor*¹ del GPS-X (Hydromantis).

Encara que la situació real de Figueres consta de dos reactors aerobis de 1456,5m³ cadascun, a la simulació s'ha utilitzat un reactor d'una única cel·la amb un volum total de 3000 m³ (Figura 26).

¹ Mètode utilitzat pel programari Hydromantis per convertir les mesures DQO, DBO, amoni, nitrit, etc., a variables d'estat utilitzades pel model.

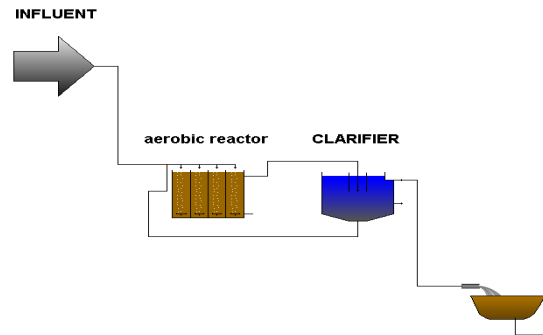


Figura 26. Captura de pantalla del layout de simulació de la depuradora actual de Figueres.

Les concentracions de sortida obtingudes amb el model són properes a les dades experimentals. En el cas del nitrogen s'observa com s'ha produït la nitrificació, encara que degut al baix temps de residència cel·lular (entorn uns 2,4 dies) no és possible assolir nitrificació completa tot i tenir suficient oxigen (està proper a 2mg/L). Per tant, les concentracions d'amoni i nitrats reflexades a les gràfiques de la Figura 27 es mantenen constants en valors al voltant de 20 g N/m³ i 40 g N/m³, respectivament. El fòsfor no és eliminat, tot i que una petita part s'assimila.

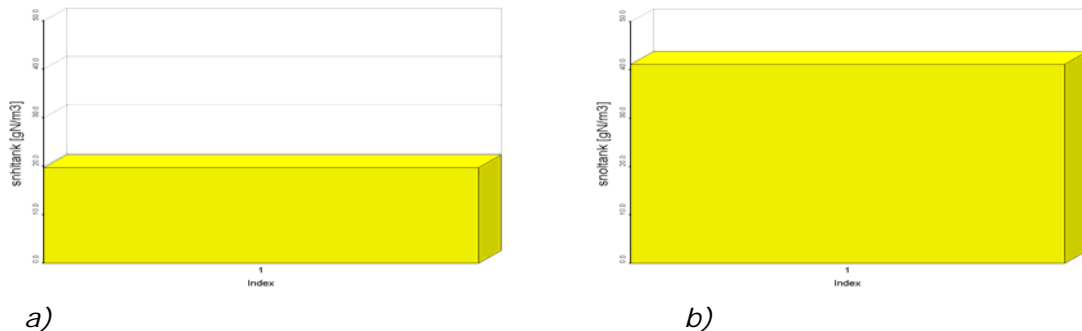


Figura 27. a) Gràfica de la concentració d'amoni en gN/m³ al tractament biològic. b) Gràfica de la concentració de nitrats en gN/m³ al tractament biològic.

Pel que fa als sòlids, entren 5380 mg/L i a la sortida hi ha 10,49 mg/L. Aquest és un valor baix que indica que el decantador funciona correctament, però no és suficient ja que la concentració encara és elevada.

7.4.2. Figueres s. XXI

Com s'ha exposat a les propostes generals, la depuradora del s.XXI de Figueres ha de contenir un reactor UCT amb MBR (Figura 28).

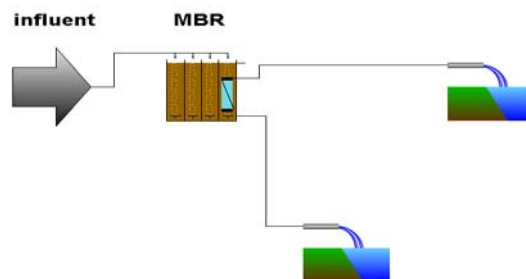


Figura 28. Captura de pantalla del layout de simulació de la proposta de depuradora del segle XXI aplicada a Figueres.

El reactor s'ha dividit en 10 cel·les per a poder descriure millor el comportament hidràulic del sistema. Les dues primeres són l'etapa anaeròbia, les quatre següents l'anòxica i les quatre últimes l'aeròbia amb les membranes (Figura 29). Cada cel·la té un volum de 1500 m^3 , d'aquesta manera el reactor té un volum total de 15000 m^3 .

