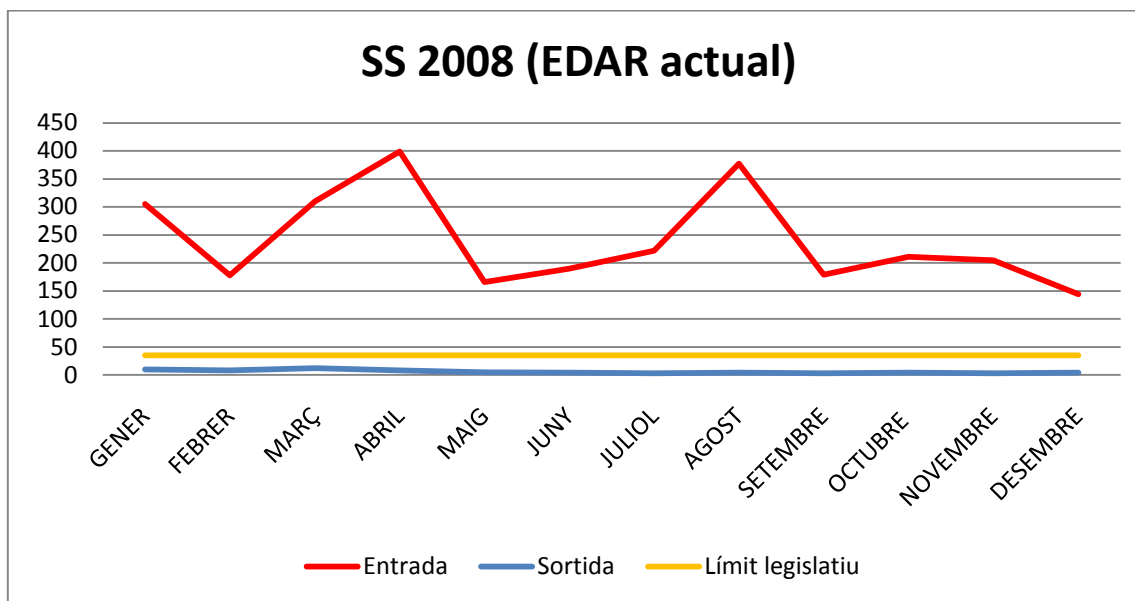


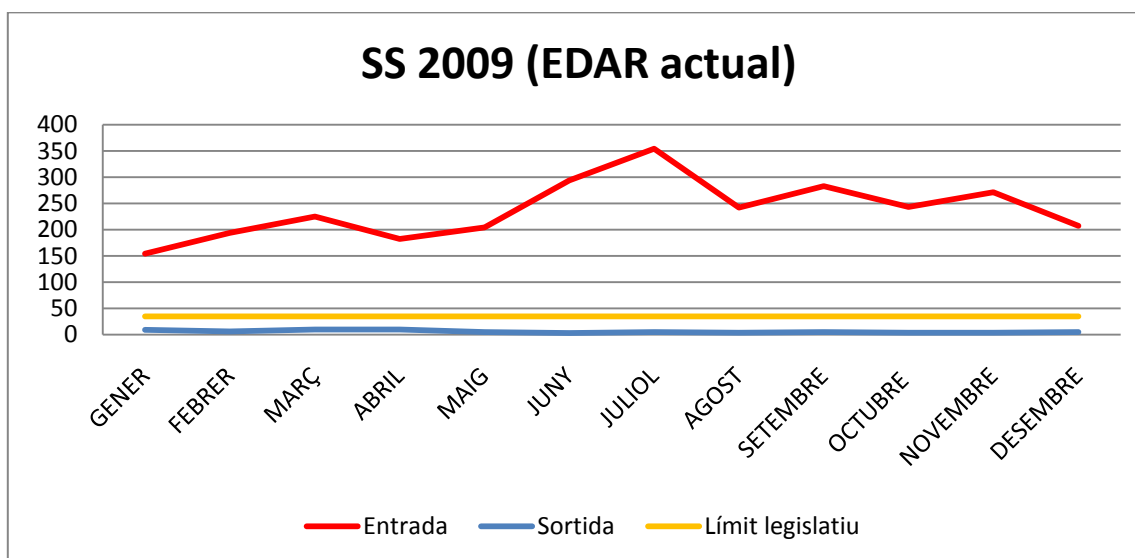
## DIAGNOSIS DE PARÀMETRES DE L'H<sub>2</sub>O

Els gràfics resultants de cada paràmetre estudiat han estat basats en les dades proporcionades per EMSSA dels anys 2008 i 2009, citades anteriorment a l'inventari. A continuació es mostren i s'avaluen tots els gràfics corresponents a cada paràmetre i any de l'EDAR actual.

### Sòlids en suspensió (SS):



Gràfic 9: Concentracions de sortida i entrada dels SS a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.



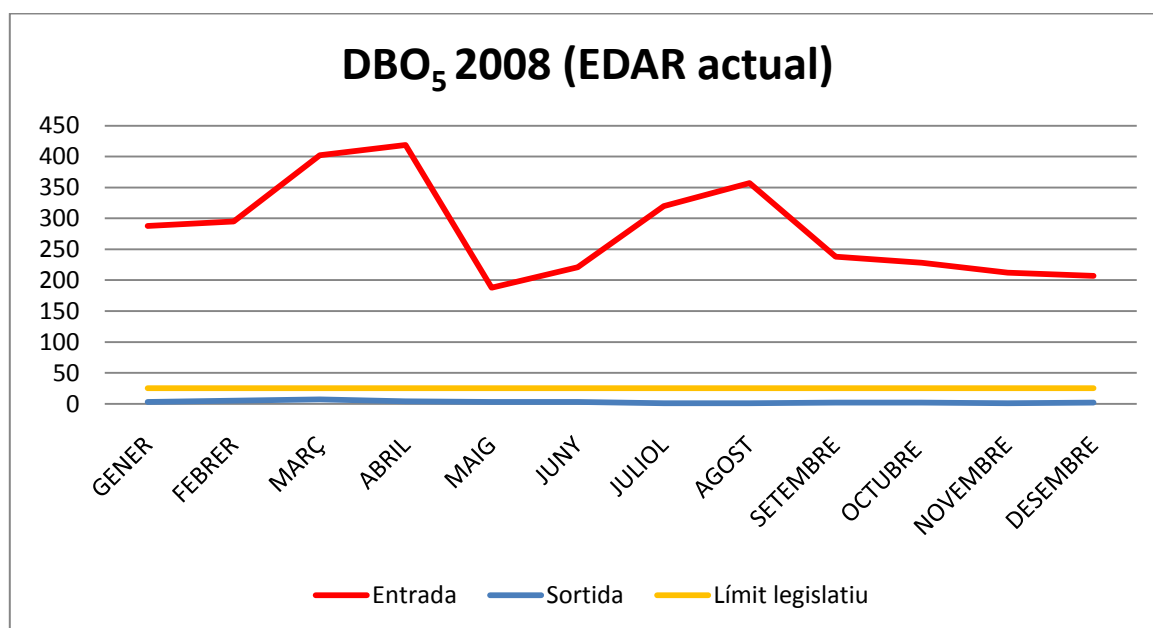
Gràfic 10: Concentracions de sortida i entrada dels SS a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

Aquests gràfics mostren una molt bona depuració dels sòlids en suspensió que conté el cabal d'entrada. Gran part d'aquests sòlids en suspensió s'eliminen en el tractament primari.

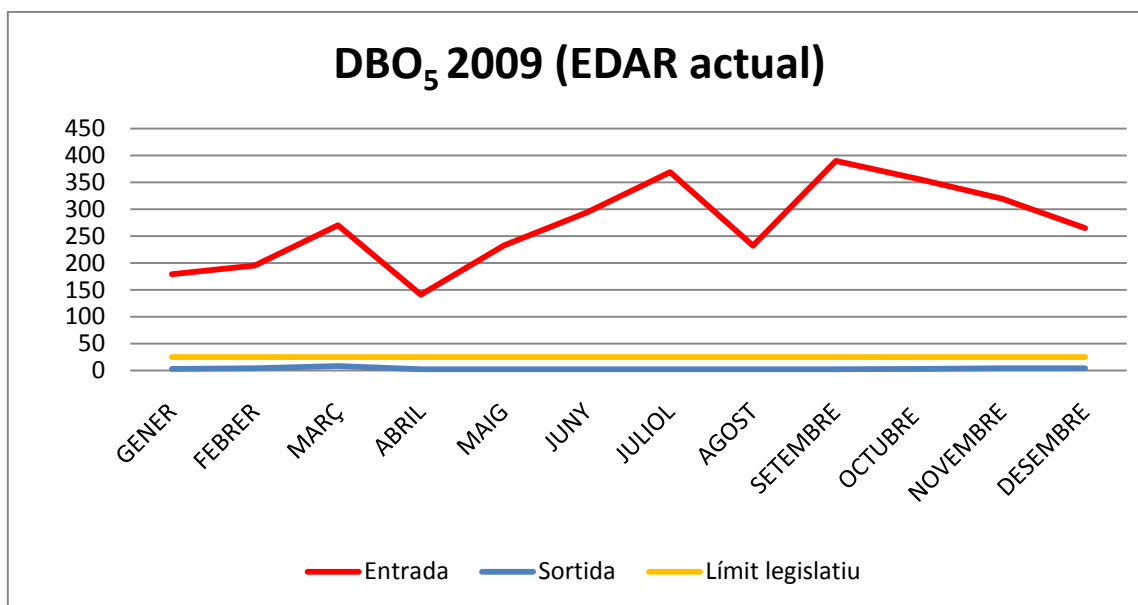
La concentració d'aquest contaminant en l'efluent de sortida és molt menor a la concentració regulada per llei. Com ja s'ha esmentat anteriorment la concentració límit permesa per legislació és de 35 mg/L i la concentració obtinguda en l'efluent final té una mitjana de l'ordre de 6 mg/L el que dona una diferència positiva de 29 mg/L.

Tot això, indica que l'EDAR actual de Begues proporciona un bon rendiment en l'eliminació de sòlids en suspensió. Calculant els rendiments de cada més del 2008 i 2009 s'observa una mitjana a l'any de 97.6 i 97.3% respectivament.

DBO<sub>5</sub>:



Gràfic 11: Concentracions de sortida i entrada de la DBO<sub>5</sub> a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

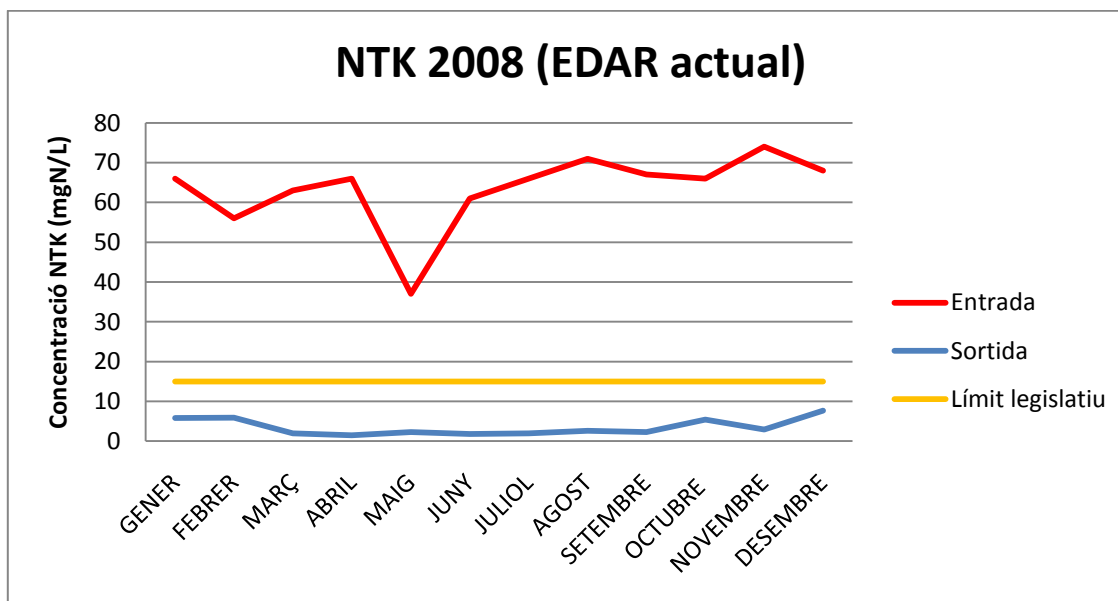


Gràfic 12: Concentracions de sortida i entrada de la DBO<sub>5</sub> a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

