

IV. PART 2

BIODEGRADABILITAT DE LA MATÈRIA ORGÀNICA RETINGUDA AL PRINCIPI DE L'AIGUAMOLL

CAPÍTOL 1. EDARs DE VERDÚ I ALFÉS

Els resultats presentats en aquesta segona part de la tesina han estat obtinguts de les EDARs de Verdú i Alfés localitzades a la província de Lleida. Tot seguit s'ubicaran les dues plantes dins de Catalunya i es descriuran les seves característiques principals.

1.1 EDAR DE VERDÚ

El municipi de Verdú pertany a la comarca de l'Urgell i limita al nord amb els municipis de Tàrrrega i Vilagrassa (està a 58 km de Tàrrrega, la capital de comarca), al sud amb Ciutadilla i Nalec, a l'oest amb Preixana i Sant Martí de Riucorb i a l'est amb Guimerà i el municipi de Montornés i Granyena de Segarra pertanyent a la comarca de la Segarra (veure figures 1.1 i 1.2).



Fig. 1.1 Localització de la comarca de l'Urgell dins de Catalunya



Fig. 1.2 Situació de Verdú dins la comarca de l'Urgell

El municipi de Verdú, de 36 km² d'extensió, té una població permanent de 1074 habitants (informació obtinguda de la web de l'Ajuntament de Verdú, 2006) i disposa d'una EDAR per a depurar les aigües residuals domèstiques generades.

Tot seguit es presenta una fotografia aèria de Verdú on es destaca l'emplaçament de l'EDAR dins del municipi al qual dona servei.



Fig. 1.3 Situació aèria de l'EDAR de Verdú respecte la zona que l'alimenta

Aquesta planta consisteix en un sistema natural d'aiguamolls de flux subsuperficial. Concretament disposa de quatre lleres de flux subsuperficial que funcionen en paral·lel dos a dos. Cadascuna d'aquestes lleres té una superfície de 976.5 m² i està plantada amb canyis (*Phragmites australis*).

A continuació d'aquests aiguamolls hi ha dues llacunes de 2365 m² d'àrea. Totes dues estan alimentades per l'efluent que prové de cada parella d'aiguamolls. A la sortida de cadascuna de les llacunes, l'aigua és conduïda cap a un últim aiguamoll de flux subsuperficial on es realitza un procés de refinament de l'aigua per tal de millorar la qualitat de l'efluent abans de ser abocat.

L'aigua residual arriba a la planta a través d'una canonada de 60 mm de diàmetre i és abocada a un pou rectangular provist amb una reixa de desbast de 40 mm d'obertura i una bomba. La funció d'aquesta bomba és la de desviar l'aigua cap a un by-pass quan el cabal és superior a 5 vegades el Q_{mig} . Després d'aquest pretractament, l'efluent flueix cap a una fossa sèptica que també disposa d'una bomba que es posa en funcionament quan el cabal que hi arriba és 2 vegades el Q_{mig} .

Des d'aquest punt, l'efluent primari és equidistribuït entre els quatre aiguamolls, de manera que l'aigua flueix per gravetat en direcció a la zona de sortida de la llera. D'allà passa a les llacunes i finalment als aiguamolls de refinament des d'on l'aigua és recollida en una canonada i transportada fins al punt del seu abocament.

Tots els llits estan omplerts amb grava grossa ($D_{60} = 10$ mm i $Cu = 2$) i tenen una conductivitat hidràulica de 1000 m/d. La porositat del medi granular és del 34% i el nivell de l'aigua es troba entre 5 i 10 cm per sota de la superfície dels llits.

A continuació es presenta un esquema de la planta on es poden veure els diferents elements per on circula l'aigua des de la seva recepció fins a la canonada d'abocament:

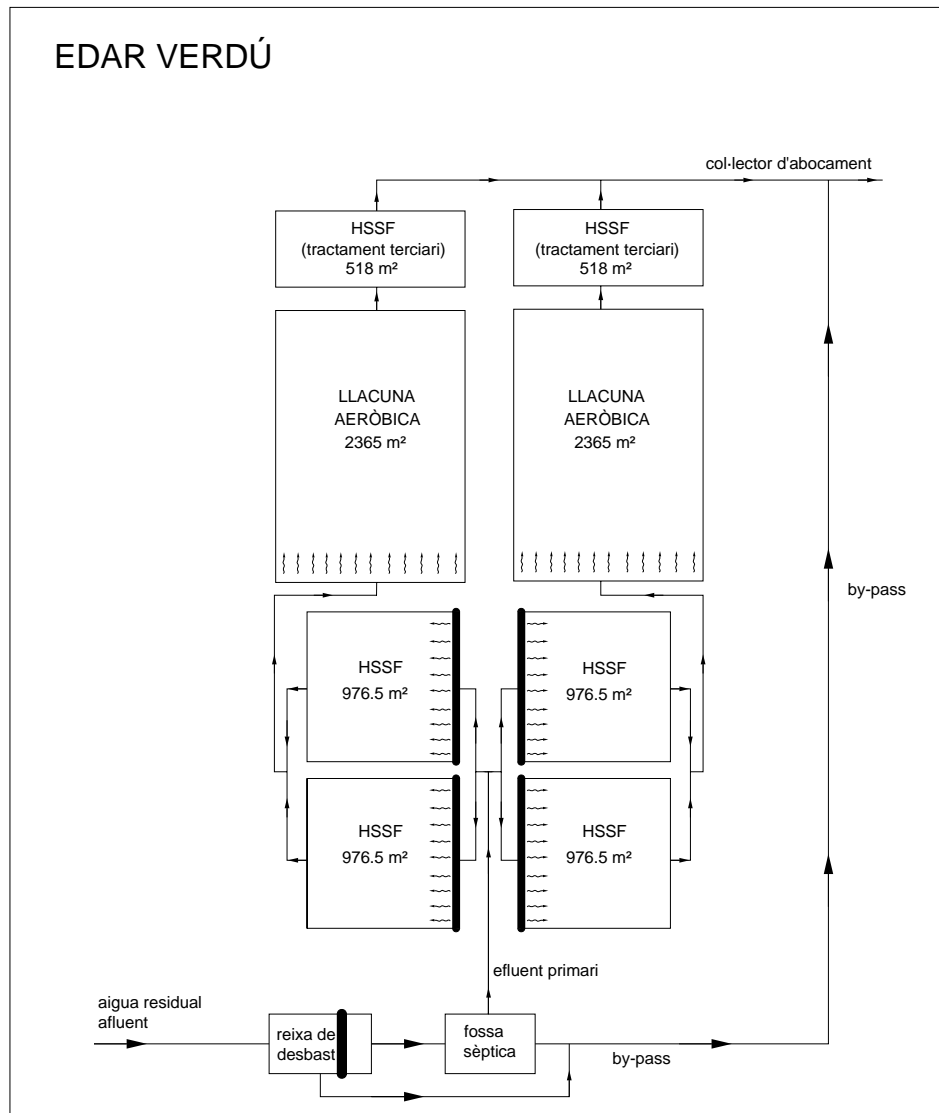


Fig. 1.4 Esquema en planta de l'EDAR de Verdú

1.2 EDAR D'ALFÉS

El municipi d'Alfés pertany a la comarca del Segrià i limita al nord amb el municipi de Lleida, al sud amb el d'Alcanó, a l'oest amb els de Sunyes, Montoliu de Lleida i Albatàrrec i a l'est amb el municipi d'Aspa (veure fig.'s 1.5 i 1.6).



Fig.1.5 Localització del Segrià dins l'àmbit territorial de Catalunya



Fig. 1.6 Ubicació del municipi d'Alfés dins la comarca del Segrià

L'EDAR d'Alfés és alimentada per una població permanent de 352 habitants que s'estenen al llarg dels 32 km² d'extensió que abraça el municipi (informació obtinguda de la web de l'Ajuntament d'Alfés, 2006). A continuació es presenta una imatge aèria on s'hi destaca la localització de l'EDAR i la del nucli de població.

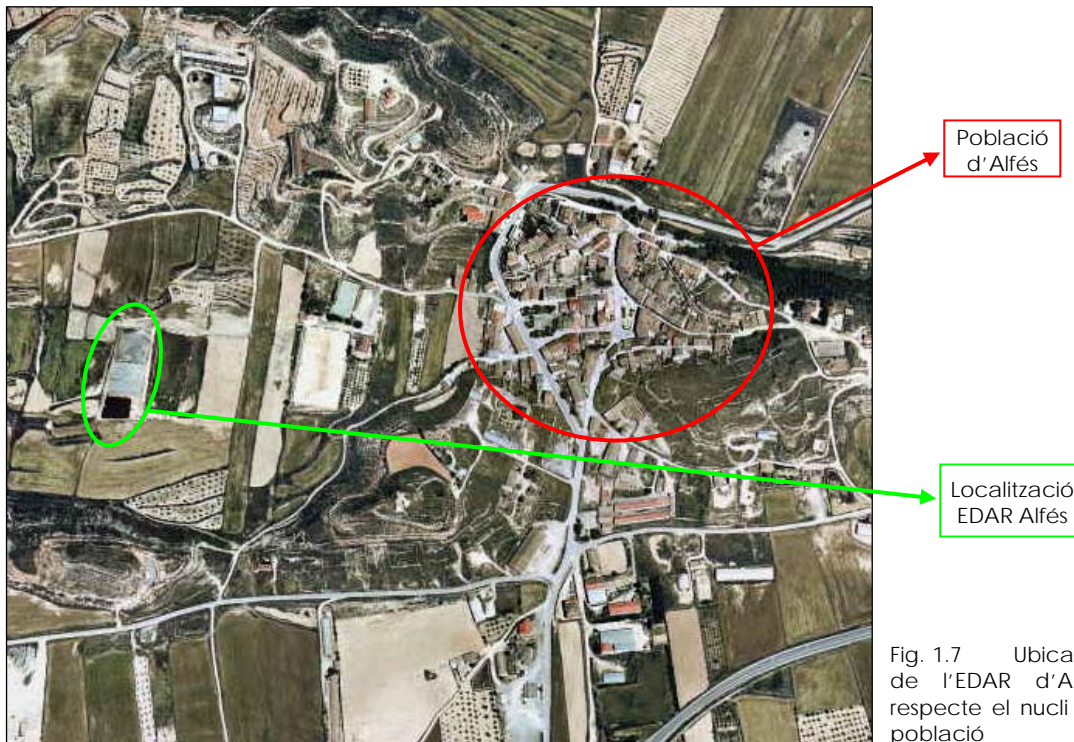


Fig. 1.7 Ubicació de l'EDAR d'Alfés respecte el nucli de població

Aquesta planta s'estructura d'acord amb una combinació de dos d'aiguamolls de flux subsuperficial seguit d'una llacuna, tots tres connectats en sèrie. Les superfícies de la primera i segona llera consten de 1235 i 1186 m² respectivament i ambdues estan plantades amb canyís (*Phragmites australis*). La llacuna és l'últim tram per on circula l'aigua abans de ser recollida en la canonada d'abocament i la seva àrea és de dimensions menors que els dos llits de canyes anteriors.

De la mateixa manera que en l'EDAR de Verdú, l'aigua residual que arriba a la planta és sotmesa a un pretractament que consisteix en una reixa de desbast i una fossa sèptica. És a dir, una vegada l'aigua ha passat per la reixa, flueix fins a la fossa sèptica des d'on es distribueix l'efluent primari de forma uniforme al llarg de l'ample del llit de canyes.

Al final d'aquest primer aiguamoll l'aigua és recollida en una canonada que la condueix cap al segon llit. A la zona de sortida d'aquest aiguamoll, s'ha completat el tractament secundari de manera que l'efluent secundari flueix a través d'una canonada cap a la llacuna on serà sotmès a un procés de refinament abans de ser recollit en una canonada que el conduirà cap al punt d'abocament.