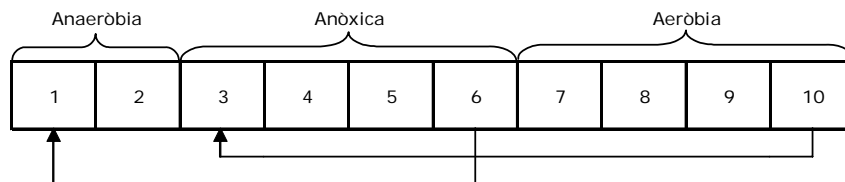


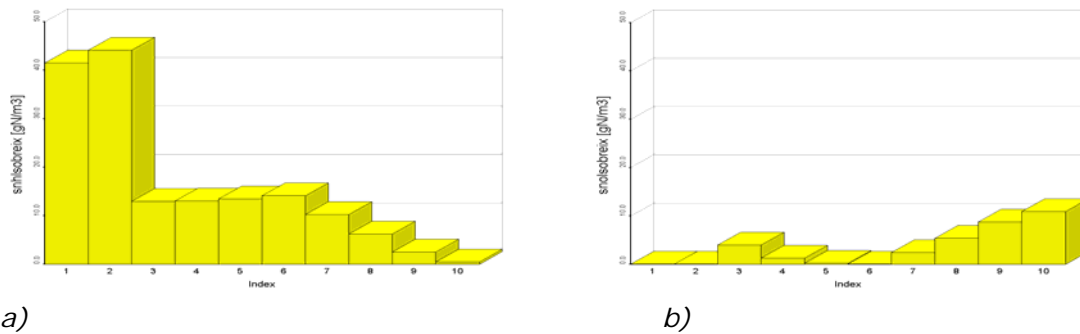
Figura 29. Esquema del reactor UCT dividit en 10 cel·les utilitzat a la simulació.

S'han establert dues recirculacions:

- De la cel·la 10 a la 3: recirculació interna des d'una cel·la aeròbia a una d'anòxica, per tal que es puguin desnitrificar els nitrats produïts a l'oxidar l'amoni.
- De cel·la 6 a la 1: recirculació interna des d'una cel·la anòxica a una d'anaeròbia, per millorar la utilització de la MO a l'etapa anaeròbia i evitar recircular-hi nitrats.

La concentració de treball en els MBR és alta (8340 mg/L), permetent així reduir la producció de fangs i, obtenint d'aquesta manera, un millor resultat referent a l'eliminació de matèria en suspensió, ja que la concentració de sòlids a la sortida és de $0,834 \text{ mg/L}$.

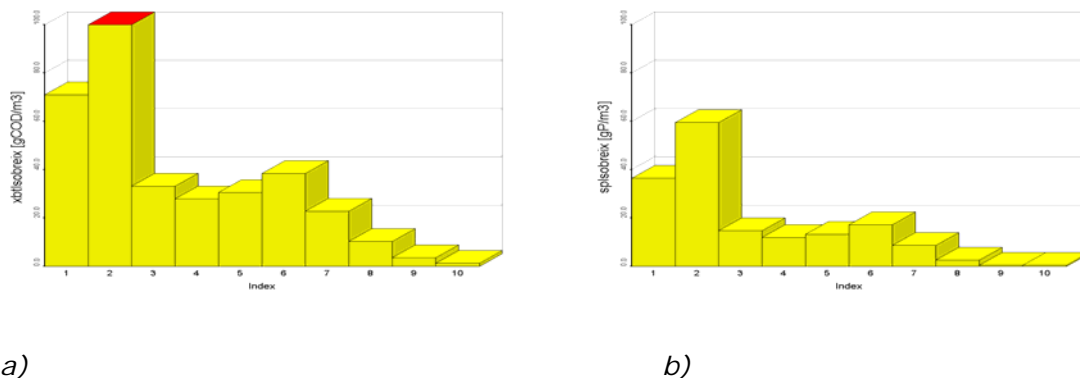
L'eliminació de nutrients és prou satisfactòria. Com que l'amoni és pràcticament eliminat ($0,417 \text{ gN/m}^3$) i els nitrats presenten un valor de sortida de $10,9 \text{ gN/m}^3$ (Figura 30), l'EDAR Figueres del s.XXI permetria complir amb el límit establert per la Directiva 91/271 (15 g N/m^3).



a) b)
 Figura 30. a) Gràfica de la concentració d'amoni en gN/m^3 en les diferents cel·les del reactor UCT. b) Gràfica de la concentració de nitrats en gN/m^3 en les diferents cel·les del reactor UCT.

Tal i com es pot observar a la Figura 30b la concentració de nitrats a l'entrada del reactor és 0. A la cel·la 3 es produeix un augment de concentració provinent de la recirculació de la cel·la 10, la qual correspon a l'etapa aeròbia on es porta a terme la nitrificació. Durant l'etapa anòxica (cel·les de la 3 a la 6) es produeix l'eliminació dels nitrats mitjançant la desnitrificació.

El fet que hi hagi una certa concentració de nitrats a l'efluent de la planta és conseqüència de que la nitrificació es porti a terme al final del procés. La configuració que es proposa de zones anaeròbies, anòxiques i aeròbies permet l'eliminació biològica del fòsfor.



a) b)
 Figura 31. a) Gràfica de la concentració de PHA emmagatzemat intercel·lularment pels bacteris PAO en gCOD/m^3 en les diferents cel·les del reactor UCT. b) Gràfica de la concentració de PO_4^{3-} en gP/m^3 en les diferents cel·les del reactor UCT.

Tal i com s'observa a la Figura 31 el fosfat és alliberat en les cel·les anaeròbies 1 i 2 consumint alhora els AGV els quals s'emmagatzemen intercel·lularment com a PHA. Posteriorment en les cel·les anòxiques i aeròbies, mentre el fosfat és captat, també és consumit el PHA com a font d'energia. Així doncs, es compleix que la taxa d'alliberació en condicions anaeròbies és menor que la de captació en condicions aeròbies, encara que també en menor proporció en condicions anòxiques. Finalment s'obté un rendiment net que permet eliminar el fòsfor del sistema tenint una concentració de sortida de fòsfor total de 0,45mg/L.

Feta la simulació i analitzats els resultats, es pot concloure que la proposta feta per a la línia d'aigües de la combinació de l'UCT modificat amb un MBR és molt eficient i que comporta millores substancials pel que fa a l'eliminació de nutrients i a la producció de fangs.