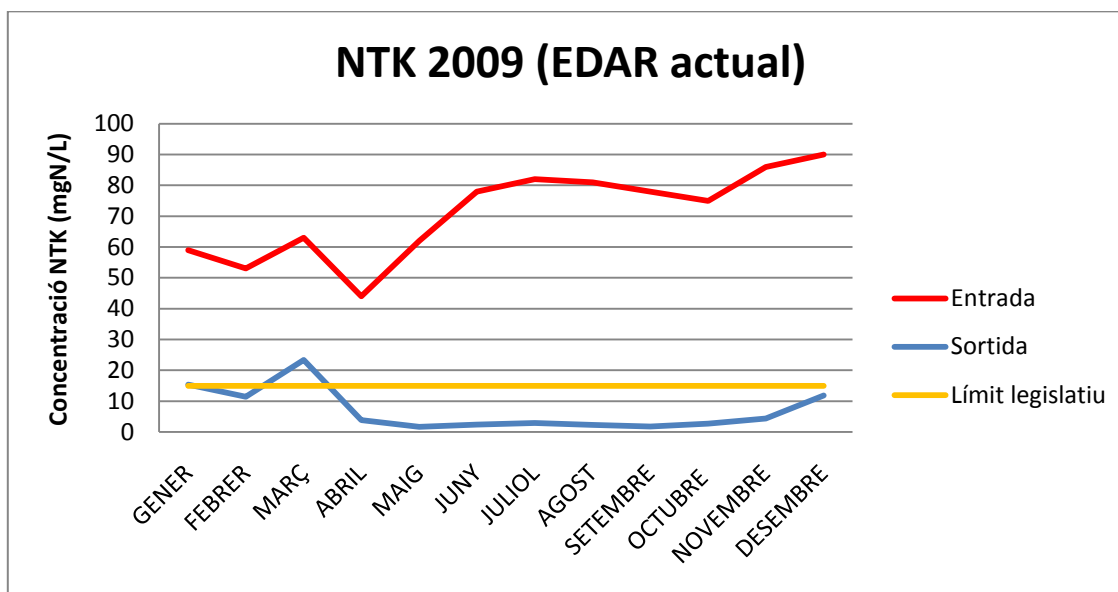
En aquest gràfic també s'observa una bona eliminació de la demanda biològica d'oxigen. Aquest paràmetre bàsicament és reduït en el reactor biològic en el que pateix processos anòxics, anaeròbics i aeròbics que afavoreixen l'eliminació de matèria orgànica i produeixen fangs biològics. Gràcies a la reducció de microorganismes que consumeixen oxigen, l'aigua tractada augmenta la seva concentració d'oxigen dissolt (OD).

Si comparem la concentració mitjana dels anys 2008 i 2009 de l'efluent de sortida amb el límit legislatiu o paràmetre de disseny trobem una diferència de 22mg/L per cada any. El rendiment mig de cada any en la reducció de la DBO<sub>5</sub> va ser de 99.0 i 98.7% respectivament, per això s'arriba als 3mg/L de mitjana en l'efluent de sortida.

Nitrogen Total Khjedhal (NTK):



Gràfic 13: Concentracions de sortida i entrada del NTK a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

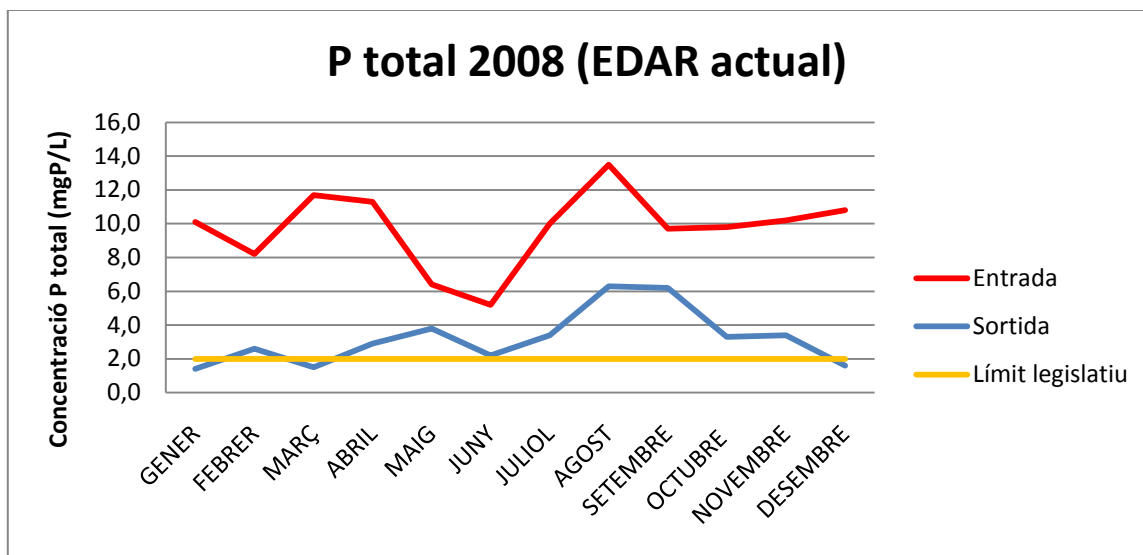


Gràfic 14: Concentracions de sortida i entrada del NTK a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

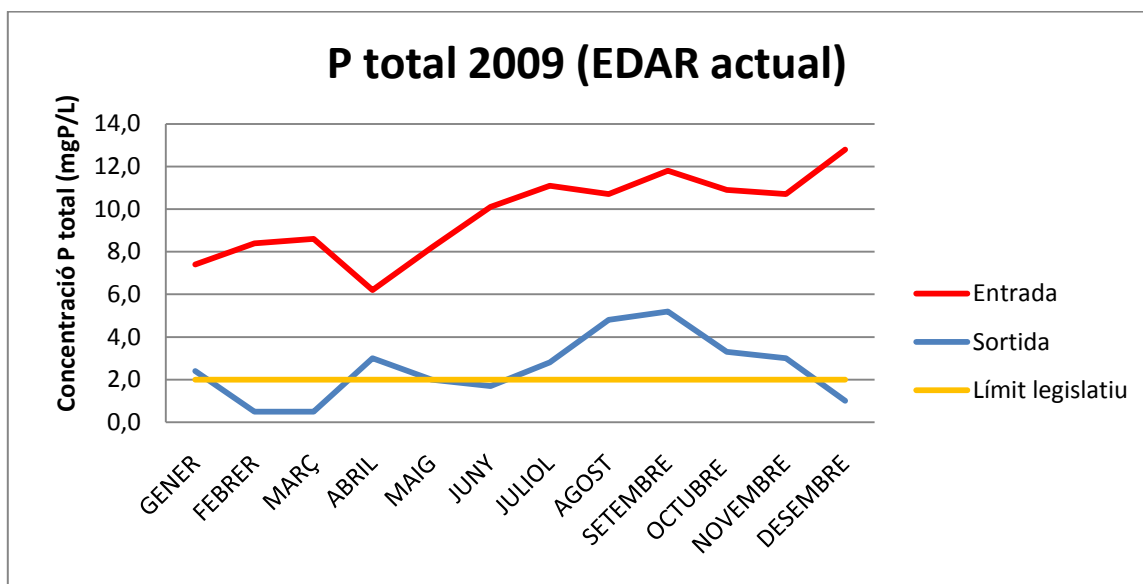
En el cas del nitrogen, l'eliminació no es tant elevada com en els dos casos anteriors. Tot i així l'efluent de sortida majoritàriament és inferior a la concentració permesa per llei. S'observa que en aquests dos anys només s'han sobrepassat els límits legislatius dues vegades, en concret al gener i al març de l'any 2009 (15.4 i 23.4 mgN/L). Aquest pics determinats però, no són significatius ja que la concentració de NTK mitjana de sortida és de 3,5 mgN/L per cada any.

La diferència mitjana entre el límit legislatiu permès i la concentració de sortida es doncs de 11.5 mg/L, el que fa referència a una bona eliminació del nitrogen present en l'H<sub>2</sub>O residual. En el cas de l'any 2008 el rendiment mitjà va ser del 94.4% i a l'any 2009 va ser del 89.2%, un 5.2% menys que l'any anterior.

#### Fòsfor Total (P total):



Gràfic 15: Concentracions de sortida i entrada del P a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.



Gràfic 16: Concentracions de sortida i entrada del P a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

La concentració de fòsfor resultant dona unes diferències significatives respecte els altres paràmetres estudiats. En els gràfics s'observa que la concentració de sortida tant a l'any 2008 com al 2009, majoritàriament supera als 2mgP/L que estaven prevists en les dades de disseny.

S'observa una depuració més pèssima i les concentracions de sortida de fòsfor total de l'efluent no sempre s'adapten al objectiu del disseny, és a dir, moltes vegades superen aquest límit. Les concentracions mitjanes a la sortida van ser de 3.2 mgP/L a l'any 2008 i de 2,5 mg P/L a l'any 2009. Aquestes xifres superen en 1.2mgP/L i 0,5 mgP/L el que s'havia adoptat en el disseny.

S'observa un rendiment molt variable en la depuració de fòsfor, per exemple al setembre del 2008 va ser de 94.2% i al març de 2009 va ser de 36.1%. Això demostra certa inestabilitat en la depuració del fòsfor. El rendiment mitjà de cada any va ser de 65.7 i de 73.8% a l'any 2008 i 2009 respectivament.

En termes generals, l' EDAR de Begues té un molt bon rendiment de depuració i s'adapta als límits específics excepte en el cas del fòsfor on el rebassa mínimament. El pretractament es va sobredimensionar i això ha donat un molt bon resultat en l'eliminació de sòlids. Els bufadors i el reactor biològic ajuden en l'eliminació de nutrients i en la reducció de la DBO<sub>5</sub>. El decantador serveix per decantar tots els fangs secundaris que es formen en el reactor biològic i enretirar possibles escumes formades, donant un efluent net i llest per abocar a la riera.

Cal destacar que les concentracions de fòsfor no s'acaben de cenyir a la legislació i caldria ajustar-les aportant alguna millora en el sistema de tractament ja sigui per mitjà de floculants o invertint capital en un altre procés d'eliminació de fòsfor.