Tots els llits estan omplerts amb una grava de diàmetre $D_{60} = 10$ mm i $Cu = 2$ i tenen una conductivitat hidràulica de 1000 m/dia. La porositat del medi granular és del 34% i la làmina d'aigua s'ajusta 5-10 cm per sota de la superfície de l'aiguamoll.

Tot seguit es presenta un esquema de la planta amb els diferents trams per on circula l'aigua per tal de fer més entenedora la seva configuració:

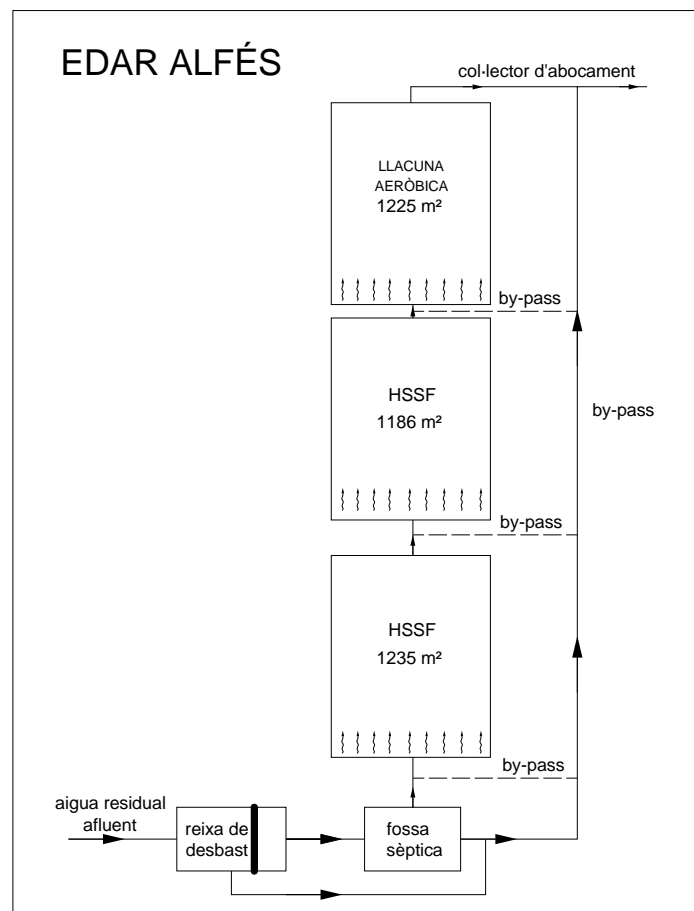


Fig. 1.8 Esquema en planta de l'EDAR d'Alfés

1.3 PROBLEMÀTICA PLANTEJADA EN EL PRESENT ESTUDI

Les dues plantes descrites anteriorment presenten un problema de colmatació a l'entrada dels aiguamolls que reben l'efluent primari. Aquest fenomen es manifesta per la presència d'aigua superficial per sobre de la superfície de grava i és conseqüència de tota aquella matèria orgànica que hi queda retinguda no interferint en la hidràulica de la llera.

De forma general es preveu que els aiguamolls de flux subsuperficial localitzats en zones de climatologia similar a la de Catalunya poden arribar a tenir una vida útil d'entre 25 i 30 anys. D'acord amb l'aprovació del Programa de Sanejament d'Aigües Residuals Urbanes l'any 2000, es van construir les EDARs d'Alfés i Verdú, la qual cosa vol dir que l'edat d'ambdues plantes és de poc més de 5 anys.

Tenint en compte el poc temps que fa que estan en funcionament, l'aparició del problema de la colmatació en les zones d'entrada de l'aigua residual suposa un crit d'alerta pel què fa a la vida útil de l'aiguamoll i el cost del seu manteniment.

En l'actualitat encara no s'ha trobat una mesura correctora econòmicament acceptable a aquest problema una vegada apareix, ja que l'única solució que es planteja és la del canvi total del medi granular, la qual cosa suposa un cost elevat.

En les EDAR d'Alfés i Verdú s'estan portant a terme addicions de grava per sobre de la que està colmatada. Aquestes operacions que es realitzen cada cert temps i que incrementen l'altura de l'aiguamoll, suposen una solució temporal fins que la nova grava torna a colmatar-se.

En aquesta segona part de la tesina, doncs, s'estudia la biodegradabilitat de la matèria orgànica retinguda en la grava de la zona d'entrada de l'aiguamoll. L'objecte d'aquest estudi és el de determinar les característiques d'aquesta matèria orgànica per tal de poder justificar el fet que no es degradi amb el pas del temps. Els assajos de biodegradabilitat que es portaran a terme seran tant per via aeròbica com anaeròbica per tal de contemplar diversos factors i realitzar, així, una avaluació completa del procés.

CAPÍTOL 2. OBJECTIUS

Tenint en compte la problemàtica presentada en el capítol anterior, els objectius d'aquesta segona part de la tesina són els que es presenten a continuació:

- Determinar la biodegradabilitat de la matèria orgànica retinguda en la grava provocant la colmatació del llit.
- Quantificar la biodegradabilitat per via aeròbica a 20°C i per via anaeròbica tant a 20°C com a 5°C.
- Comparar els resultats obtinguts entre les dues tipologies d'assaig.

Els resultats obtinguts permetran determinar les raons per les quals la zona d'entrada dels aiguamolls que reben l'efluent primari es colmaten. D'acord amb les conclusions que se'n treguin, es plantejarà una solució de caràcter local per intentar pal·liar el problema.

La respiració aeròbica i l'anaeròbica difereixen en termes d'eficiència en la depuració en relació al temps. La realització dels assajos tant per una via com per l'altra, permetrà veure que si la matèria orgànica no és degradable ni anaeròbica ni aeròbicament, vol dir que no serà fàcilment biodegradable i que per aquest motiu es queda retinguda en la grava.

En resum, aquesta segona part de la tesina pretén resoldre la següent pregunta d'investigació:

- La matèria orgànica retinguda en la grava de l'entrada de l'aiguamoll de les EDARs de Verdú i Alfés és biodegradable per via anaeròbica a 5°C i a 20°C? Ho és per via aeròbica a 20°C?
- En cas de ser-ho, sota quines condicions, aeròbiques o anaeròbiques, la degradació és més eficient?

CAPÍTOL 3. MATERIALS I MÈTODE

3.1 MOSTREIG DE CAMP

Els resultats presentats en aquesta segona part de la present tesina són fruit d'una campanya realitzada a les EDARs de Verdú i Alfés. En totes dues plantes el mostreig es va realitzar de la mateixa manera i seguint el mateix procediment.

3.1.1 PUNTS DE MOSTREIG

Les mostres assajades es van extreure del principi de la zona d'entrada de l'aiguamoll on hi arriba l'efluent primari i consistien en mostres de grava i de l'aigua que l'envolta. Tot seguit s'adjunten dues fotografies on es pot apreciar el fenomen de la colmatació al principi dels aiguamolls de totes dues plantes. El símptoma principal de l'aparició d'aquest problema és la presència d'aigua superficial en una llera de flux subsuperficial.



Fig. 3.1 Presència d'aigua superficial al principi de l'aiguamoll de recepció de l'aigua residual de l'EDAR d'Alfés



Fig. 3.2 Fenomen de la colmatació a l'entrada dels aiguamolls de recepció de l'EDAR de Verdú

A continuació es presenta l'esquema dels aiguamolls que reben l'efluent primari en cadascuna de les plantes i s'hi marca el punt de mostreig considerat en cadascuna d'elles:

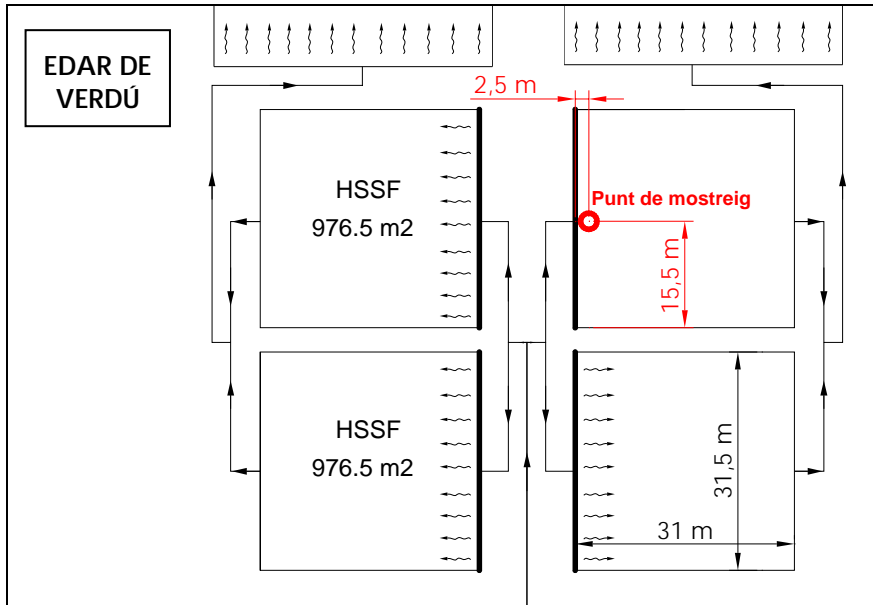


Fig. 3.3 Localització del punt de mostreig considerat en l'EDAR de Verdú

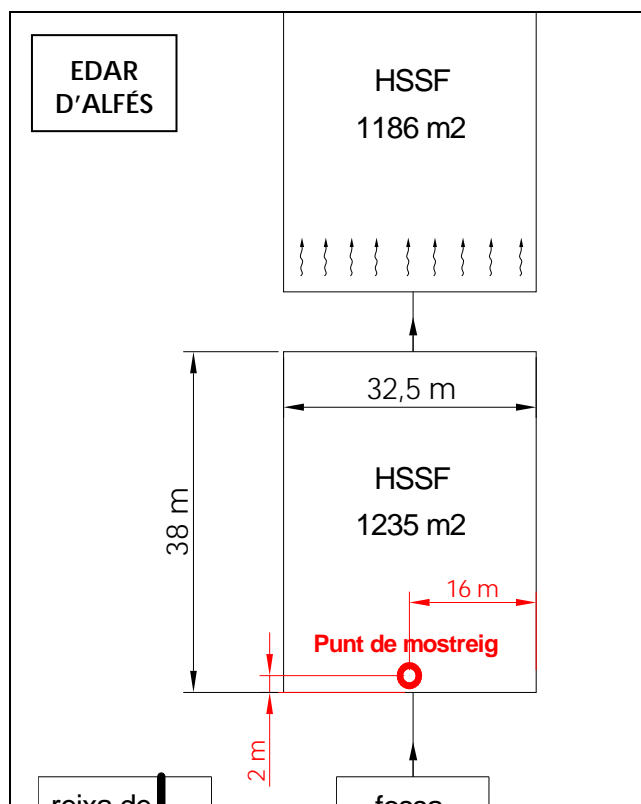


Fig. 3.4 Localització del punt de mostreig considerat

La grava extreta en tots dos punts no és superficial, sinó que es va cavar un forat amb una pala fins arribar a trobar una grava que presenta un aspecte negrós conseqüència de la mineralització de matèria orgànica al seu voltant. L'aigua que es va agafar era la que es trobava en aquell mateix punt una vegada cavat el forat. A la fotografia següent es pot observar l'aspecte de la grava:



Fig. 3.5 Fotografia de la grava i l'aigua mostrejada a l'EDAR d'Alfés

En la fotografia anterior es pot veure com l'aigua presenta un color molt fosc entre gris i negre. Això es deu a una important presència de matèria orgànica en suspensió les característiques de la qual són l'objecte d'estudi dels assajos que es presentaran a continuació.

El motiu pel qual s'agafa l'aigua que envolta la grava del punt de mostreig i no la d'una altra zona, és perquè interessa saber les característiques de la matèria orgànica que està colmatant l'entrada de l'aiguamoll. És per això que aquesta aigua serà sotmesa a assajos de degradació tant per via aeròbica com anaeròbica per tal de saber quin percentatge de la matèria orgànica present a l'inici dels experiments s'ha degradat al llarg de la campanya.