#### EDAR amb aiguamolls construïts i comparativa

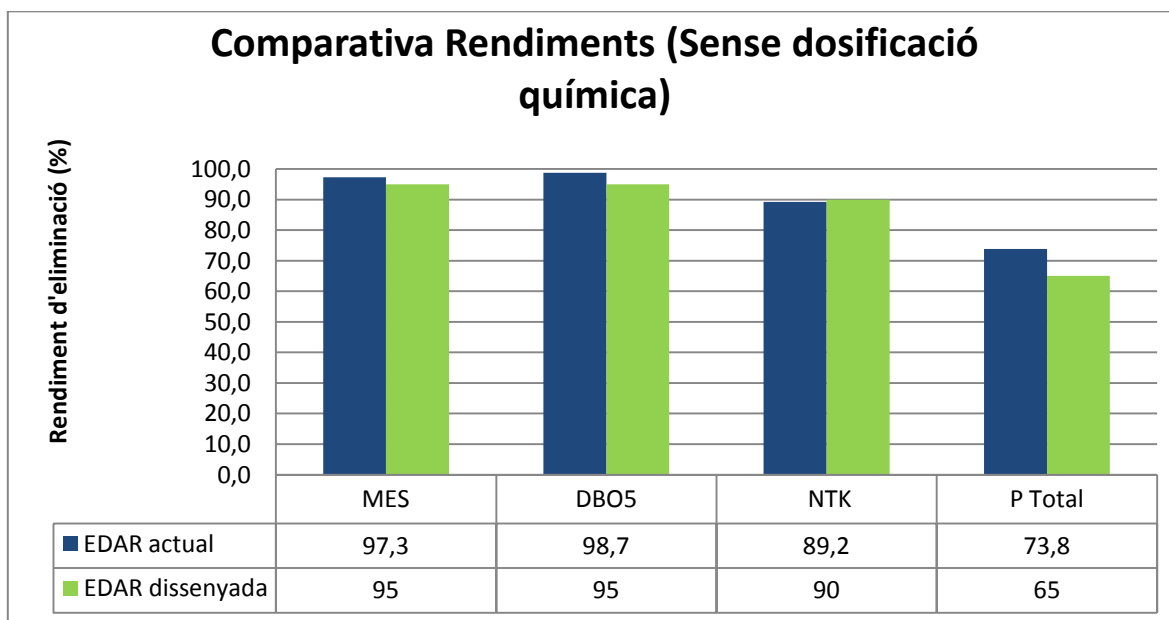
L'estació depuradora amb aiguamolls artificials ha estat dissenyada amb els mateixos paràmetres de disseny que la depuradora actual. L'edifici de pretractament i el decantador seran iguals però el decantador s'usarà com a decantador primari. Aquests sistemes eliminaran gran part dels sòlids en suspensió com també aportaran una reducció de la DBO<sub>5</sub> i nutrients. En aquests processos s'obtindran residus com banals, sorres i fangs primaris. Després del tractament primari el reactor d'aiguamolls s'encarregarà de la depuració biològica de l'aigua fent de tractament secundari i terciari. Els aiguamolls dissenyats obtindran una molt bona reducció de la DBO<sub>5</sub> i del NTK amb l'ajuda de bufadors que es posaran en marxa sempre que les condicions siguin massa anaeròbiques. L'aport d'oxigen en els aiguamolls proporcionarà una millor eliminació del nitrogen i la matèria orgànica, afavorint els processos de nitrificació, desnitrificació i degradació de la MO. Majoritàriament els paràmetres de sortida dels SS, la DBO<sub>5</sub> i el NTK seran molt similars als de la depuradora actual.

En el cas del P, els aiguamolls construïts no són tant eficaços en l'eliminació del fòsfor. Per això es pot incloure un dosificador de clorur fèrric aigües amunt del reactor d'aiguamolls, en concret a la sortida del decantador primari. S' injectarà clorur fèrric per fer flocular el fòsfor i així eliminar-lo

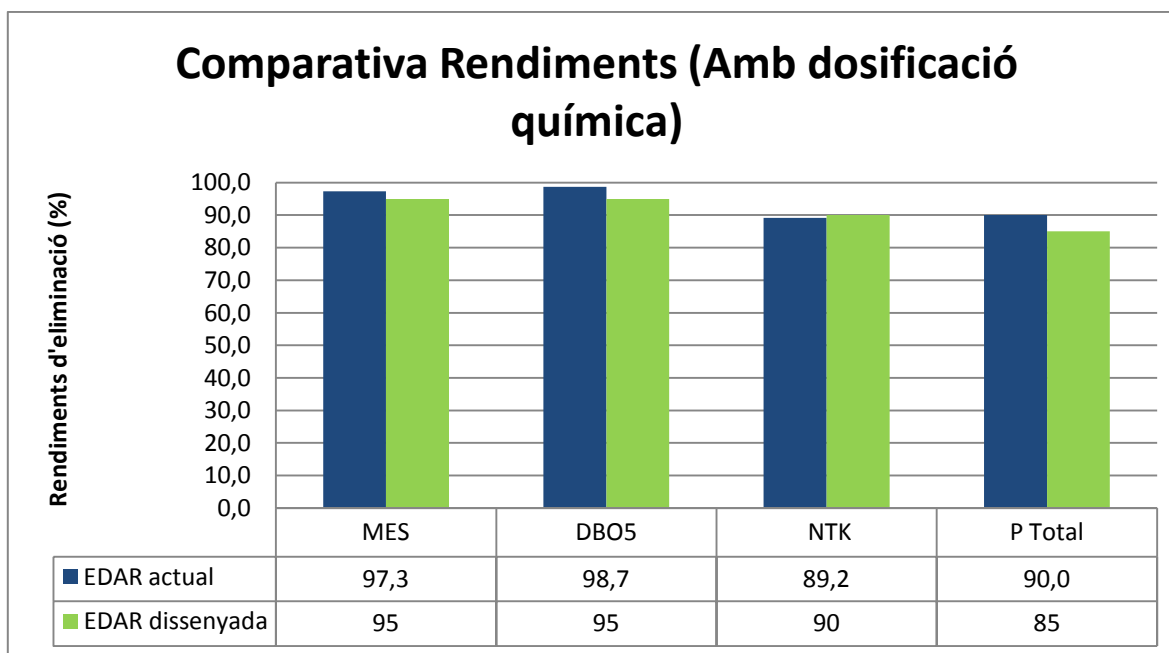
per precipitació en el sistema d'aiguamolls artificials. L'eliminació de fòsfor en el cas de ser dosificat seria més elevada i el rendiment d'eliminació es situaria entre 75 i 85%. Assoliria un xifra més elevada que a la depuradora actual.

Considerant que la planta actual no realitza cap tipus de dosificació de productes químics i que els seus rendiments són molt variables, amb unes mitjanes de 65,7 i 73,8%. L'EDAR dissenyada sense dosificació ninguna no tindria tanta variabilitat però les mitjanes de remoció del fòsfor estarien entre un 60 i un 70%, serien més baixes que a l'EDAR actual. En conclusió, les dues depuradores donarien mitjanes de concentració superiors als límits legislatius si no es disposa de dosificació química, però cal destacar que la depuradora actual sempre serà més eficient en el tractament del fòsfor que la depuradora amb aiguamolls construïts encara que es disposi de dosificació química a les dues depuradores.

A continuació s'observen dues gràfiques comparatives dels rendiments de remoció mitjans en cadascuna de les depuradores, amb i sense dosificació química. Les dades referents a l'estació depuradora dissenyada s'han extret de referències en l'eliminació d'aquest contaminants en els aiguamolls construïts. Considerant així la remoció dels sòlids en suspensió i la DBO5 en un 95%, l'eliminació del Nitrogen Total Khejdhal en un 90% i la del P en un 65% sense dosificació i un 85% amb dosificació. En relació a les dades de la depuradora actual, s'han fet servir les mitjanes de l'any 2009 ja que és el més proper i només es requerien les dades d'un any per poder fer la comparació.



Gràfic 17: Rendiments d'eliminació de cada contaminant per a cada estació depuradora, sense dosificació. Font: pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de referència d'ARM.



Gràfic 18: Rendiments d'eliminació de cada contaminant per a cada estació depuradora, amb dosificació. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de referència d'ARM.

#### Punts forts, febles i específics

- Punts forts generals:
  - A les dues depuradores, les aigües residuals sortiran amb els nivells de DBO<sub>5</sub>, SS i N requerits per la legislació inclús es podran assolir concentracions de sortida menors.
  - Les aigües tractades no produiran cap risc biològic, químic o físic a la riera de Begues.
  - Els rendiments de depuració pels SS i la DBO<sub>5</sub> en les dues depuradores estaran aproximadament entre el 90 i 99%.
  - Les concentracions d'oxigen podran ser determinades a través de bufadors tant en els aiguamolls com en les etapes aeròbiques del reactor biològic. Això afavorirà a processos com la desnitrificació i la nitrificació i donarà un major rendiment de remoció del nitrogen i de la matèria orgànica en els dos sistemes.
  - L'eliminació del nitrogen serà favorable en les dues depuradores. L'eliminació del nitrogen en la planta d'aiguamolls construïts serà d' aproximadament un 90% segons dades de disseny de ARM Ltd.
- Punts febles generals

- La concentració de fòsfor permesa és molt petita i cap de les dues depuradores podria assegurar arribar aquests nivells sense dosificació de clorur fèrric.
  - El rendiment en l'eliminació de fòsfor sense dosificació alguna, tant en una com en l'altre estació seran rendiments no tant elevats.
- Punts específics:
    - L'eliminació de fòsfor en els sistema dissenyat, serà menor que en la depuradora actual ja que els aiguamolls no tenen tanta capacitat d'eliminació del fòsfor com el reactor biològic. Caldria dosificar floculant en el decantador primari per obtindre un rendiment d'eliminació superior al de la depuradora actual sense dosificació.
    - La depuradora actual sempre tindrà una remoció del P superior en igualtat de condicions, és a dir, sense dosificació i amb dosificació. Les aigües netes estaran més eximides de fòsfor i la riera no patirà les mateixes conseqüències.
    - Els aiguamolls s'adaptaran millor a qualsevol variació de la concentració de contaminants de les aigües residuals donant més estabilitat en els rendiments d'eliminació que no pas el reactor biològic.

## DIAGNOSIS DE PRODUCCIÓ DE FANGS

### Producció de fangs i residus

- Producció de Fangs

Les plantes depuradores produeixen fangs, sorres, residus sòlids i escombraries que van juntament amb l'aigua i que cal tractar i/o gestionar per tal de controlar el seu impacte ambiental.

El sistema de tractament adoptat condiciona la gestió de la qualitat i quantitat de fangs obtinguts en el procés. A la taula següent s'observen els diferents tractaments adoptats en diverses depuradores de Barcelona i la quantitat de fangs obtinguts en tones de matèria seca de cada EDAR entre el 2006 i el 2008.

| EDAR                  | 2006  | 2007  | 2008  | Tractament                                                           |
|-----------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------|
| Besós                 | 43255 | 47952 | 52268 | Deshidratació i assecatge tèrmic                                     |
| El Prat del Llobregat | 13573 | 14442 | 14835 | Digestió anaeròbia amb cogeneració, deshidratació i assecatge tèrmic |
| Sant Feliu de Ll.     | 4480  | 4161  | 3846  | Digestió anaeròbia amb cogeneració i deshidratació                   |
| Montcada i Reixach    | -     | -     | 6233  | Espessiment i bombament a l'EDAR del Besòs                           |
| Gavà-Viladecans       | 2762  | 2833  | 2787  | Digestió anaeròbia amb cogeneració i deshidratació                   |
| Begues                | 53    | 64    | 68    | Espessiment i deshidratació                                          |
| Vallvidrera           | -     | -     | 27    | Espessiment i tractament a l'EDAR de Sant Feliu                      |
| TOTAL                 | 64123 | 69452 | 80063 |                                                                      |

Taula 18: Dades de registre de tones de matèria seca de fangs produïts en diferents EDARs de Catalunya.

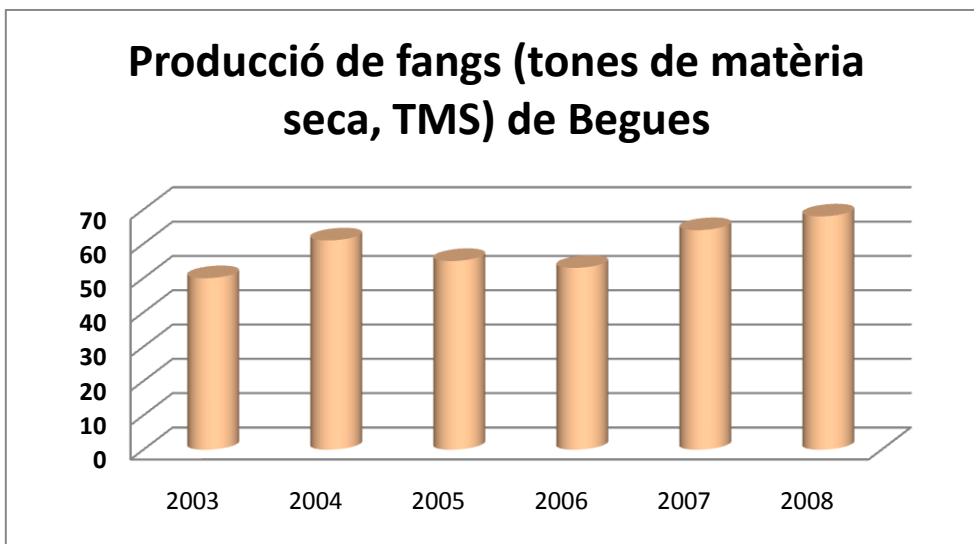
Font: Dades proporcionades per l'Agència Catalana de l'Aigua.