3.1.2 CARACTERITZACIÓ INICIAL DE LES MOSTRES

Una vegada tant la grava com l'aigua han estat mostrejades, es porten al laboratori on se'ls realitza una sèrie d'assajos. L'objectiu d'aquests és el de determinar-ne les característiques inicials per tal de tenir una referència pel què fa a les condicions de partida de les mostres al començament dels experiments.

Els paràmetres analitzats són dos: la DQO total de l'aigua i els sòlids volàtils en suspensió (SSV) tant de la grava com de l'aigua.

3.2 CONSTRUCCIÓ DELS REACTORS

3.2.1 REACTORS ANAERÒBICS

En aquesta segona part de la tesina i tenint en compte que la grava assajada era força més gran que la mostrejada a la Planta Pilot de les Franqueses del Vallès, es van canviar els elements a partir dels quals es construeixen els reactors anaeròbics. Així doncs, en aquest cas, els dos elements utilitzats fonamentalment pel muntatge són els següents:

- Botella de vidre àmbar de 2,9 l de capacitat total.
- Tap tipus "minert" amb vàlvula d'estanqueïtat adaptat al nou coll de la botella utilitzada.



Tot i que el tap dels reactors es va adaptar de manera que es pogués col·locar al nou tap de la botella, el seu funcionament era exactament igual que el descrit en l'apartat 3.2 de la part 1 d'aquesta tesina. A la següent fotografia es pot apreciar l'aspecte que presenta el tap una vegada adaptat a les noves ampolles.

Fig. 3.6 Adaptació de la vàlvula "minert" al nou tap de l'ampolla

Dels 2,9 l de capacitat de l'ampolla, 2,25 l han estat omplerts amb la grava mostrejada de les EDARs i enrassats amb l'aigua d'estudi. El volum que resta en la botella (650 ml) és el volum de capçalera on s'emmagatzemarà el metà produït conforme es vagi degradant la matèria orgànica.

Els 2,25 l de grava equivalen a 3,9 kg de grava en totes dues plantes, és a dir, uns 4 kg de grava per ampolla. La quantitat d'aigua introduïda és de 600 ml en cadascun dels reactors. (Nota: d'acord amb la porositat de la grava haguessin hagut d'introduir-se un 765 ml d'aigua. El motiu pel qual només se n'hi van posar 600 es deu al fet que la grava mostrejada estava bruta de petites branques i fang que ocupaven part dels espais de la grava reduint, així, el volum intergranular a ser omplert per l'aigua).

El motiu pel qual la quantitat d'aigua afegida dins del reactor és tal que grava i aigua quedin enrassats respon a la intenció de mantenir, en la mesura del possible, la relació grava/aigua existent a l'aiguamoll.

La fotografia següent il·lustra tant la grava mostrejada com el moment en el que s'introdueix aquesta a l'interior de la botella a través de la utilització d'un embut:



Fig. 3.7 (esquerra)
Mostra de grava
extreta de l'EDAR
d'Alfés

Fig. 3.8 (dreta)
Col·locació d'un embut
en la botella del reactor
per introduir la grava

Una vegada el reactor ha estat omplert amb la grava i l'aigua, és necessari borbollejar-li heli a l'interior per tal de desallotjar tot aquell oxigen que hi hagi pogut quedar. Aquesta operació i a diferència dels reactors preparats en la primera part de la tesina, es realitza durant 2 minuts degut a que el volum de capçalera és més gran. Aquest pas juntament amb el recobriments de la botella amb paper de plata ens permetrà assegurar les condicions anaeròbiques en l'interior del reactor una vegada hagi estat tancat amb el tap "minert".

A diferència dels reactors preparats en les campanyes de les Franqueses del Vallès, en aquest cas els reactors anaeròbics es conserven a dues temperatures diferents, 5 i 20°C. Amb la temperatura de 5°C, es pretén veure l'evolució de la degradació de la matèria orgànica a una temperatura similar a l'existent a la planta en el moment del mostreig (febrer de 2006). Amb la temperatura de 20°C, s'intenta crear una temperatura que afavoreixi l'activitat microbiana, (les baixes temperatures estan associades a una activitat cel·lular per part dels microorganismes baixa; Porta A., 2004).



Fig. 3.9 Reactors d'Alfés i Verdú conservats a 5°C, temperatura similar a l'existent a l'EDAR



Fig. 3.10 Reactors d'Alfés i Verdú conservats a 20°C per tal d'afavorir l'activitat microbiana

Si només s'assagés a 5°C i no s'observés producció de metà, no es podria concloure que la matèria orgànica present en l'aigua no és biodegradable anaeròbicament. Si per contra es disposa d'un reactor a 20°C i tampoc s'hi observa producció de metà, llavors si que es pot arribar a concloure que aquella matèria orgànica no és fàcilment biodegradable anaeròbicament.

3.2.2 REACTORS AERÒBICS

Els reactors utilitzats en aquesta segona part de la tesina van ser els mateixos que els construïts per les campanyes de la planta pilot de les Franqueses del Vallès. La descripció de les diferents parts que els componen es pot trobar a l'apartat 3.2.2 de la part 1.

En aquest cas, però, en els reactors aeròbics només s'hi assaja aigua de manera que no és necessari utilitzar el fals fons tal i com es feia en els experiments aeròbics de la part anterior. En concret, cadascun dels reactors tracta 6 litres d'aigua residual.

Abans d'iniciar aquests assajos es van mirar els sòlids volàtils en suspensió (SSV) presents tant a l'aigua com a la grava. Els resultats mostraven com l'aigua tenia una elevada quantitat de SSV en comparació amb la grava que en presentava molt pocs.

D'altra banda, en la part anterior ja s'ha explicat en repetides ocasions com els processos predominants al llarg del primer quart d'aiguamoll són els processos físics de sedimentació i filtració. Aquest fet fa que la major part de la matèria orgànica que està en aquella zona sigui matèria orgànica en suspensió. En aquest cas, com que la zona d'estudi s'ubica al principi del llit i el problema a tractar és l'aparició de la colmatació com a resultat de l'excés de matèria orgànica retinguda a la grava, gairebé la totalitat de matèria orgànica present és matèria en suspensió.

En aquests assajos interessa que la difusió d'aire sigui el més homogènia possible per tal que arribi a tota la mostra d'aigua. En aquest cas, aquesta difusió d'aire suposa un flux turbulent que manté la matèria en suspensió en constant moviment evitant així que es produeixi la seva sedimentació al fons del reactor.

Tractant-se de matèria en suspensió, si l'aigua s'assagés juntament amb grava, aquesta dificultaria que la matèria orgànica en suspensió es mantingués en constant moviment, ja que si quedés atrapada entre dos grava, no podria tornar a posar-se en moviment. Així doncs, la reducció de matèria orgànica que s'observés a través de la DQO no seria com a conseqüència d'una degradació real de la matèria orgànica sinó com a conseqüència d'una filtració i sedimentació de la MES en la grava. Si això succeís, no seria possible determinar les característiques de l'aigua, ja que no es podrien avaluar les propietats de la matèria orgànica que conté.

A continuació es presenta una fotografia on s'aprecien els dos reactors aeròbics omplerts amb l'aigua mostrejada a les EDARs de Lleida:



Fig. 3.11 Reactors aeròbics amb l'aigua mostrejada de les EDARs d'Alfés (reactor de la dreta) i Verdú (reactor de l'esquerra)

3.3 MOSTREIG DELS REACTORS

3.3.1 REACTORS ANAERÒBICS

Els assajos per via anaeròbica es van realitzar a partir de 4 reactors, dos amb mostres de Verdú i dos amb mostres d'Alfés. Dels dos reactors corresponents a una mateixa planta, un s'assajava a 5°C i l'altre a 20°C. Així doncs, els reactors construïts són els següents:

- Reactor 1: mostra de grava i aigua de Verdú a 5°C
- Reactor 2: mostra de grava i aigua de Verdú a 20°C
- Reactor 3: mostra de grava i aigua d'Alfés a 5°C
- Reactor 4: mostra de grava i aigua d'Alfés a 20°C

Tal i com s'ha explicat anteriorment, la realització dels assajos per via anaeròbica segons dues temperatures diferents, respon a la intenció de veure les diferències en l'evolució de la degradació de la matèria orgànica quan aquesta es realitza a una temperatura similar a l'existent als aiguamolls i quan es realitza a una temperatura que afavoreix l'activitat microbiana.

En aquest cas i a diferència de la part anterior, s'ha preferit treballar a dues temperatures diferents que construir un reactor amb aigua residual i un de blanc, perquè els assajos preliminars mostraven que la grava presentava quantitats molt petites de matèria orgànica adherida al seu voltant i per tant no s'esperava que la degradació d'aquesta matèria orgànica influencés de forma significativa la producció de metà deguda a l'aigua.

El procediment seguit a l'hora de mostrejar aquests reactors és igual al seguit en els assajos anaeròbics de la planta pilot de les Franqueses del Vallès. És a dir, s'extreien mostres de gas cada dia amb una xeringa tipus Hamilton d'1ml de capacitat i es punxaven al cromatògraf del laboratori de la Secció d'Enginyeria Sanitària i Ambiental.

La metodologia seguida per trobar els mols de metà que corresponen a les àrees de pic mesurades és la mateixa que s'ha descrit en l'apartat 3.3.1 de la part 1 de la present tesina.

Una vegada acabats els assajos anaeròbics realitzats amb els quatre reactors, se'ls analitza tant la DQO restant en l'aigua com els SSV presents tant en la grava com en l'aigua.

3.3.2 REACTORS AERÒBICS

Els assajos aeròbics es componen de dos reactors cadascun dels quals està omplert amb aigua procedent d'una de les plantes d'estudi i tots dos reactors operen a 20°C. Així doncs, els reactors assajats són els següents:

- Reactor 1: aigua residual d'Alfes a 20°C aproximadament
- Reactor 2: aigua residual de Verdú a 20°C aproximadament

Tal i com s'ha dit anteriorment, a cada reactor s'hi han introduït 6 litres d'aigua residual dels quals se n'extreuen dues mostres diàries de 20 ml, una pel matí i l'altra per la tarda. El motiu pel qual el procediment en el mostreig no és tan freqüent com el de les campanyes de les Franqueses del Vallès, es deu a les DQO's inicials de l'aigua mostrejada. Així doncs, mentre les DQO de l'efluent de les Franqueses estava al voltant dels 60 mg O₂/l, l'aigua procedent de les EDAR, està al voltant dels 4000 mg O₂/l. Per aquest motiu, es va concloure que en cas de donar-se una reducció de DQO, aquesta no es produiria de forma tan acusada com en el cas de la planta pilot. Per aquest motiu, es va determinar que l'extracció de dues mostres diàries era suficient per a realitzar un seguiment de l'evolució de la degradació aeròbica de l'aigua mostrejada.

De totes dues extraccions es realitza la DQO total, és a dir, l'aigua no es filtrava abans de realitzar-li la DQO, ja que precisament interessava conèixer qualsevol canvi en la degradació de la matèria en suspensió inicial que portava l'aigua.

De totes formes, i degut a les elevades DQO's de l'aigua mostrejada, és necessari diluir la mostra abans de realitzar-li aquest assaig. És a dir, dels 10 ml de mostra amb els quals s'omplen cadascun del tubs de l'assaig de la DQO, només 1 ml pertany a l'aigua mostrejada a les EDARs i els altres 9 són aigua destil·lada.

A més a més de l'assaig de la DQO, es quantifiquen els SSV de cadascuna de les mostres extretes. En aquest, però, si que s'utilitzen 10 ml per a determinar la quantitat d'aquest tipus de sòlids. Aquest paràmetre suposa una mesura més de la concentració de matèria orgànica present a la mostra.

CAPÍTOL 4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1 RESULTATS

En aquest apartat es presentaran els resultats obtinguts en la campanya de mostreig realitzada a les EDARs d'Alfés i Verdú situades a Lleida. La informació obtinguda dels diferents assajos portats a terme es mostraran d'acord amb l'ordre següent:

- **Caracterització** inicial de **l'aigua** recollida en els punts de mostreig als aiguamolls d'estudi:
 - EDAR d'Alfés
 - EDAR de Verdú
- **Resultats dels assajos anaeròbics:**
 - Producció de metà: EDAR d'Alfés
 - Producció de metà: EDAR de Verdú
- **Resultats dels assajos aeròbics:**
 - DQO
 - SSV

La durada de cadascun dels assajos realitzats s'especifica en les taules següents:

Taula 4.1 Durades dels assajos aeròbics i anaeròbics per les mostres de les EDARs de Verdú i Alfés

EDAR de Verdú			
Període d'assajos		Durada assajos anaeròbics	Durada assajos aeròbics
Data d'inici assajos anaeròbics	2/02/06		
Data d'inici assajos aeròbics	4/02/06		
		25 dies	19 dies
Data final assajos anaeròbics	27/02/06		
Data final assajos aeròbics	23/02/06		

EDAR d'Alfés			
	Període d'assajos	Durada assajos anaeròbics	Durada assajos aeròbics
Data d'inici	2/02/06		
Data final assajos anaeròbics	27/02/06	25 dies	21 dies
Data final assajos aeròbics	23/02/06		

4.1.1 CARACTERITZACIÓ INICIAL DE L'AIGUA RECOLLIDA EN ELS PUNTS DE MOSTREIG

A continuació es presenten dues gràfiques amb les dades inicials de DQO i SSV (sòlids volàtils en suspensió) per les mostres recollides en cadascuna de les EDARs d'estudi:

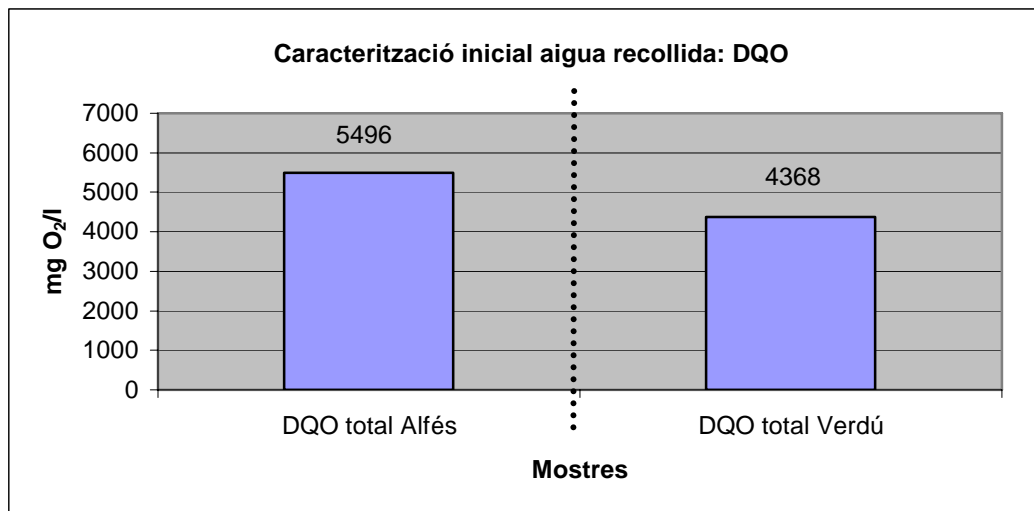


Fig. 4.1 Resultats inicials de DQO per les mostres recollides en les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament

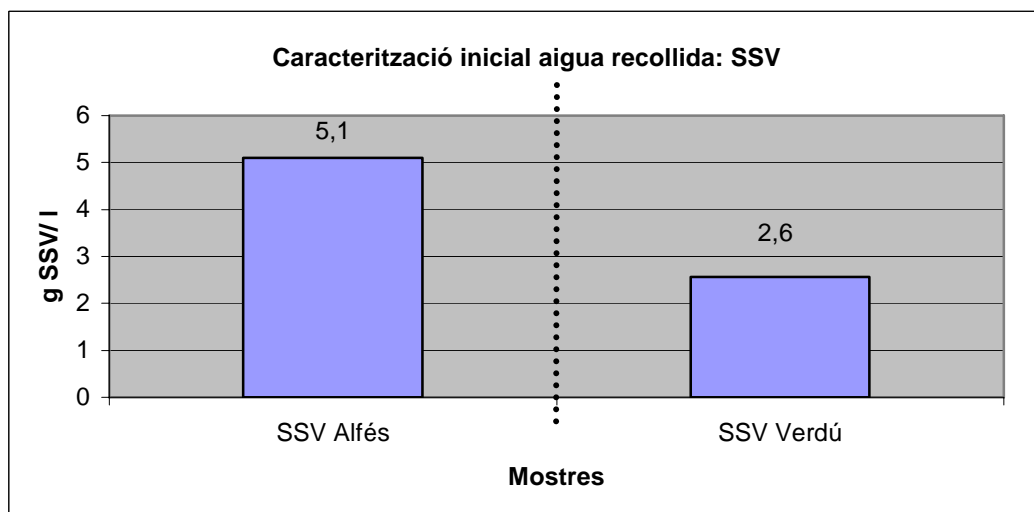


Fig. 4.2 Resultats inicials de SSV per les mostres recollides en les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament

Els paràmetres de la DQO i els SSV proporcionen una informació similar, és a dir, tots dos fan referència a la quantitat de matèria orgànica present en l'aigua assajada, tot i que en unitats diferents. Així doncs, la DQO mostra els mg d'oxigen que són necessaris per oxidar la quantitat de matèria orgànica present en un litre d'aigua, mentre que els SSV són tots aquells sòlids presents en la mostra assajada que corresponen a matèria orgànica i que es cremen als 550°C als quals es realitza l'assaig. Així doncs, les unitats segons les quals s'expressa aquest paràmetre són grams de SSV per litre d'aigua residual.

D'acord amb les dades de les figures anteriors (fig. 4.1 i 4.2), es pot veure com l'aigua de l'EDAR d'Alfés té un contingut de matèria orgànica força major que la de Verdú. No obstant, aquesta informació no implica que tota la matèria orgànica sigui de caràcter biodegradable. Aquest aspecte serà determinat a través dels assajos de respiració aeròbica i anaeròbica.

A partir de l'assaig de SSV es pot extreure la relació entre els sòlids totals presents a la mostra i els orgànics, és a dir, els volàtils. Així doncs, a partir dels assajos de sòlids s'ha pogut veure com el 43% dels sòlids totals presents en l'aigua de l'EDAR de Verdú són de caràcter orgànic, mentre que en el cas d'Alfés, només el 18% dels sòlids totals corresponen a sòlids volàtils.

Com a conclusió inicial d'aquestes dades se'n desprèn que la quantitat de sòlids inorgànics presents en l'aigua de totes dues plantes en relació als sòlids totals juga un paper rellevant (especialment en el cas d'Alfés on els inorgànics són força superiors als orgànics), la qual cosa deixa entreveure que aquesta aigua pot estar carregada amb fins (sorres, fangs, material procedent de l'erosió del medi granular, etc), matèria orgànica mineralitzada com a conseqüència del pas del temps i retinguda entre la grava, etc.

4.1.2 RESULTATS ASSAJOS ANAERÒBICS

4.1.2.1 Producció de metà: EDAR d'Alfés

Tot seguit es presenten les concentracions de metà obtingudes a partir dels assajos anaeròbics realitzats a 20 i a 5°C de temperatura amb l'aigua procedent de l'EDAR d'Alfés.

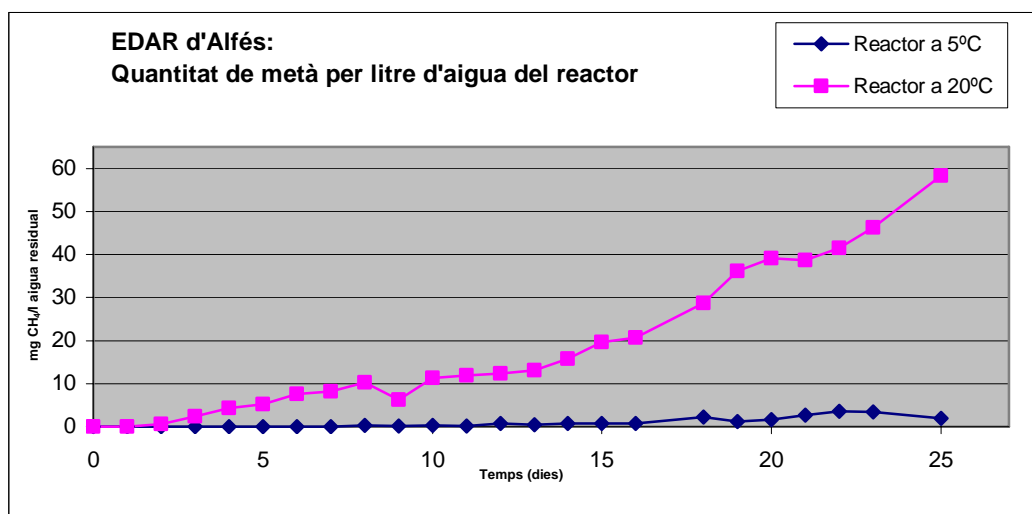


Fig. 4.3 Producció de metà a 5 i 20°C de temperatura resultat dels assajos anaeròbics realitzats amb les mostres de l'EDAR d'Alfés

Tot seguit es presentaran les produccions de metà obtingudes en l'EDAR de Verdú i a continuació es comentaran totes dues gràfiques alhora, ja que tenen comportaments similars.

4.1.2.2 Producció de metà: EDAR de Verdú

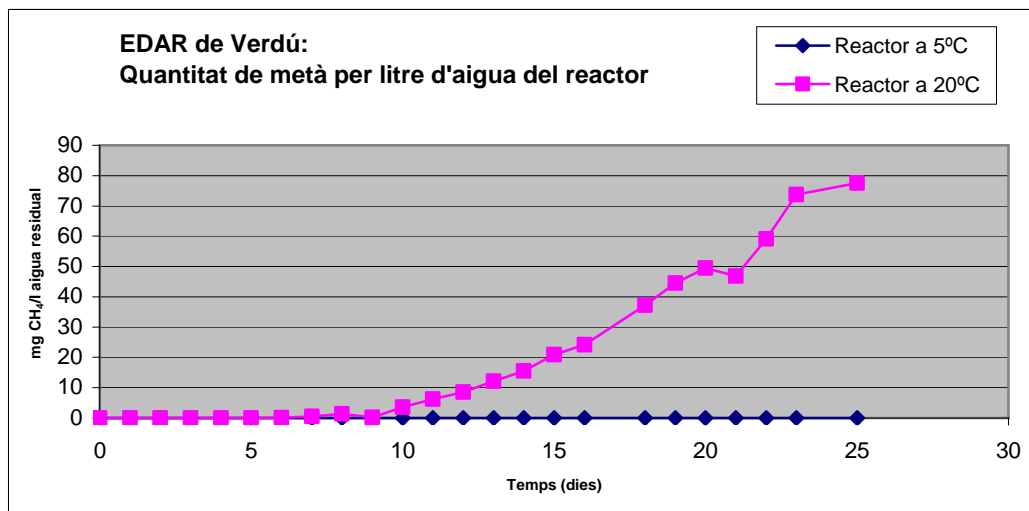


Fig. 4.4 Producció de metà a 5 i 20°C de temperatura resultat dels assajos anaeròbics realitzats amb les mostres de l'EDAR de Verdú

- Estructura de les gràfiques:

En les dues gràfiques anteriors (fig. 4.3 i 4.4) s'hi poden veure representades les concentracions de metà produïdes pels reactors amb grava i aigua de les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament. La corba de color rosa correspon al reactor assajat a 20°C de temperatura i la blava al reactor que està a 5°C.