Com es mostra a la taula, a Catalunya segons aquestes estadístiques de l'Agència Catalana de l'Aigua, la quantitat total de fangs produïts durant el 2008 va ser de 80.063 tones de matèria seca. Aquesta quantitat va ser netament superior a la de 2007 (69.452 t) degut a l'augment de l'aigua tractada.

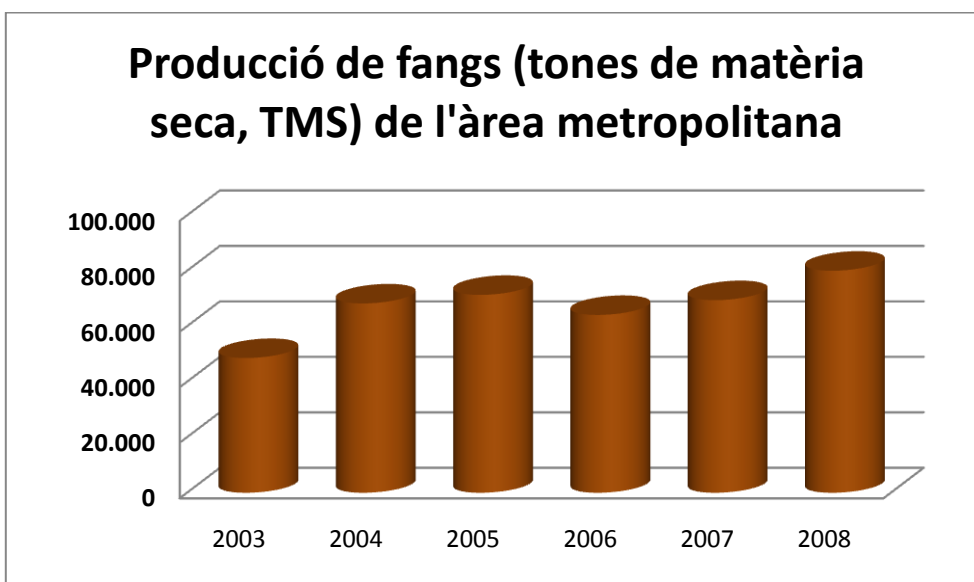
A Catalunya la destinació principal dels fangs ha estat sempre majoritàriament per a l'aplicació com a adob agrícola amb compostatge previ (74,5%), seguida de l'aplicació agrícola directa (17,5%), l'ús per a cimenteres (4,3%) i l'assecatge extern (3,4%). En el cas de Begues la destinació dels fangs tractats sol ser per a posteriors tractament com el compostatge en altres depuradores més potents com per exemple la depuradora de Gavà i Viladecans.

La producció de fangs en el municipi de Begues comparada amb la de l'àrea metropolitana de Barcelona és aproximadament 1000 vegades més petita. Els ‰ des de l'any 2006 fins el 2008 respecte les tones de matèria seca produïdes a la regió metropolitana van ser: 0.83, 0.92 i 0.85. Es tracta de xifres molt petites però gens menyspreables.

A continuació es s'observen dos gràfics on es mostra l'evolució en la producció de fangs tant en el municipi de Begues com a l'àrea metropolitana.



Gràfic 19: Evolució de les tones de matèria seca de fangs produïts en l'EDAR actual de Begues, des de l'any 2003 fins al 2008. Font pròpia en base a les dades de registre de producció de fangs de l'EMMA.



Gràfic 20: Evolució de les tones de matèria seca de fangs produïts en la regió metropolitana de Barcelona, des de l'any 2003 fins al 2008. Font pròpia en base a les dades de registre de producció de fangs de l'EMMA.

La producció específica en el municipi de Begues ha augmentat durant els últims anys a conseqüència de la nova depuradora i de l'augment demogràfic que ha comportat un augment en el cabal d'aigües residuals a tractar.

Si s'observen les dades donades per la nova depuradora a l'any 2008 i 2009 s'obté que la mitjana de fangs produïts en Tones de matèria per any és de 33Tm i 30Tm respectivament. El tant per cent en matèria seca dels fangs en cada cas va ser de 17.2%.

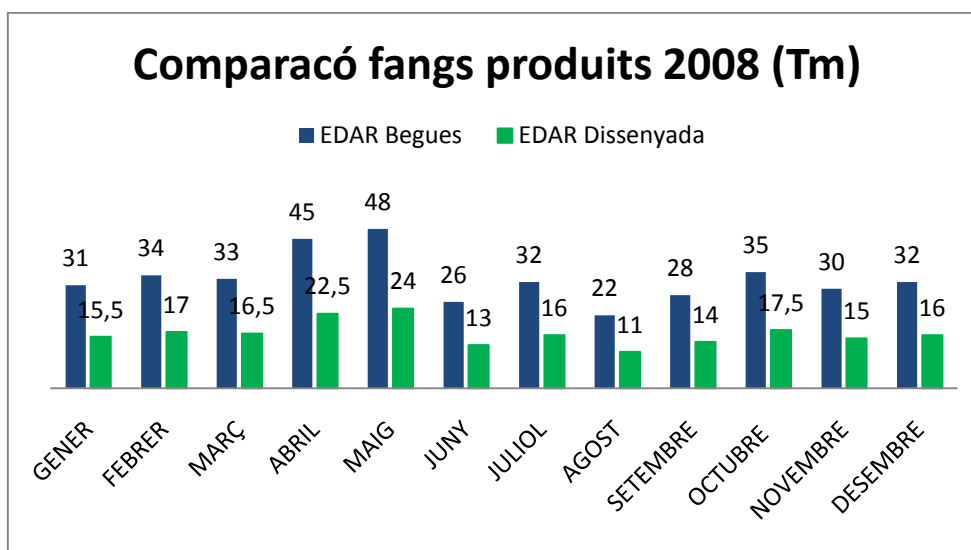
A l'EDAR actual no existeixen els fangs primaris, els fangs produïts són fangs secundaris que precipiten a l'interior del decantador secundari i són tractats posteriorment. Tots els fangs primaris que haurien sedimentat en un decantador primari sedimenten en el decantador secundari en forma de fangs secundaris ja que també han estat tractats biològicament.

En aquesta depuradora també s'observa que una part dels fangs és recirculada cap al reactor biològic per obtenir la concentració adequada de fangs. Així una part dels fangs tornarà a patir processos anaeròbics, anòxics i aeròbics. Gràcies aquesta recirculació la depuració es fa més efectiva dins del reactor.

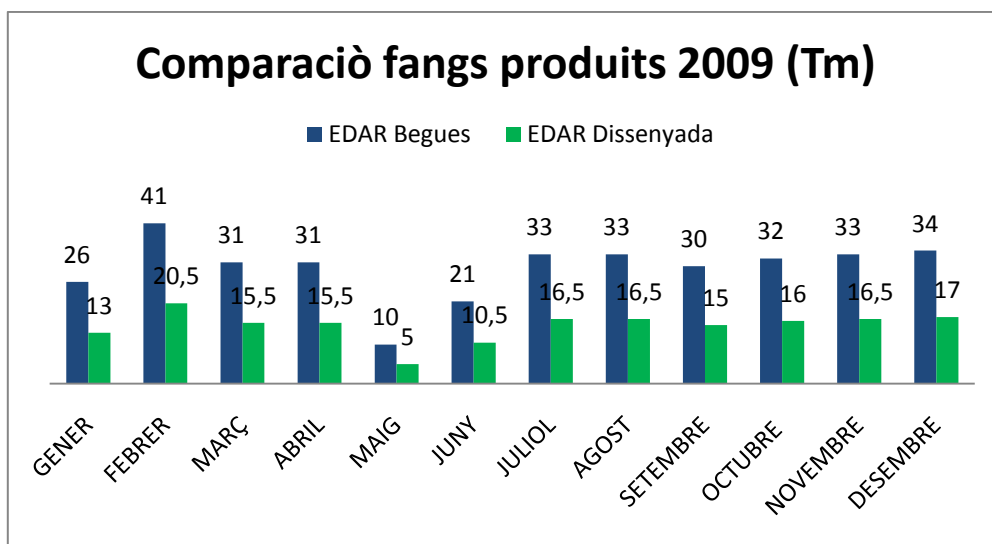
A comparació de l'EDAR actual, la planta depuradora dissenyada produiria entre un 50 i un 60% menys de fangs ja que els fangs secundaris quedarien retinguts en els sistemes d'aiguamolls construïts i la producció de fangs primaris es situa entre un 40 i un 50% del total de fangs produïts en depuradores de tractament secundari i/o terciari.

Els fangs secundaris de la depuradora dissenyada, romanen en els llits per molts anys (10-15 anys) En aquest estudi s'ha calculat a la alta la quantitat de fangs produïts de l'EDAR dissenyada , és a dir, s'ha ajustat a un 50% menys de la producció de fangs de l'EDAR actual. Per tant, a la depuradora dissenyada s'observaria una reducció molt important dels llots produïts periodicament i això tindria conseqüències favorables.

A continuació s'observen els gràfics comparatius dels anys 2008 i 2009 sobre les dades donades per l'EDAR actual i les dades previstes per la depuradora amb aiguamolls artificials. Han estat realitzats a partir de les Tones de matèria obtingudes a cada mes de l'any.



Gràfic 21: Comparativa entre els fangs produïts en la depuradora actual i dels que s'haurien produït a la depuradora potencial a l'any 2008. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de disseny d'ARM.



Gràfic 22: Comparativa entre els fangs produïts en la depuradora actual i dels que s'haurien produït a la depuradora potencial a l'any 2009. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de disseny d'ARM.

Amb aquestes dades s'arriba a la conclusió de que amb la depuradora d'aiguamolls artificials les xifres de fangs produïts en el municipi es veurien reduïdes a la meitat i això afavorirà la seva disposició i gestió.

Tot i que la reducció de fangs sigui segura, el tractament de fangs de l'EDAR dissenyada podrà ser el mateix que el que hi ha construït a la depuradora actual. El tanc espessidor per tant quedarà sobredimensionat i servirà per a possibles augments futurs del cabal d'aigües residuals d'entrada i com a conseqüència de l'augment dels fangs produïts.

- Producció de Residus

A les EDARs no només es produeixen fangs també s'observen altres residus que s'eliminen en el pretractament i que són emmagatzemats en containers i abocats o reutilitzats posteriorment per altres empreses. La gestió d'aquest residus també es considera molt important per tal de no perjudicar l'entorn del Garraf. Les dades de residus obtinguts segons les estadístiques de l'ACA a l'any 2008 van ser de:

| EDAR                             | Total 2007  | Escombraries | Sorres      | Total 2008   |
|----------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Besós                            | 3200        | 2783         | 2132        | 4915         |
| El Prat del Llobregat            | 4618        | 2205         | 895         | 3100         |
| Sant Feliu de Ll.(+ Vallvidrera) | 575         | 264          | 388         | 652          |
| Montcada i Reixach               | 821         | 264          | 390         | 654          |
| Gavà-Viladecans(+ Begues)        | 747         | 376          | 310         | 686          |
| Begues                           | -           | 5            | 6           | 12           |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>9961</b> | <b>5897</b>  | <b>4121</b> | <b>10018</b> |

Taula 19: Dades de registre de tones de residus en diferents EDARs de Catalunya. Font: Dades proporcionades per l'Agència Catalana de l'Aigua.

S'observa que a l'any 2008 es van crear 10018 tones de residus (sorres i escombraries). La quantitat de residus produïda en una EDAR ve donada principalment pels processos de pretractament on es separen els materials més grollers.

Tenint en compte que les dues depuradores tindran el mateix sistema de pretractament, es considera que les tones de residus produïdes no varien d'una estació a l'altra ja que la quantitat de materials tractada en aquest sistema serà la mateixa. Les despeses en el tractament dels residus seran iguals en els dos casos.

#### Punts forts, febles i específics

- Punts forts generals:
  - La producció de fangs estarà totalment controlada i s'abocaran en un container per no contaminar l'entorn.
  - Tots els fangs produïts s'utilitzaran per fer compostatge i es podran reutilitzar els fangs per funcions d'agricultura i altres serveis.
  - Els fangs produïts es tractaran en sistemes convencionals que no requeriran de dosificació d'elements químics.
- Punts febles generals:
  - Serà imprescindible una despesa energètica ja que el sistema de tractament de fangs requerirà d'una bomba que transporti els fangs del decantador fins al espessidor a més de requerir una certa potència del motor rotatori de l'espessidor i una gran potència per deshidratar-los.
  - Es requerirà d'un camió cisterna que transporti els fangs produïts fins a una altra planta. Això augmentarà el cost d'explotació.
- Punts específics:
  - L'EDAR dissenyada produirà menors tones de fang cada mes de l'any (aproximadament un 50% menys que l'EDAR actual).
  - L'EDAR dissenyada requerirà un temps de funcionament més baix que l'EDAR actual, que es traduirà en un requeriment energètic inferior.
  - El cost d'explotació per al tractament i gestió dels llots també serà menor en l'EDAR dissenyada.
  - Els fangs del decantador primari obtinguts en la planta dissenyada tindran una concentració major en matèria seca i facilitarà el seu tractament.
  - El mateix sistema de tractament serà més eficient per l'EDAR dissenyada ja que es tractarà un volum inferior de fangs. Majoritàriament, quan menor és el volum a tractar s'observa un millor rendiment en el procés de tractament a excepció de que es sobrepassi el límit inferior de volum a tractar.

- L'EDAR dissenyada no requerirà d'un pou de recirculació i purga. (Menor cost i menor manteniment).
- Cada 10 o 15 anys es realitzarà un buidatge i neteja dels fangs biològics acumulats en el reactor d'aiguamolls. Això serà un gran inconvenient ja que cada 10 o 15 anys la despesa en el tractament de fangs augmentarà considerablement.

## DIAGNOSIS DE COSTOS

### Costos capitals

Els costos capitals són els considerats costos directes que calen per posar en marxa l'instal·lació de tractament que ha estat dissenyada.

En aquest apartat s'han estudiat els costos directes que va tindre l'EDAR actual i els costos directes que hagués tingut l'EDAR dissenyada amb aiguamolls construïts.

Les dades que s'observen a l'inventari han estat realitzades a partir dels amidaments i els preus unitaris de tots els components de les diferents EDARs.

- EDAR actual

El total del pressupost d'execució material (P.E.M) de l'EDAR actual és de **2.342.644,34 €** i fa referència al sumatori dels aparats 1, 2 i 3 d'obra civil, equips i partides alçades.

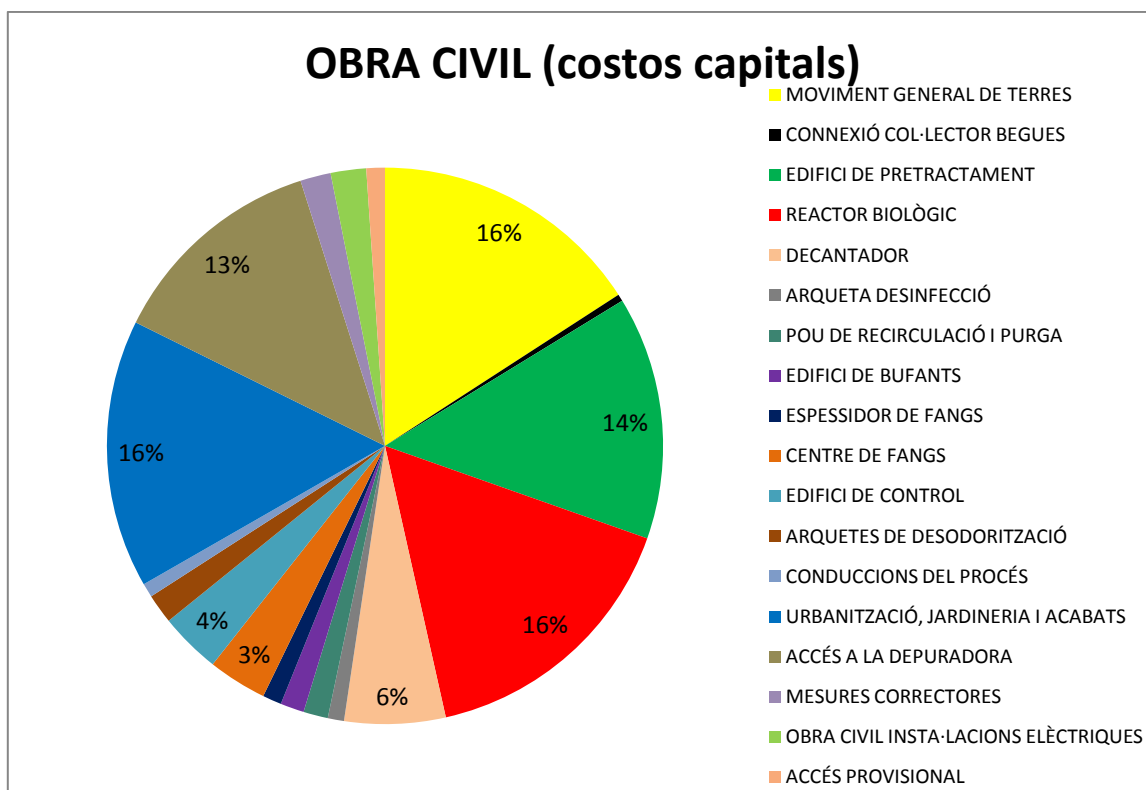
Aquest pressupost però no és el pressupost final ja que cal afegir-hi el 13% de les despeses generals i el 6% de benefici industrial així com també cal tenir en compte el 18% de IVA. El 13 i el 6% son calculats sobre el P.E.M, i l'IVA es calcula sobre el pressupost resultant després de sumar aquests dos percentatges. Tenint en compte el P.E.M, les despeses generals tenen un pressupost de 304.543,76 € i el benefici industrial és de 140.558,86 €. Per tant el pressupost total d'execució per contracta va ser de 2.787.746,76 € sense IVA i 3.233.786,24 € amb IVA.

El pressupost final per al coneixement de l'administració va ser de **3.453.289,51 €** ja que es va afegir el cost de les expropiacions i de la direcció d'obra i control de qualitat que van ser de 90.151,82 € i 129.351,45 € respectivament.

Segons les dades econòmiques facilitades per l'empresa EMSSA que s'observen en l'inventari, s'han creat diferents gràfics on s'estudien els costos d'obra civil, dels equips, de les partides alçades i de l'electrificació i automatització.

- Obra Civil

En el següent gràfic es mostren els diferents costos capitals de cada apartat d'obra civil de l'EDAR actual.

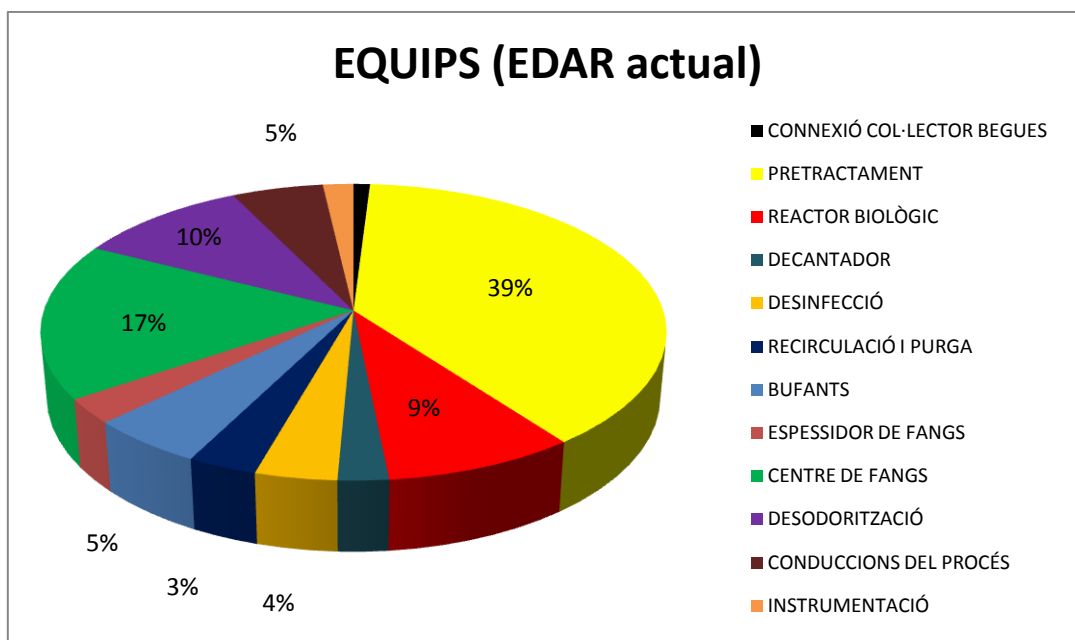


Gràfic 23: Gràfic de costos d'obra civil de la depuradora actual de Begues. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

En el gràfic es poden destacar diferents obres que mostren un cost superior que d'altres. Concretament, les obres que presenten un cost més elevat en aquest apartat són; el moviment general de terres, l'edifici de pretractament, el reactor biològic, l'urbanització jardineria i acabats i l'accés a la depuradora. Entre totes aquestes obres es requereix un 75% del total del pressupost d'obra civil que significa una xifra de 1,140,585.3 €. Les altres obres reuneixen el 25% restant. D'aquest 25% cal destacar el 13% destinat a les obres del decantador, del tractament de fangs i de l'edifici de control.

#### - Equips

De les diferents instal·lacions o processos necessaris pel bon funcionament de l'EDAR actual hi ha un procés que marca diferències en el cost directe que contemplen els seus equips, es tracta del procés de pretractament on s'inclouen els costos dels pous de bombament, cintes transportadores, tamisos, reixes, desarenadors i d'altres components necessaris. Com s'observa a la gràfica següent el cost directe que contempla tot el conjunt d'equips requerits en el pretractament és d'aproximadament el 40% del total del pressupost dels equips.



Gràfic 24: Gràfic de costos dels equips de la depuradora actual de Begues. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA.

Després del pretractament, les instal·lacions que prenen més importància respecte el cost dels seus equipaments són el sistema de tractament de fangs, la desodorització i el reactor biològic amb uns percentatges sobre el total de 17%, 10% i 9% respectivament.

#### - Partides Alçades, Electrificació, Automatització i Varis

Aquests dos apartats s'han estudiat conjuntament per representar unes dades més comparables. Per a les partides alçades i les obres d'electrificació i automatització es requereix un pressupost total de 653.582,53 €.

En aquest cas, l'electrificació és una de les infraestructures més costoses i reuneix un **53%** del total d'aquest apartat, que fa referència a 348.242,70 €. Aquest percentatge tant elevat ve degut bàsicament a l'elevat cost que tenen els armaris elèctrics (164.738,44 €) que resulten un 47,3 % del pressupost d'electrificació. També s'observa una gran despesa en el centre de transformació (70.894,99 €) que suposa un 20,4% del total d'electrificació.