La realització dels assajos per via anaeròbica sota aquestes dues temperatures respon, per una banda, a la intenció de veure l'evolució en la degradació de matèria orgànica a una temperatura similar a la de l'aiguamoll de l'EDAR (5°C) i per l'altra banda, a una temperatura que afavoreixi l'activitat microbiana per tal de veure el grau de degradació de la matèria orgànica de l'aigua en unes condicions favorables pels microorganismes (20°C).

- Explicació de les gràfiques

Tal i com s'observa en totes dues gràfiques (figures 4.3 i 4.4) la producció de metà a 5°C és molt baixa i la degradació de matèria per metanogènesis és pràcticament inexistent. Aquest resultat és esperable en base a estudis anteriors on es veu com la temperatura influeix molt en l'activitat dels microorganismes i per tant en la seva capacitat d'eliminació de nutrients de l'aigua (Porta A., 2004).

Les produccions de metà dels reactors a 20°C, tot i ser molt superiors a les dels de 5°C, no són molt elevades tenint en compte que es tracta d'aigua i grava recollides al principi de l'aiguamoll en una zona colmatada amb una quantitat elevada de matèria orgànica d'acord amb la DQO inicial de l'aigua.

La referència a partir de la qual es conclou que les produccions de metà obtingudes no són molt altes es troba en la part 1 de la present tesina on s'ha aplicat la mateixa metodologia d'assaig per una aigua efluent (és a dir, d'una qualitat molt millor i amb una DQO de només 60 mg O₂/l) i una grava del centre de l'aiguamoll (on no hi ha tanta matèria orgànica retinguda com al principi del llit de canyes). Amb aquests anteriors reactors es van obtenir produccions finals de metà d'entre aproximadament 25 i 45 mg/l, quantitat que no s'allunyen gaire dels valors obtinguts d'entre 50 i 70 mg/l a Alfés i Verdú respectivament.

És per això, que en base als resultats obtinguts anaeròbicament i a les referències amb altres assajos on s'ha aplicat la mateixa metodologia, tot sembla indicar que l'índex de biodegradabilitat de la matèria orgànica retinguda al principi de l'aiguamoll d'aquestes EDARs és baix.

El fet que a Verdú s'arribi a una producció final de metà de 70 i a Alfés sigui de 50 mg/l es pot entendre a partir del percentatge de sòlids orgànics respecte els totals trobats en les mostres inicials d'aigua analitzades per a cadascuna de les EDARs. Així doncs, el fet que al voltant del 50% dels sòlids totals presents a Verdú siguin orgànics, fa esperar una major producció de metà que en el cas d'Alfés on només ho són el 20%. És important que totes aquestes suposicions inicials es fan considerant que la gran majoria dels sòlids orgànics trobats i que són responsables de la DQO obtinguda, seran biodegradables. A través dels resultats dels assajos anaeròbics, s'ha pogut corroborar que la major quantitat de sòlids orgànics a Verdú dona majors concentracions de metà, però tot i així s'ha vist que la matèria orgànica present no és gaire biodegradable, ja que les concentracions finals de metà obtingudes no són gaire superiors a les produïdes pels reactors amb aigua efluent i grava del centre assajats en les campanyes de la planta pilot de les Franqueses del Vallès (part 1 de la present tesina).

A partir de les figures 4.3 i 4.4 és possible obtenir la velocitat de producció del gas metà a través de la regressió lineal de les dades obtingudes amb els reactors a 20°C. Per tal d'obtenir aquesta recta, no s'han tingut en compte els primers 3 i 10 dies d'assaig en les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament. Això respon al fet que en aquest període inicial és quan les dades segueixen un comportament menys lineal i el fet de considerar-les en la regressió portaria a obtenir una recta el pendent de la qual s'ajustaria poc a la velocitat de producció existent durant la major part de l'assaig.

A continuació es presenten les gràfiques on es poden veure les velocitats de producció de metà en totes dues EDARs. Per tal de poder comparar en l'apartat de discussió els resultats obtinguts en aquesta segona part de la tesina amb els de la primera, l'eix d'ordenades s'ha expressat en $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1}$ aigua del reactor.

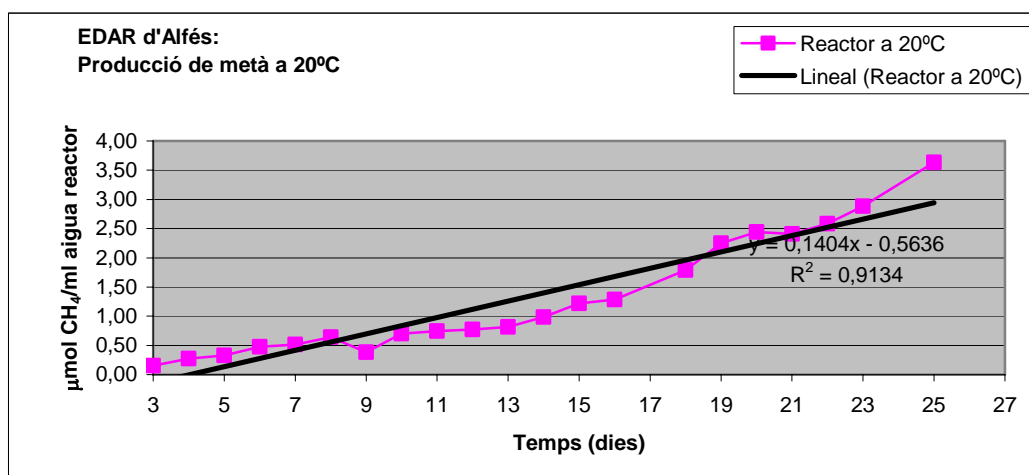


Fig. 4.5 Velocitat de producció de metà deguda a la degradació de la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR d'Alfés expressada en $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1} \text{ d}^{-1}$

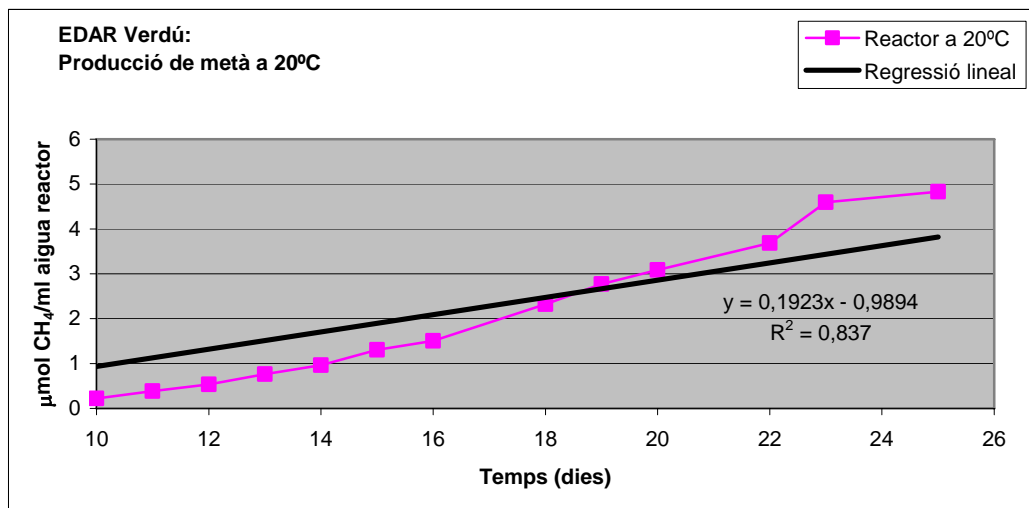


Fig. 4.6 Velocitat de producció de metà deguda a la degradació de la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR de Verdú expressada en $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1} \text{ d}^{-1}$

En les figures 4.5 i 4.6 es pot veure com la velocitat de producció de metà en les EDARs d'Alfés i Verdú és de 0,13 i 0,19 $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1} \text{ d}^{-1}$, valor que no dista gaire de la producció obtinguda en la primera i segona campanya realitzades a la planta pilot de les Franqueses del Vallès (0,1 i 0,54 $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Si es té en compte que la DQO inicial de l'aigua assajada en les Franqueses correspon al 0,1 i 1,2% de l'assajada en les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament, es pot veure com el fet que les velocitats de producció de metà dels reactors de Lleida siguin tan semblants a les de les Franqueses, vol dir que la matèria orgànica present en l'aigua de les EDARs es pot considerar no biodegradable.

Una altra manera d'expressar la velocitat de producció és relacionant els mg de metà amb els grams de SSV obtinguts en la caracterització inicial. Aquestes gràfiques, juntament amb les corresponents rectes de regressió el pendent de les quals mostra la velocitat de producció, es presenten a continuació:

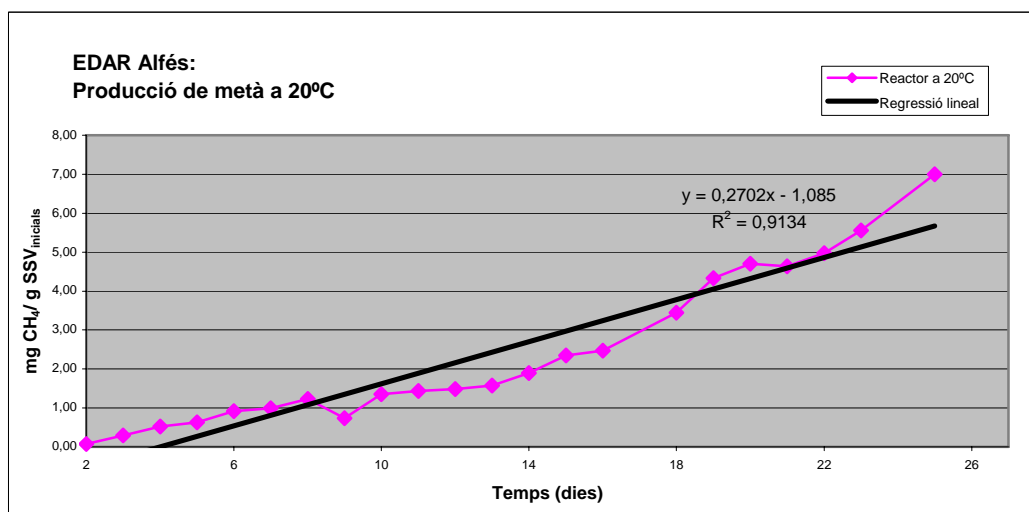


Fig. 4.7 Velocitat de producció de metà deguda a la degradació de la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR d'Alfés expressades en $\text{mg CH}_4 \text{ g SSV}^{-1} \text{ d}^{-1}$

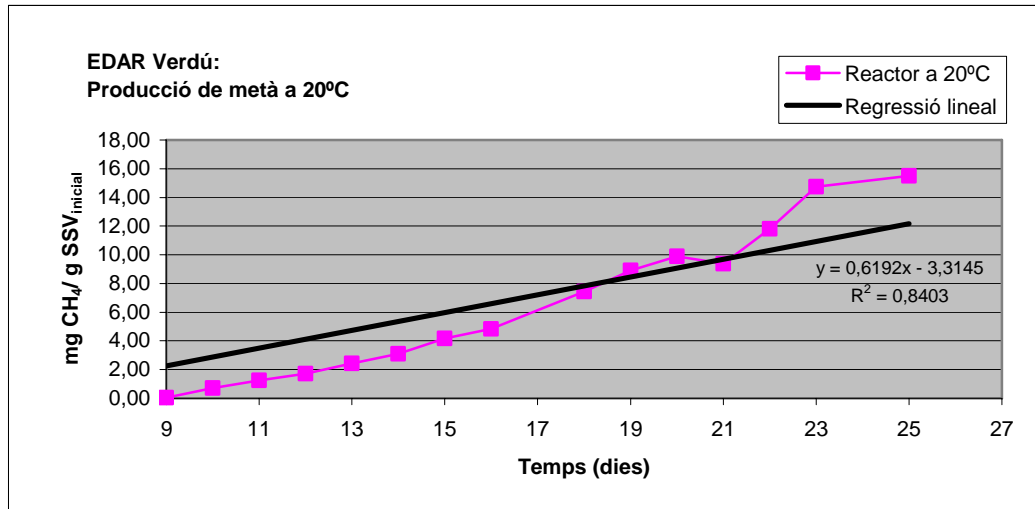


Fig. 4.8 Velocitat de producció de metà deguda a la degradació de la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR de Verdú expressades en $\text{mg CH}_4/\text{g SSV}^{-1} \text{d}^{-1}$

D'acord amb les figures 4.7 i 4.8 les velocitats de producció de metà expressades en $\text{mg CH}_4/\text{g SSV}^{-1} \text{d}^{-1}$ són de 0,3 i 0,6 per Alfés i Verdú respectivament. Amb aquests valors es pot veure de forma més clara com la producció de metà és superior a Verdú perquè també la presència de sòlids orgànics en relació als totals és major (el 40% dels sòlids totals són orgànics a Verdú, mentre que a Alfés només el 20%).

- **Comparació de l'activitat metanogènica mesurada amb la d'altres fangs**

A partir d'un estudi realitzat per Jim Field (1988) es disposa de l'activitat metanogènica d'altres tipus de fangs expressada en $\text{g DQO}_{\text{CH}_4}/\text{g SSV} \cdot \text{d}$. Alguns dels que apareixen en l'article es presenten a la taula següent:

Taula 4.2 Activitat metanogènica específica aproximada de fangs anaeròbics de diverses fonts (Field et al., 1988)

Font o tipus de fang	Activitat metanogènica específica $\text{g DQO}_{\text{CH}_4}/\text{g SSV} \cdot \text{d}$
Fang domèstic digerit	0,020 a 0,200
Fem digerit	0,020 a 0,080
Fossa sèptica	0,010 a 0,070
Llacunes aeròbiques	0,030
Fem fresc	0,001 a 0,020
Fang de riu	0,002 a 0,005

El mateix autor de l'article presenta un factor de conversió per passar de ml de CH_4 a $\text{g DQO}_{\text{CH}_4}$ en funció de la temperatura. D'acord amb aquests factors, a una temperatura de 20°C (temperatura d'assaig) 376 mg de CH_4 corresponen a 1 g de DQO_{CH_4} .

Així doncs, tenint en compte que a partir de les àrees mesurades en el cromatògraf s'han obtingut els mols de metà presents en el volum de capçalera dels reactors, ha estat necessari convertir aquests mols a ml (a través de l'equació: $PV = nRT$). Una vegada convertides les dades, s'han obtingut les gràfiques que es presentaran a continuació (tant per l'EDAR de Verdú com per la d'Alfés) i se'ls ha fet la regressió lineal.

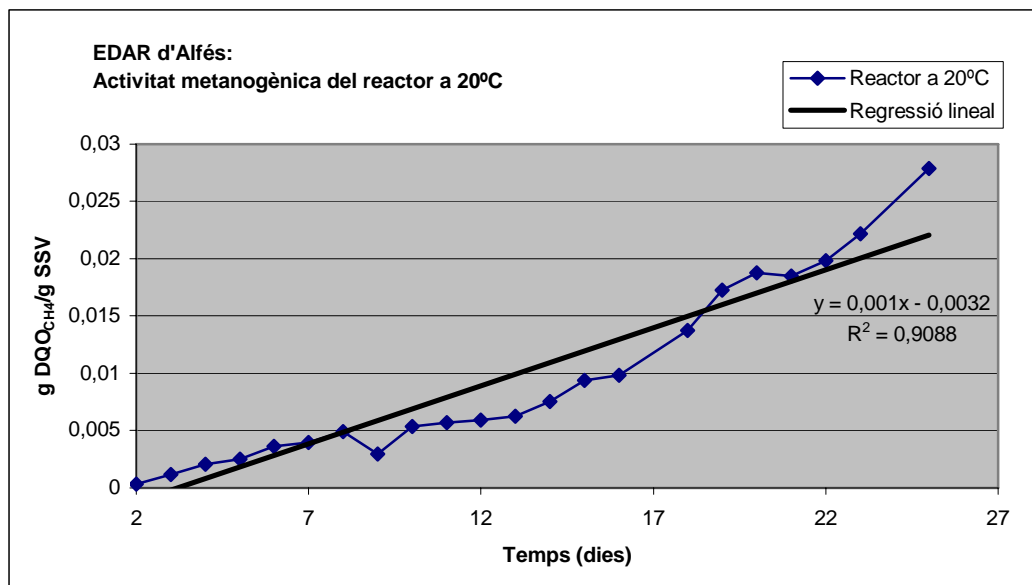


Fig. 4.9 Activitat metanogènica del reactor assajat a 20°C amb les mostres d'aigua i grava extretes de l'EDAR d'Alfés

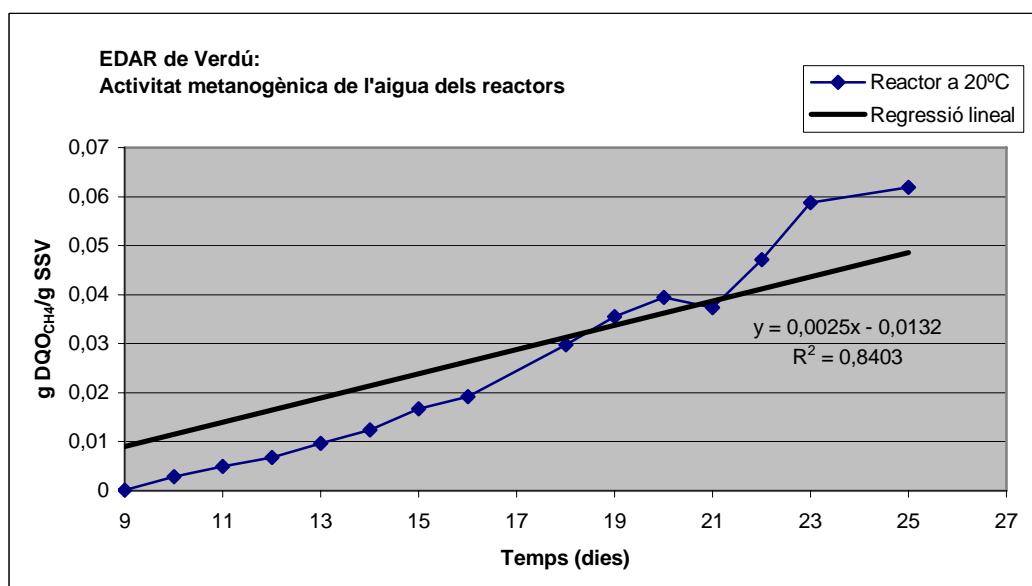


Fig. 4.10 Activitat metanogènica del reactor assajat a 20°C amb les mostres d'aigua i grava extretes de l'EDAR de Verdú

D'acord amb les figures 4.9 i 4.10 les velocitats de producció de metà són de 0,001 g DQO_{CH4}/g SSV·d en l'EDAR d'Alfés i de 0,0025 g DQO_{CH4}/g SSV·d en la de Verdú.

Si es comparen aquestes velocitats amb les presentades a la taula 4.2 es pot veure com les activitats obtingudes corresponen a les del fem fresc o un fang de riu. Tots dos tipus de fangs són, en la seva majoria no biodegradables, de manera que a partir dels resultats obtinguts es pot veure com les mostres d'Alfés i Verdú assajades presenten característiques similars i per tant la matèria orgànica continguda en elles no és biodegradable.

El fet que l'activitat metanogènica de la mostra de Verdú sigui superior a la d'Alfés, posa novament de manifest que dels sòlids orgànics presents en totes dues mostres, el percentatge corresponent als de naturalesa biodegradable és superior en l'EDAR de Verdú que en la d'Alfés.

4.1.3 RESULTATS ASSAJOS AERÒBICS

A continuació, es presentaran els resultats de DQO i SSV obtinguts a partir de les mostres extretes dels reactors aeròbics.

- DQO

La DQO realitzada a les mostres d'aigua era total, ja que en aquest cas interessa veure la naturalesa de la matèria orgànica present en l'aigua i que és la responsable de la colmatació de la zona d'entrada de l'aiguamoll.

Els resultats de DQO obtinguts per Alfés i Verdú s'adjunten en aquest ordre a continuació:

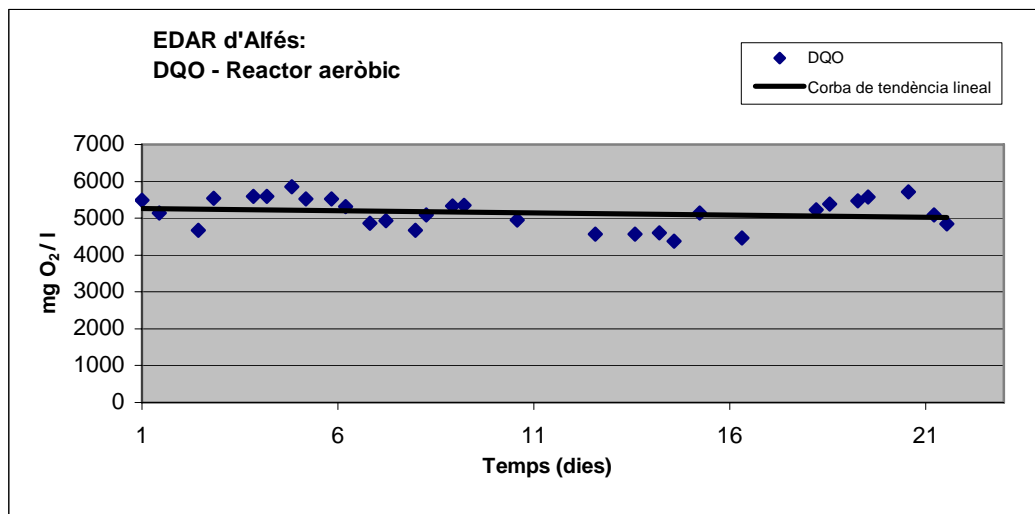


Fig. 4.11 Degradació aeròbica de la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR d'Alfés

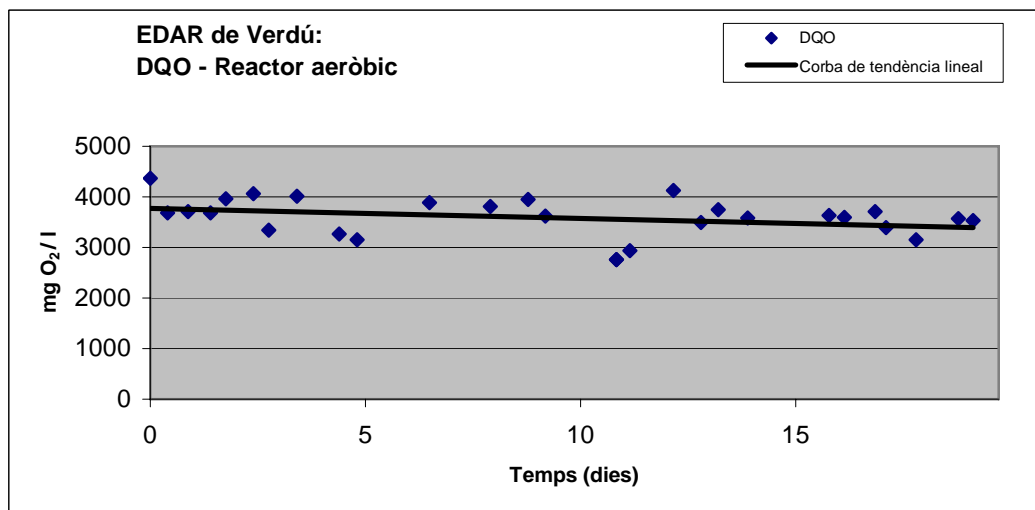


Fig. 4.12 Degradació aeròbica de la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR de Verdú

Abans de comentar els resultats mostrats en les figures anteriors, és important fer esmena que no s'han tingut en compte totes aquelles mesures que presentaven un resultat anormal en comparació a la resta de valors. És a dir, si una de les mostres

presenta un valor de DQO molt baix o molt alt respecte la immediatament anterior i posterior, aquesta mesura no ha estat considerada a l'hora de fer les gràfiques anteriors.