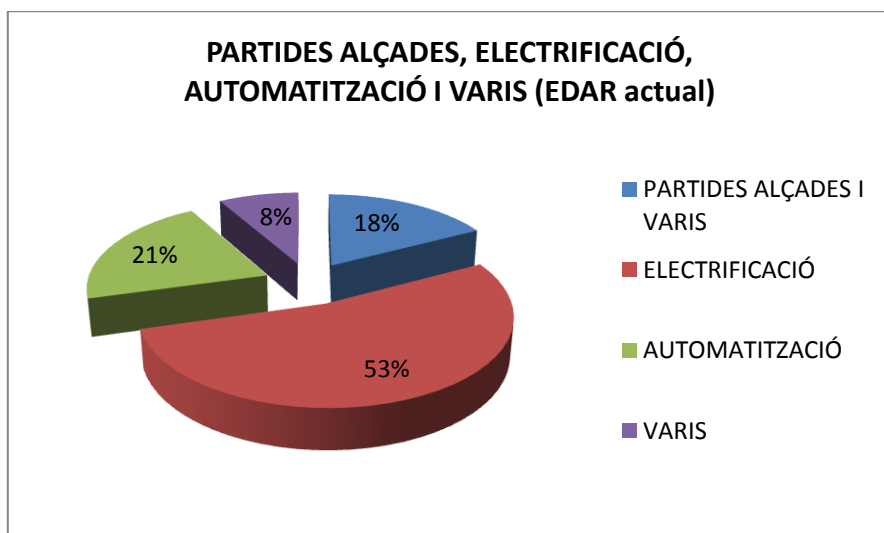
Les partides alçades i l'automatització tenen un cost similar i per això s'observa una diferència de percentatge de només un 3%. L'automatització té un pressupost de 137.717,06 € i les partides alçades de 113.419,68 €. Obtenen un percentatge del total d'aquest apartat de 21% i 18% respectivament.

Les partides alçades són unitats d'obra que no poden dividir-se en línies de mesurament segons la norma UNE 157001. Segons la RG-LCAP, es poden classificar de dos maneres, partides alçades d'abonament "íntegre" i "a justificar". La diferència bàsica entre aquests dos tipus és que les d'abonament íntegre no són susceptibles al mesurament en més de dos unitat d'obra i les "a

justificar” no són susceptibles al mesurament en el projecte sinó que es mesuren directament en l’obra (González Fernández de Valderrama, 2007). Per això el pressupost de les partides alçades de l’EDAR dissenyada podria variar però molt lleugerament. En aquest estudi no s’ha tingut en compte la variació que es podria donar en el cost de les partides alçades i s’ha ajustat el cost d’aquestes al de la depuradora actual.

Els sistemes de telecomandament determinen en gran part el pressupost d’automatització ja que requereixen un 47,9% del pressupost d’automatització (65.992,08 €). L’altre factor important sobre aquest pressupost ve degut al cost conjunt que presenten els conductors de control i l’instrumentació requerida. El cost d’aquests dos factors junts determina un 45.2% del preu de l’automatització.

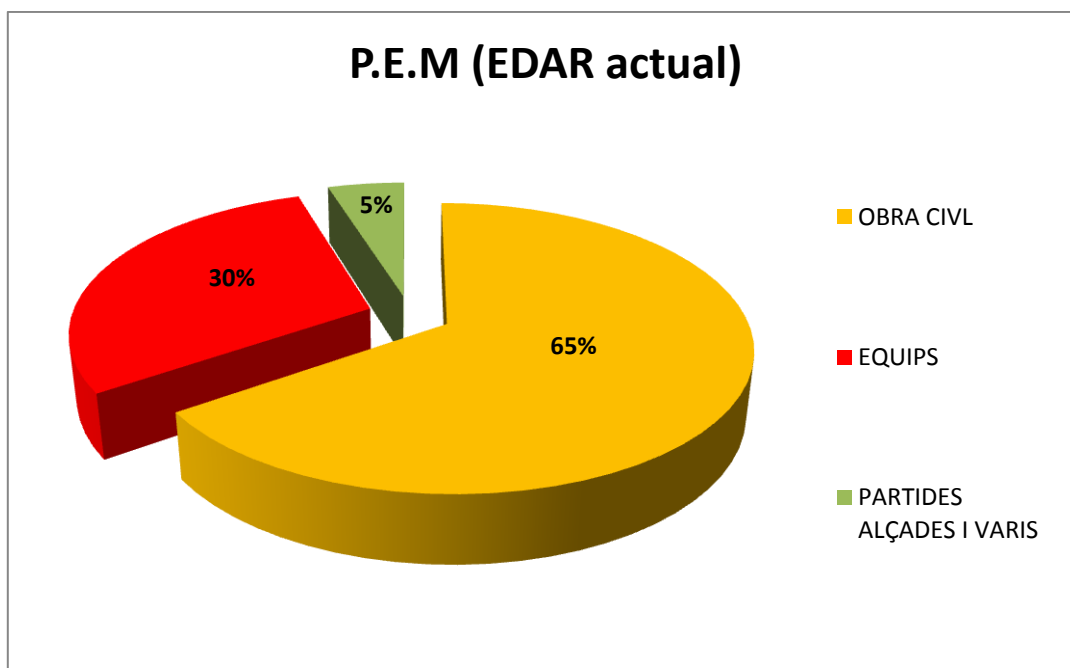
El 8% restant del total d’aquest apartat, és dedicat a diversos costos essencials per a la planta com per exemple, el grup electrogen, la telefonia, la radio, els sistemes de detecció d’incendis i els serveis per a seguretat i intrusisme.



Gràfic 25: Gràfic dels costos de les partides alçades, l’electrificació, l’automatització i varis de la depuradora actual de Begues. Font pròpia en base a les dades de registre de l’EDAR actual proporcionades per EMSSA.

- P.E.M Total

El gràfic general que s’observaria respecte tot el P.E.M. seria per tant:



Gràfic 26: Percentatges de costos de cada apartat sobre el total del P.E.M. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de referència d'ARM.

Es destaca que més de la meitat del pressupost d'execució del material (65%) es donat per els serveis d'obra civil requerits. Seguidament es destaquen els equips amb un 30% del P.E.M. i les partides alçades que determinen un porció no tant remarcable com l'obra civil però gens menyspreable, aquesta és del 5% del P.E.M.

- EDAR dissenyada i comparacions

El total del pressupost d'execució material (P.E.M) de l'EDAR actual seria de **2.571.264,95 €** i fa referència al sumatori dels aparats 1, 2 i 3 d'obra civil, equips i partides alçades.

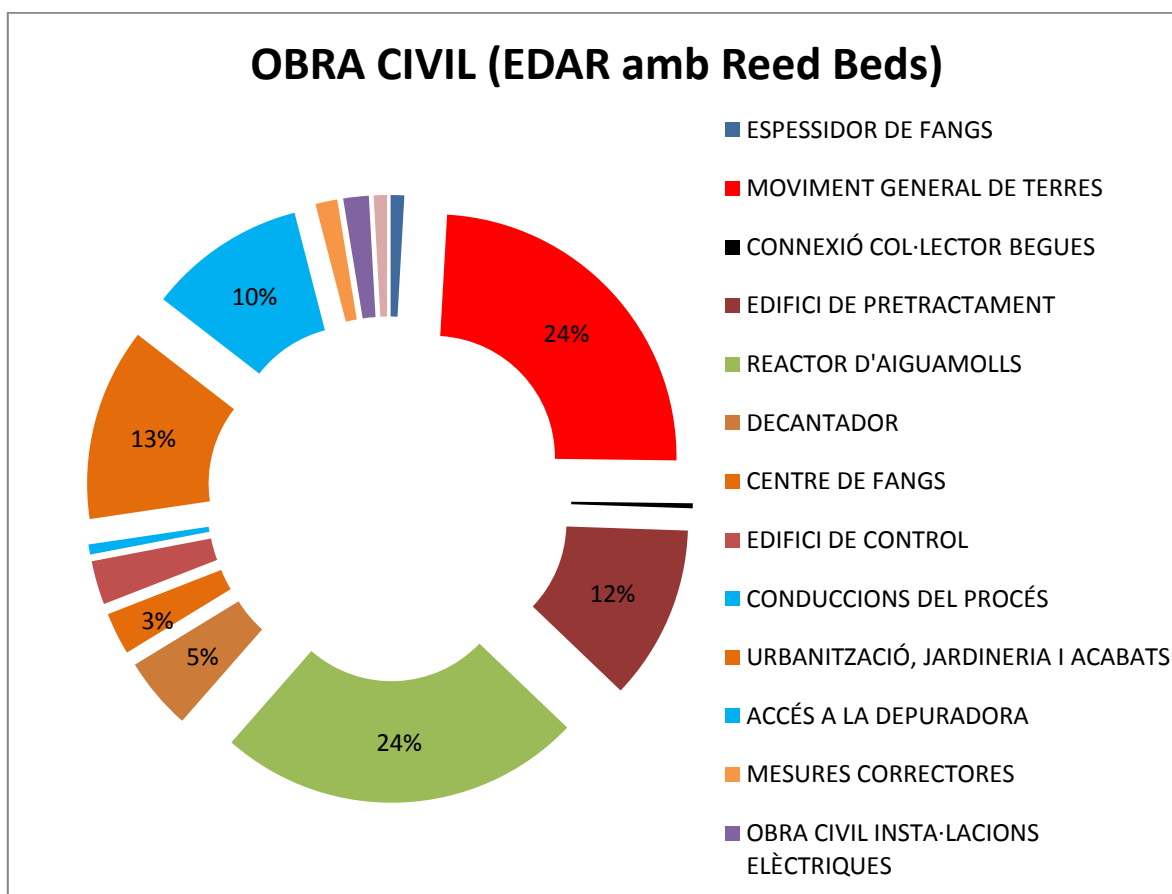
Tenint en compte el P.E.M les despeses generals (13%) tenen un pressupost de 334.264,44 € i el benefici industrial (6%) és de 152.326,04 €. Per tant el pressupost total d'execució per contracta es de 3.059.805,2905€ sense IVA i 3.610.570,24€ amb IVA.

El pressupost per al coneixement de l'administració seria de **3.830.073,51€** ja que igualment es tindria d'afegir el cost de les expropiacions i de la direcció d'obra i control de qualitat que serien igualment de 90.151,82 € i 129.351,45 € respectivament.

L'EDAR dissenyada té un pressupost superior a l'EDAR actual ja que el cost d'instal·lació del reactor d'aiguamolls és considerablement superior al cost de construcció i instal·lació del reactor biològic actual. Aquesta és la gran diferencia sobre els costos de les diferents EDARs però també es poden observar d'altres diferències existencials que es mostraran més endavant.

- Obra Civil

Seguidament es mostra els gràfic sobre els costos d'obra civil de l'EDAR dissenyada.



Gràfic 27: Gràfic de costos d'obra civil de la depuradora dissenyada amb aiguamolls artificials. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades d'ARM.

En els costos d'obra civil de l'EDAR dissenyada s'observen diferències ja que les estacions depuradores no tenen el mateix disseny.

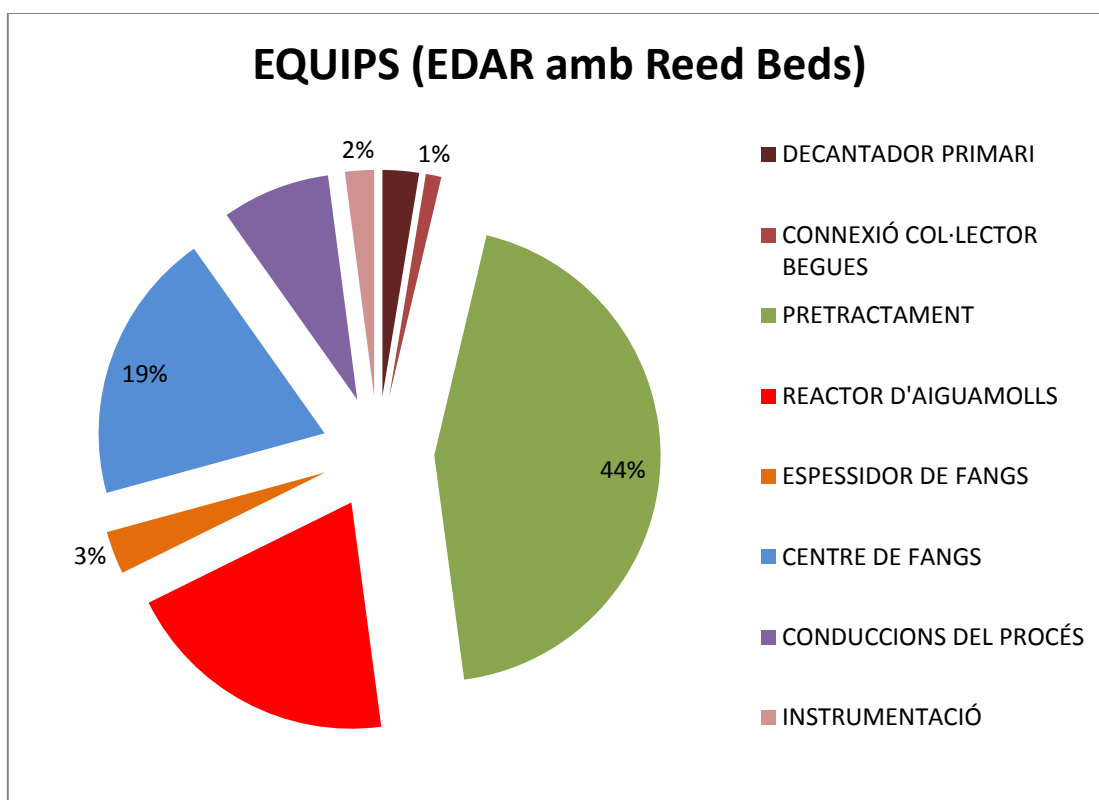
A diferència del reactor biològic de la depuradora actual, l'EDAR dissenyada té un reactor d'aiguamolls. El reactor d'aiguamolls té un pressupost més elevat ja que necessita una major excavació i replè del terreny (en concret requereix de 6 Ha per la instal·lació) i per això s'observa un pressupost del 24% del total d'obra civil. A diferència de l'EDAR actual on la instal·lació del reactor biològic era d'un 16% sobre el seu respectiu pressupost total. Bàsicament, el reactor d'aiguamolls té un cost de 450.000,00€ en front els 244.698,16€ del reactor biològic. Per tant, l'increment en el cost d'obra civil per aquesta diferència essencial és de 205.301,84€.

Una gran diferència que però es veurà mig amagada per l'eliminació del cost del pou de recirculació i purga, de l'edifici de bufants i de les arquetes de desodorització i desinfecció en l'EDAR dissenyada. Aquestes quatre infraestructures tenen un pressupost total de 83.134,76 € amb el que es pal·lia la diferència de costos entre reactors fins a 122.167,08 €.

L'EDAR dissenyada requereix un moviment de terres superior per al reactor d'aiguamolls i per això s'observa un altre increment del cost de 208.825,67€ respecte al de l'EDAR actual.

Sumant l'increment en els costos del moviment general de terres i dels costos del reactor d'aiguamolls i tenint en compte el no requeriment de diferents equips la diferència entre els costos d'obra civil la variació en el cost general d'obra civil és de 330.992,75 €

- Equips



Gràfic 28: Gràfic de costos d'obra civil de la depuradora dissenyada amb aiguamolls artificials. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades d'ARM.

El pressupost dels equips en aquest cas és inferior al de l'EDAR actual. Ara bé, el pretractament i el centre de fangs continuen tenint la mateixa despesa econòmica. Això és degut a que el disseny del pretractament, del centre de fangs, del decantador i de tots els altres components a excepció del reactor d'aiguamolls han estat dissenyats amb les mateixes característiques que els de la depuradora actual.

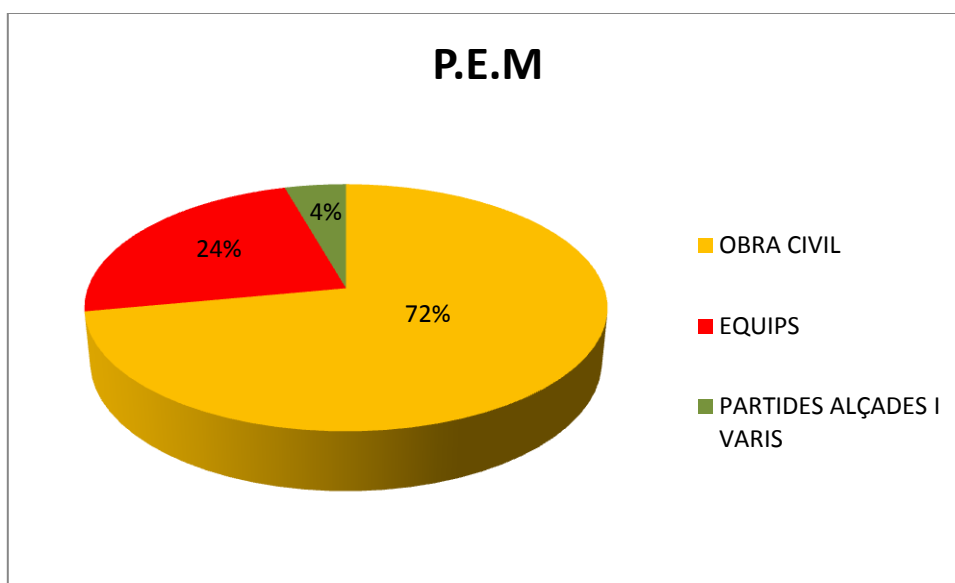
Cal destacar que a l'EDAR dissenyada es remarquen els costos dels equips del pretractament, del centre de fangs i també del cost del reactor d'aiguamolls. El reactor d'aiguamolls té un cost de 120.000,00€ per als equipaments, però l'eliminació dels components esmentats fa que no superi el pressupost dels equips de l'EDAR actual.

- Partides Alçades, Electrificació, Automatització i Varis

El cost d'electrificació i automatització i de les partides alçades s'han considerat exactament iguals en les dos depuradores.

- P.E.M Total

Com ja s'ha esmentat el P.E.M és superior per a l'EDAR dissenyada. En aquesta, s'observa un increment en els costos d'obra civil i una reducció dels costos generals dels equips. Les partides alçades tenen el mateix pressupost que l'EDAR actual i el % es esdevé semblant.



Gràfic 29: Percentatges de costos de cada apartat sobre el total del P.E.M de l'EDAR dissenyada. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de referència d'ARM.

En conclusió es destaca que l'EDAR dissenyada té un cost directe superior a l'EDAR actual cosa que dóna avantatge aquesta última. S'observa que l'obra civil conté un 72% del P.E.M en l'EDAR dissenyada i un 65% en l'EDAR actual. En els equips l'EDAR dissenyada conté un 23% del total i l'EDAR actual conté un 30%. La diferència entre costos de l'obra civil és més gran que no pas la diferència entre els costos dels equips i per això es veu un P.E.M més elevat en la depuradora dissenyada amb aiguamolls construïts.

### Costos d'explotació

Els costos d'explotació són tots aquells costos que deriven de l'operació i que no estan contemplats en el cost capital de venda, són la part corresponent de despeses de funcionament i manteniment de l'estació depuradora. En relació amb aquests costos també es troben diferències considerables entre l'EDAR actual i la dissenyada.

- EDAR actual

L'EDAR actual té un cost final (amb IVA i despeses indirectes incloses) d'explotació d'aproximadament **201.901,9176 €/any**. La major part d'aquest cost es invertit en personal per al funcionament i el manteniment de la planta, concretament un 30% d'aquest cost.

Les despeses en energia elèctrica, en el manteniment de l'estació de bombeig i en la gestió i disposició de fangs i residus tenen uns costos similars que es troben entre 30.000,00 i 33.000,00 €/any.

El cost de l'addició de productes químics en alguns processos també es pot considerar un cost d'explotació ja que també deriva del funcionament correcte de la planta, aquest cost però no es gaire important actualment ja que quasi bé no s'utilitzen productes químics en la depuració excepte en casos en que l'aigua residual vingui amb uns paràmetres de contaminants molt elevats. El cost estimat per aquest factor es de 3.351,00€/any.

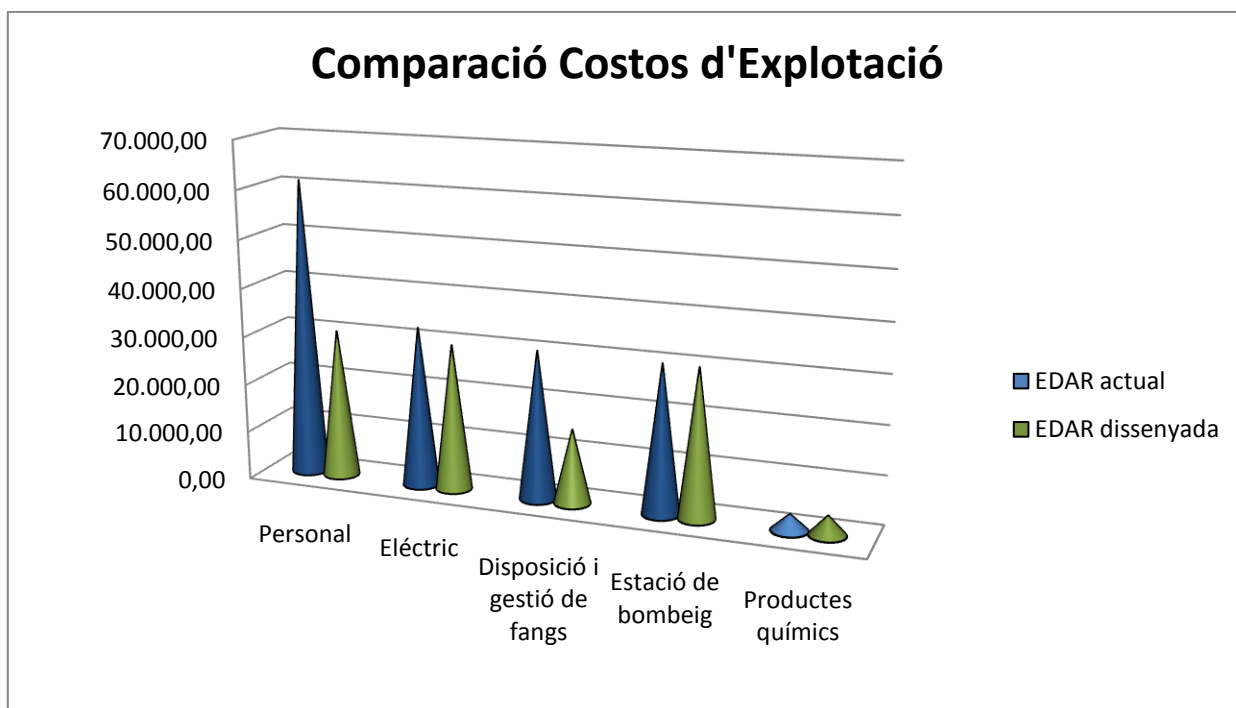
- EDAR dissenyada; comparacions i conclusions

L'EDAR dissenyada té un cost d'explotació inferior ja que es caracteritza per la seva simplicitat d'operació i el seu fàcil manteniment. El cost total d'explotació i manteniment en la planta depuradora dissenyada seria d'aproximadament **95.918,08 €/any**.

Les despeses en personal de l'EDAR dissenyada es reduiran ja que només es necessitaran la meitat de funcionaris fixes. També es reduiran les despeses de disposició i gestió de fangs ja que en aquest cas la quantitat de residus i llots produïts serà menor. El cost de la despesa energètica serà lleugerament menor ja que les potències requerides diàriament són mínimament inferiors.

El cost de manteniment de l'estació de bombeig es considera igual ja que el flux d'aigua residual bombejat seria el mateix que en l'EDAR actual. Per això aquest cost es considera remarcable junt amb el cost de personal que continua sent important encara que sigui inferior al de l'EDAR actual. S'observa que el cost de personal i el cost de manteniment de l'estació de bombeig són 30.591,50€/any i 30.450,00€/any respectivament.

A continuació es mostra un gràfic diferencial dels costos d'explotació desglossats.



Gràfic 30: Comparació de costos d'explotació per apartats entre les dues depuradores. Font pròpia en base a les dades de registre de l'EDAR actual proporcionades per EMSSA i dades de referència de l'EDAR dissenyada.