Tanmateix, el motiu pel qual s'ha emprat una corba de tendència de tipus lineal enlloc de qualsevol altra funció amb un coeficient de regressió major es deu al fet que la finalitat d'aquest assaig no és trobar aquella funció que millor s'ajusta a tots i cadascun dels valors obtinguts, sinó la que millor explica la tendència general pel què fa a l'evolució de la DQO al llarg de l'assaig. A més a més, no tindria sentit buscar aquella corba de tendència que millor s'aproximés a cadascun dels punts, ja que aquests són resultat d'un experiment i per tant estan subjectes a error. Com que a priori no hi hauria una justificació específica per la utilització d'una funció en concret s'ha utilitzat el polinomi més senzill, la recta.

A través de les corbes de tendència representades a les gràfiques anteriors (figures 4.9 i 4.10), es pot veure com, en tots dos casos, l'evolució de la DQO al llarg del temps que dura l'assaig és aproximadament constant. Així doncs, el valor al voltant del qual oscil·la la DQO és d'uns 5200 mg O₂/l en el cas d'Alfés i d'uns 3600 mg O₂/l per Verdú.

L'elevada dispersió dels resultats obtinguts respecte el valor promig de la corba de tendència, es deu a la dificultat d'extreure una mostra representativa. És a dir, la matèria en suspensió present a l'aigua mostrejada i que és la responsable de la colmatació de la zona inicial de l'aiguamoll, es manté barrejada en el flux turbulent que hi ha a l'interior del reactor fruit de l'aireació. Tot i que estigui en suspensió, no està uniformement distribuïda en el fluid, la qual cosa pot fer que en el moment de la mostra entrin més partícules a la pipeta de les que ho han fet en l'extracció anterior.

Aquest fet suposa una interferència dels resultats aconseguits, però aquesta interferència és major conforme menor és el volum de mostra que s'assaja. És a dir, en el cas de la DQO, dels 20 ml que s'extreuen, només 1ml és introduït als tubs de la DQO i dissolt fins a 10 ml. Això fa que el fet d'agafar un determinat nombre de partícules més o menys sigui significatiu i per tant, l'error relatiu comès en aquest assaig és elevat.

Tal i com es pot observar a partir dels valors de DQO obtinguts en totes dues EDARs, Alfés té un contingut de matèria orgànica superior al de Verdú, tot i que cap dels dos semblen ser biodegradables ja que no s'experimenta una davallada important d'aquest paràmetre durant el temps que dura l'assaig.

Aquesta conclusió concorda amb els resultats dels assajos anaeròbics on per comparació amb els resultats de la part 1 de la tesina ja s'intuïa que el grau de biodegradabilitat d'aquesta matèria orgànica és baix.

- SSV presents en l'aigua

De la mateixa manera que per la DQO, a continuació es mostren els resultats de SSV obtinguts a partir dels reactors aeròbics. Es presentaran, en primer lloc, les dades d'Alfés seguides de les de Verdú:

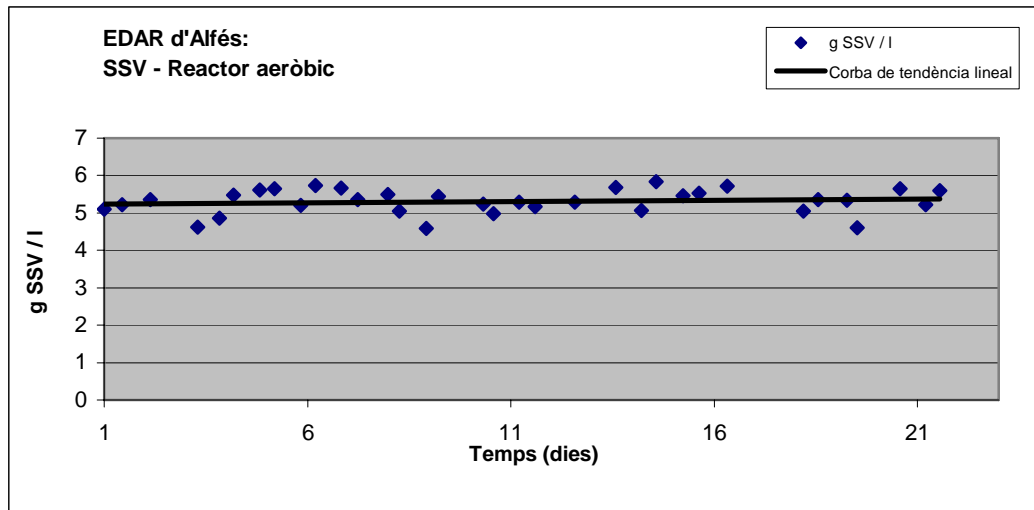


Fig. 4.13 Evolució dels sòlids volàtils en suspensió presents a l'aigua de l'EDAR d'Alfés

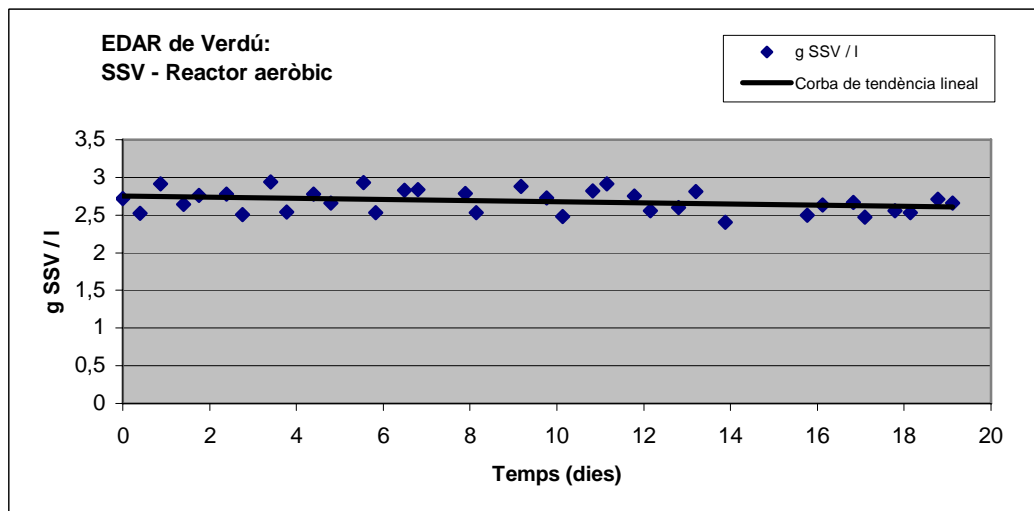


Fig. 4.14 Evolució dels sòlids volàtils en suspensió presents a l'aigua de l'EDAR de Verdú

De la mateixa manera que per la DQO i com era d'esperar d'acord amb els resultats que s'han obtingut d'aquest paràmetre, el comportament de la corba de tendència representada en totes dues gràfiques (figures 4.13 i 4.14) és aproximadament constant en el temps.

En aquest cas, però, els valors promig al voltant dels quals es troben els valors obtinguts de l'assaig de SSV, són de 5 g per litre/l d'aigua continguda en el reactor per l'EDAR d'Alfés i 2,7 g per litre d'aigua continguda en el reactor per la de Verdú. Si es tenen en compte els valors obtinguts en la caracterització inicial de l'aigua mostrejada (5,1 i 2,6 g/l aigua mostrejada en les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament), es pot veure com

les diferències són molt petites, la qual cosa indica que gairebé no s'ha produït la degradació de la matèria orgànica present en l'aigua al llarg de l'assaig.

És important tenir en compte els volums de mostra utilitzats tant per l'assaig de la DQO (1 ml de mostra diluït fins a 10 ml amb aigua destil·lada) com pel dels SSV (10 ml de mostra sense diluir assajada). És a dir, les mesures obtingudes a partir de l'assaig de SSV s'ajustaran més a l'evolució real de la degradació de la matèria orgànica perquè el fet que el volum de mostra assajat per a determinar aquest paràmetre no sigui d'1 ml sinó de 10 ml, fa que l'error absolut disminueix considerablement.

4.2 DISCUSSIÓ DE RESULTATS

D'acord amb els resultats presentats a l'apartat anterior, es pot concloure que la matèria orgànica present en l'aigua mostrejada no es considera biodegradable, la qual cosa explica el fet que es quedi retinguda en la grava a la zona d'entrada de l'aiguamoll produint la seva colmatació.

Aquesta conclusió es fonamenta en els següents aspectes:

- L'evolució de la DQO (per via aeròbica) al llarg de l'assaig segueix un pràcticament constant al llarg de tot l'assaig al voltant dels 5200 mg O₂/l en el cas d'Alfés i 3600 mg O₂/l en el cas de Verdú. Si aquests valors es comparen amb les DQO's de partida (5500 i 4400 mg O₂/l respectivament) es pot veure com la reducció experimentada és del 5,5% en el cas d'Alfés i del 18% en el cas de Verdú, és a dir, el comportament és pràcticament constant al llarg de tot l'assaig.

D'acord amb l'article sobre el tractament de l'aigua residual d'un molí d'oli d'oliva (Fakharedine N., 2005) es pot veure com l'evolució de la DQO esperada en un assaig aeròbic similar al realitzat en la present tesina, segueix un comportament logarítmic quan la matèria orgànica existent en l'aigua tractada és de característiques biodegradable. A més a més, en aquest estudi es veu com en un període de 20 dies es poden arribar a assolir percentatges de reducció de la DQO inicial de fins al 80%.

Així doncs, el fet que cap d'aquests dos aspectes s'observin en els assajos realitzats (és a dir, evolució és pràcticament constant i reducció màxima de DQO experimentada de només el 18%) posa de manifest que la matèria orgànica present en l'aigua no és biodegradable en la seva majoria.

- La reducció de SSV per via aeròbica al llarg de l'assaig és gairebé inexistent, ja que els diferents valors obtinguts oscil·len al voltant dels 5 g SSV/l en el cas d'Alfés i dels 2,7 g SSV/l en el cas de Verdú, els quals són gairebé iguals als obtinguts en la caracterització de l'aigua de partida (5,1 i 2,6 g SSV/l en l'EDAR d'Alfés i Verdú respectivament). Es considera que l'error experimental comès en aquest assaig és menor que el comès amb el de la DQO, ja que el volum de mostra analitzat en el primer és de 10 ml i d'1ml en el segon.
- Les velocitats de producció de metà obtingudes anaeròbicament són similars a les obtingudes durant les campanyes realitzades a les Franqueses del Vallès. Tenint en compte que la DQO de la mostra de les Franqueses és del 0,1% respecte la d'Alfés i 1,2% respecte la de Verdú, és d'esperar velocitats de producció força superiors en el cas en què la matèria orgànica present a l'aigua mostrejada en les EDARs fos biodegradable.

El fet que les velocitats siguin similars (0,1 i 0,05 μmol CH₄ ml⁻¹ d⁻¹ en la primera i segona campanya de les Franqueses respectivament i 0,13 i 0,19 μmol CH₄ ml⁻¹ d⁻¹ en les EDARs d'Alfés i Verdú respectivament), deixa veure que la matèria orgànica present a la zona d'entrada dels aiguamolls estudiats de les EDARs d'Alfés i Verdú (a uns 20 cm de profunditat respecte la superfície del medi granular) no és en gran part biodegradable.

A més a més, si es mira la màxima quantitat de metà mesurada amb l'aigua de les EDARs de Lleida (58 i 78 mg/l d'aigua residual continguda en els reactors de

les EDAR d'Alfés i Verdú respectivament) i es compara amb la màxima quantitat del gas metà obtinguda en les Franqueses (45 i 25 mg/l d'aigua residual continguda en el reactor en la primera i segona campanyes de les Franqueses respectivament) es pot veure com els valors no disten molt els uns dels altres. Així doncs, tenint en compte les grans diferències de DQO inicials, el fet de no obtenir quantitats força superiors de metà en els reactors de les EDARs, fa pensar que la matèria orgànica present en l'aigua és de naturalesa no biodegradable.

- Les velocitats de producció expressades en $\text{mg CH}_4 \text{ g SSV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ajuden a relacionar aquestes produccions amb els percentatges de sòlids orgànics respecte els totals de l'aigua assajada. Així doncs, s'observen velocitats de producció de metà de $0,6 \text{ mg CH}_4 \text{ g SSV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ a Verdú i de $0,3$ a Alfés, la qual cosa està en concordança amb el fet que el percentatge de sòlids totals de naturalesa orgànica sigui superior a Verdú que a Alfés (40% i 20% respectivament).

Així doncs, tal i com s'ha determinat en altres estudis referents a aquest fenomen, la matèria orgànica responsable dels elevats valors de DQO pot estar formada per productes de la descomposició anaeròbica (Blazjewski R., 1997).

En aquest mateix article del 1997 també se suposa com a possible causa de la colmatació, la presència de compostos orgànics inalterats quan les baixes temperatures retarden la descomposició. En el cas de les EDARs de Lleida i d'acord amb els resultats obtinguts dels assajos anaeròbics en totes dues temperatures i dels aeròbics a 20°C , es pot concloure que l'efecte de la temperatura no influeix de forma significativa en el grau de degradació de la matèria orgànica present en l'aigua. Aquesta afirmació es fonamenta en el fet que les produccions de metà obtingudes són del mateix ordre de magnitud que les mesurades amb l'aigua efluent de les Franqueses, (tal i com s'ha comentat anteriorment) i també en el fet que la concentració de SSV s'ha mantingut pràcticament invariable al llarg dels 20 dies d'assajos aeròbics. D'acord amb això, es pot veure doncs, com la temperatura, en aquest cas, no és un factor important, ja que la matèria orgànica existent no és en la seva major part biodegradable.

La gran quantitat de matèria orgànica present a l'aigua de caràcter recalitrant (no biodegradable) pot tractar-se de fraccions de lignocel·lulosa provinent de l'aigua residual afluent i dels residus de la vegetació amb la qual s'ha plantat el llit (Nguyen L., 2001).

Donat que les mostres d'aigua i grava extretes procedien de la zona d'entrada de l'aiguamoll on hi arriba l'aigua residual afluent, sembla estrany el fet que hi hagi una tan baixa presència de matèria orgànica biodegradable fruit dels residus domèstics. Això es pot explicar amb els fets observats durant el mostreig de camp. És a dir, degut a que les capes més profundes d'aquest aiguamoll presentaven una grava de color negre (producte de la matèria orgànica retinguda allà) i l'aigua tenia un color molt fosc, es va pensar que era necessari conèixer les característiques d'aquella matèria orgànica. Aquest fet va fer que es mostregés a una profunditat d'uns 20 cm tant la grava com l'aigua.

Un estudi sobre el fenomen de la colmatació afirma que el carboni total, les fraccions de matèria orgànica, el grau de respiració bacteriana i la biomassa present en els sòlids acumulats decreix significativament amb la profunditat i amb la distància respecte la zona d'entrada de l'afluent. Aquest decreixement s'atribueix a un major flux de matèria orgànica procedent dels residus de les plantes i de l'afluent en els 10 cm més superficial de l'aiguamoll (Nguyen L., 2000). Això explicaria el motiu pel qual la

matèria orgànica present a 20 cm de profunditat no és biodegradable. D'acord amb aquesta informació, seria d'esperar doncs, que la gran majoria de la matèria orgànica present a l'aigua i de característiques biodegradables fluís per la zona més superficial i per això no hagués estat mostrejada amb l'aigua i grava extretes de les EDARs. Caldria doncs, mostrejar aigua i grava pertanyent a aquesta regió més superficial i veure que la quantitat de matèria orgànica biodegradable és força superior.

A través de la relació entre sòlids orgànics i inorgànics presents a l'aigua que s'ha obtingut en la caracterització inicial, es pot veure com un percentatge molt important dels sòlids totals, sobretot en l'EDAR d'Alfés, es deuen a sòlids de naturalesa inorgànica. Això és molt probablement degut a l'acumulació de fins entre la grava, com poden ser sorres i argiles entre d'altres tal i com s'ha vist en altres estudis realitzats (Tanner C., 1995).

CAPÍTOL 5. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

5.1 CONCLUSIONS

Com a resposta a les preguntes d'investigació plantejades en el capítol d'objectius d'aquesta segona part de la tesina, a continuació es presenten les conclusions extretes:

1. A partir de la caracterització inicial s'observa que aproximadament el 20% i el 50% dels sòlids totals de l'aigua de les EDARs d'Alfés i Verdú, respectivament, són de naturalesa orgànica. Això deixa entreveure l'elevada presència de sòlids inorgànics a l'aigua com podrien ser fins (sorres, argiles, etc), els quals poden provenir de la pròpia aigua residual, de la pols atmosfèrica o de l'abració del medi granular amb el que s'ha omplert la llera entre d'altres.
2. Aquests percentatges de sòlids orgànics estan associats a unes DQO's inicials de l'aigua mostrejada d'uns 5500 i 4400 mg O₂/l a Alfés i Verdú respectivament. Es pot veure com aquests valors són molt elevats en comparació amb els 920 mg O₂/l de l'aigua afluent d'Alfés i els 200 mg O₂/l de Verdú (valors corresponents a la DQO total; obtinguts en campanyes anteriors realitzades en les EDARs d'estudi durant el 2006). Aquesta diferència de valors posa de manifest l'elevada presència de matèria orgànica en la zona de mostreig.
3. D'acord amb els assajos anaeròbics, s'ha pogut veure com a 5°C de temperatura la producció de metà és gairebé nul·la. A partir d'aquests resultats es podria concloure que això és degut a la baixa activitat cel·lular que es dona sota aquestes temperatures, no obstant, s'ha pogut veure com l'activitat metanogènica dels reactors a 20°C equival a la d'un fang de riu o un fem fresc (0,002 a 0,005 g DQO_{CH4}/g SSV·d i 0,001 a 0,020 g DQO_{CH4}/g SSV·d respectivament), ja que les velocitats de producció de metà obtingudes (expressades en aquestes unitats) corresponen a 0,001 g DQO_{CH4}/g SSV·d en l'EDAR d'Alfés i 0,0025 g DQO_{CH4}/g SSV·d en la de Verdú.

Totes dues tipologies de fangs són poc biodegradables, la qual cosa posa de relleu que la matèria orgànica present en els reactors assajats és majoritàriament poc biodegradable.

4. Un altre aspecte que recolza la conclusió anterior, és el fet que la producció màxima de metà a 20°C obtinguda amb els reactors de les Franqueses del Vallès (25-45 mg per litre d'aigua en els reactors) és similar a l'obtinguda amb els reactors de les EDARs de Lleida (58 i 78 mg per litre d'aigua continguda en els reactors d'Alfés i Verdú respectivament). Aquesta similitud de valors és rellevant tenint en compte que les mostres assajades són de característiques molt diferents, ja que l'aigua de les Franqueses és l'efluent (amb una DQO molt més baixa que la de les EDARs), la grava mostrejada a la planta pilot pertany al centre de l'aiguamoll (amb menor quantitat de matèria orgànica retinguda que la del principi de la llera mostrejada en les EDARs) i la quantitat de SSV a les Franqueses és molt inferior que a les mostres de les EDARs de Lleida.

Així doncs, d'acord amb aquestes característiques, el fet que les produccions siguin tant semblants reforça que la matèria orgànica present en els reactors de les EDARs d'Alfés i Verdú és majoritàriament no biodegradable.

5. Les mateixes similituds presentades en el punt anterior es poden veure expressades com a velocitats de producció de metà obtingudes al llarg dels assajos anaeròbics a 20°C en $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1}\text{d}^{-1}$. Aquestes són de l'ordre de 0,1 i 0,2 $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1}\text{d}^{-1}$ de l'aigua residual continguda en els reactors d'Alfés i Verdú respectivament, valors molt similars a l'obtingut en les campanyes realitzades a les Franqueses del Vallès (de l'ordre de 0,1 $\mu\text{mol CH}_4 \text{ ml}^{-1}\text{d}^{-1}$).
6. A partir de les velocitats de producció de metà en relació als sòlids volàtils presents en les aigües mostrejades, es poden comparar les diferències observades pel que fa a la degradació de la matèria orgànica de totes dues EDARs.

Així doncs, la velocitat de producció de metà a 20°C deguda a l'aigua assajada és de 0,3 $\text{mg CH}_4 \text{ g SSV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en l'EDAR d'Alfés i de 0,6 en la de Verdú.

Aquests resultats indiquen com sota les mateixes condicions (temperatura, temps d'assaig, condicions anaeròbiques, etc.) la matèria orgànica present en l'aigua de l'EDAR de Verdú es degrada més ràpidament que la de l'EDAR d'Alfés. Això es deu a que un major percentatge dels sòlids orgànics presents en l'aigua de l'EDAR de Verdú en comparació amb la d'Alfés són més biodegradables. Aquesta conclusió també es pot extreure a través del punt 3 on es veu com l'activitat metanogènica del reactor de l'EDAR de Verdú és el doble de la d'Alfés.

7. Els resultats dels assajos aeròbics a 20°C han permès observar que els valors de DQO romanen gairebé constants durant els 21 i 19 dies d'assaig per les mostres d'Alfés i Verdú respectivament. Si es té en compte que el valor que es manté aproximadament constant de DQO al llarg de tot l'assaig és de 5200 $\text{mg O}_2/\text{l}$ per Alfés i 3600 per Verdú i que la DQO inicial de l'aigua és d'un 5500 i 4400 $\text{mg O}_2/\text{l}$ respectivament, es pot veure com la reducció experimentada és del 5,5% en el primer cas i del 18% en el segon.

Així doncs, comparant el comportament constant de l'evolució de la DQO al llarg dels 20 dies d'assaig i els percentatges d'eliminació obtinguts amb la literatura (Fakharedine, 2005) es pot veure que no es correspon amb l'evolució i els percentatges de reducció d'una aigua amb matèria orgànica biodegradable.

7. La gran quantitat de matèria orgànica recalcitrant (no biodegradable) present a l'aigua pot tractar-se de fraccions de lignocel·lulosa provinents majoritàriament dels residus de la vegetació amb la qual s'ha plantat el llit de canyes.

5.2 RECOMANACIONS

Un dels principals problemes que pot presentar un aiguamoll de flux subsuperficial és l'aparició de flux d'aigua en superfície, degut a la pèrdua de conductivitat hidràulica del substrat causada per una disminució progressiva de la porositat del sòl. Per evitar la colmatació de la llera, serà necessari aplicar un determinat tractament previ. Aquest pot consistir en un pretractament, en un tractament primari o en una combinació de tots dos.

1. És molt important realitzar una caracterització dels tamanys de les partícules presents a l'aigua afluent (partícules majors de $1,2 \mu\text{m}$, menors de $1,2 \mu\text{m}$ i menors de $0,2 \mu\text{m}$), per tal de millorar el tractament primari i veure quin pretractament és el més idoni. A partir d'aquest anàlisi serà possible determinar aquell tractament primari o pretractament que millor redueixi la quantitat de matèria particulada que entra a l'aiguamoll.
3. De la mateixa manera que es recomana la caracterització per tamanys de l'afluent, seria necessari també realitzar la DQO per tamanys de partícula de l'aigua extreta en la zona colmatada (partícules majors de $1,2 \mu\text{m}$, menors de $1,2 \mu\text{m}$ i menors de $0,2 \mu\text{m}$), per tal de veure si la matèria en suspensió, principal responsable de la colmatació, representa un percentatge elevat de la DQO total.