Finalment, es pot concloure que l'EDAR dissenyada encara que tingui un cost capital més elevat, el cost d'explotació i manteniment per any és considerablement més petit que el de la depuradora actual. Això pot arribar a ser un al·licient pel fet d'amortitzar l' inversió inicial més ràpidament que a l'EDAR actual. Tot i així la planta actual de Begues va tenir un pressupost assequible tenint en compte les característiques i funcions de la planta així com infraestructures que es varen tenir de fer per l'accés a la planta. Aquesta planta té un cost d'explotació i manteniment més elevat ja que el reactor biològic requereix més mà d'obra i manteniment que no pas en els aiguamolls construïts on pràcticament les funcions són; enretirar residus, netejar possibles obturacions a les canonades i podada de el canyís si és necessari. A més la necessitat de disposició i gestió de fangs és considerablement superior.

La diferència del cost capital entre la dues depuradores és de **376.784,00€** i la diferència en el cost d'explotació és de **105.983,84 €/any**. L'EDAR dissenyada amortitzaria la diferència de capital aproximadament en 3 o 4 anys.

#### Punts forts, febles i específics

- Punts forts generals
  - Les dues depuradores tenen un cots assequible en relació a la necessitat i els requeriments per al tractament de les aigües residuals de Begues.

- L'administració té la capacitat de subvencionar aquestes instal·lacions.
- Punts febles generals
  - Els costos d'electrificació i automatització no són comptats com a costos d'execució material en el pressupost per al coneixement de l'administració en cap de les dues depuradores. Cal indicar que l'electrificació i l'automatització tenen un cost de 540.162,85 €.
- Punts específics
  - L'EDAR actual té un cost capital inferior a l'EDAR dissenyada amb aiguamolls construïts. Concretament 1,11 vegades inferior.
  - L'EDAR dissenyada té un cost capital d'aproximadament un 11% més elevat que l'EDAR actual.
  - L'EDAR dissenyada té un cost d'explotació i manteniment inferior a la depuradora actual. Concretament 2,10 vegades inferior.
  - El cost capital d'obra civil de la depuradora actual, és inferior al cost d'obra civil de l'EDAR dissenyada.
  - El cost capital dels equips és inferior en l'EDAR dissenyada.
  - El pressupost de les partides alçades i de l'electrificació i automatització són els mateixos per a les dues depuradores.

## DIAGNOSIS DE PERSONAL

### EDAR actual vs. EDAR dissenyada

Pel que fa al personal o a la plantilla de treballadors necessària per a dur un correcte funcionament de les estacions també s'observen diferències entre les dues plantes.

A l'EDAR actual hi treballa una persona de dilluns a divendres 8 hores al dia. Aquesta persona és un operari que no té gaire especialització en processos com per exemple electricitat, enginyeria hidràulica, etc. Per això moltes vegades és necessari comptar amb l'ajut de personal especialitzat (electricistes, enginyers...) o complementari que ajudin a reparar o millorar qualsevol procés de la depuradora que requereixi més d'una persona per fer-ho.

L'operari fixa s'encarrega de portar un control de neteja i manteniment de tots els elements de la planta així com; escombrar les vies de comunicació, enretirar possibles sòlids que puguin obturar les reixes o tamisos del pretractament, corroborar que tots els dispositius estan en marxa i funcionen correctament, comprovar que el reactor biològic funciona correctament, inspeccionar que totes les senyals d'advertència lumíniques funcionen correctament, etc.

En l'EDAR actual la necessitat de personal especialitzat i/o complementari fa que el cost d'exploració sigui igual a tenir dos empleats treballant 8 hores diàries de dilluns a divendres.

En l'EDAR dissenyada en canvi, el personal necessari és inferior perquè no requereix tant de manteniment ja que el reactor d'aiguamolls és un sistema simple en el que les funcions de manteniment són molt bàsiques i no necessiten de mà d'obra especialitzada. Concretament l'EDAR dissenyada requereix d'una persona que treballi 8 hores setmanals repartides de la forma més adient possible. El personal especialitzat necessari seria lleugerament inferior i les tasques on es necessites personal complementari també serien inferiors a les de l'EDAR actual. Per això en global s'esmenta que a l'EDAR dissenyada es requerirà d'una persona fixa a jornada completa.

Per a les diferents plantes hi ha diverses formes d'exploració i manteniment bàsicament perquè el tractament secundari i terciari de les aigües residuals és diferent en cada planta. Les infraestructures com el pretractament i l'estació de bombeig sí que requereixen del mateix personal que a l'EDAR actual ja que aquestes han estat dissenyades igualment i el flux de cabal de disseny ha estat el mateix que el de l'EDAR actual. Per tant aquestes infraestructures tindrien el mateix desgast i els mateixos residus i per això necessitarien el mateix manteniment.

L'infraestructura de tractament de fangs no requerirà de tant personal en el cas de la depuradora dissenyada, ja que la producció de fangs és més petita que en l'EDAR actual i això fa que el desgast de l'estructura sigui menor. Cal destacar que els fangs que es tractaran en la depuradora dissenyada no seran d'origen biològic com ho són en la planta actual, això també facilitarà les funcions de manteniment i reduirà la quantitat de personal necessari per al seu correcte funcionament.

La gran diferència en el personal requerit es troba en el reactor biològic i el reactor d'aiguamolls. Com ja s'ha mostrat anteriorment els aiguamolls construït requereixen de menor manteniment i mà d'obra no tant especialitzada. El reactor biològic en canvi sí que requereix de més manteniment i control i per tant d'una mà d'obra superior.

#### Punts forts, febles i específics

- Punts forts generals
  - Les dues instal·lacions tindran un bon manteniment per un correcte funcionament dels processos. El personal requerit tindrà les capacitats per dur una bona operació de les plantes.
- Punts febles generals
  - Les dues depuradores tindran la necessitat de comptar amb personal especialitzat i complementari per realitzar diverses funcions.
- Punts específics
  - L'EDAR dissenyada requereix de menys manteniment i personal que l'EDAR actual.
  - L'EDAR dissenyada requereix de menys personal especialitzat i/o complementari que la depuradora actual.
  - La diferència de personal entre les dues depuradores és de una persona a l'any a jornada completa.

## VALORACIÓ FINAL

### Paràmetres de l'H<sub>2</sub>O

En conclusió, en aquest vector, es pot observar que les dues depuradores poden arribar assolir tots els paràmetres de disseny i per tant a complir les lleis. S'ha observat que l'eliminació de la matèria orgànica i els sòlids continguts a l'aigua residual és molt efectiva en les dues depuradores i es troba en més d'un 90%. La depuració i el tractament dels nutrients (N i P) conté algunes diferències entre les depuradores. L'eliminació del Nitrogen és òptima a les dues depuradores i en alguns casos la depuradora dissenyada podria superar a l'actual. L'eliminació del fòsfor però es fa més complexa en l'EDAR dissenyada i es pot ajutsar amb processos de dosificació de productes químics. L'EDAR actual, en canvi, tracta el fòsfor sense dosificació i de manera bastant eficient, encara que alguns mesos superen el lílindar de concentració permès per llei. A igualtat de condicions de dosificació la depuradora actual obtindria millors resultats en la depuració del fòsfor cosa que seria un punt a favor, però les diferències no serien exageradament grans.

Així doncs, les diferències en la remoció de contaminants entre les dues estacions, no són gaire apreciables excepte en el fòsfor.

S'arriba a la conclusió que aquest vector no influiria tant en el procés de selecció entre una depuradora o una altre ja que les dues depuradores poden donar taxes d'eliminació molt elevades. Caldria observar tots els altres vectors específics d'estudi per proporcionar una visió més global i prendre la decisió final.

### Producció de Fangs

En aquest vector sí que s'observen moltes diferències al respecte.

En relació amb la producció de fangs es pot concloure que l'EDAR actual genera el doble de fangs que els que produiria l'EDAR dissenyada, això dona avantatges a l'EDAR dissenyada que requereix d'un tractament i una gestió de fangs menor. La reducció de la producció de fangs en l'EDAR dissenyada millora el procés de tractament dels fangs i abarateix els costos de manteniment i funcionament.

La gran diferència entre les dues depuradores en aquest aspecte seria un factor decisiu a l'hora d'obtenir la decisió final. Si només ens fixéssim en aquest aspecte, la depuradora ideal per al tractament de les aigües residuals amb menor producció de fangs seria la depuradora amb aigüamolls construïts. Però cal remarcar un altre cop, que no es pot decidir només guiant-se per aquest vector.

### Costos

Cal dir que aquest factor és un factor molt decisiu a l'hora de prendre decisions ja que hi ha poques subvencions i moltes vegades no es poden suportar les despeses generades per aquest tipus de projectes.

Si es separen els costos generals en costos capitals i d'explotació, s'observen moltes diferències. Els costos capitals en l'EDAR dissenyada són considerablement més elevats que en

la depuradora actual. En canvi, els costos d'exploració per any són més baixos en l'EDAR dissenyada que en l'actual.

Si ens interessés avaluar les estacions per els seus costos capitals sortiria guanyant l'EDAR actual, però sivaluem des del punt de vista dels costos d'exploració sortien guanyant els aiguamolls.

Estudiant-ho tot en conjunt, s'observa que la depuradora dissenyada tindria beneficis a comparació amb l'EDAR actual en relació amb els costos d'exploració amb els que tindria d'assolir al mateix temps, les pèrdues per la diferència en els costos d'exploració. El període de temps en el que la depuradora actual assoliria el pressupost de l'EDAR dissenyada oscil·la entre 3 i 4 anys. L'EDAR dissenyada podria arribar assolir les pèrdues en el cost capital en un període d'entre 3 i 4 anys.

En conclusió l'EDAR ideal en aquest aspecte seria dependent del tipus d'inversió que es vulgui fer. Si es creu convenient un pressupost d'execució més baix l'EDAR actual seria l'òptima i si es decideix invertir per obtenir beneficis a curt o mitjà plaç es decidirà construir l'EDAR dissenyada.

#### Personal

En la valoració d'aquest factor es conclou que l'EDAR actual requereix d'un major manteniment i d'un major personal, les despeses econòmiques d'aquest factor són superiors. L'EDAR dissenyada no requereix de tant personal per al seu correcte funcionament i això abarateix els costos de personal i així els costos d'exploració.

En el cas de Begues es busca una instal·lació no gaire complicada d'operar perquè funcioni correctament amb un simple operari sense especialització. Per tant pel que fa aquest vector l'opció més ideal seria l'estació depuradora dissenyada ja que no requerirà de tanta mà d'obra i el personal no requerirà de tanta especialització.

## CONCLUSIONS

S'ha complert l'objectiu del projecte: comparar els vectors de superfície, consum energètic i integració en el medi entre 2 tipus d'instal·lacions EDAR al municipi de Begues, una ja existent amb tractament secundari i terciari mitjançant un reactor biològic i una potencial amb tractament secundari i terciari mitjançant aiguamolls construïts.

Per tant i juntament amb el projecte *La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts? Estudi comparatiu dels vectors: Superfície, Consum energètic i Integració en el medi de la Susana Forero Sánchez*, ara es poden establir un seguit de conclusions que indiquen quina de les 2 tipologies d'instal·lació s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix.

La finalitat que es persegueix és altament complicada d'obtenir perquè depèn dels interessos dels actors implicats en la decisió d'instal·lar un tipus d'instal·lació depuradora o un altre. Així, es considera que no hi ha una opció correcta sobre l'altra, sinó que hi ha un seguit de vectors favorables o desfavorables per a cada tipus d'EDAR.

Els paràmetres de sortida de l'aigua ja tractada és l'únic vector que es podria classificar com a equivalent en tots 2 sistemes. El punt clau és que es poden arribar a assolir tots els valors límits d'abocament marcats per la legislació. Cal destacar, però, que s'ha decidit dividir aquest vector en 2 subvector: el tractament de matèria orgànica i sòlids en suspensió i el tractament de nutrients (nitrogen i fòsfor). Això és perquè el **tractament de nutrients pot arribar a ser igual en les 2 EDARs només si s'adjunta un equip d'addició química per la floculació de fòsfor en el cas dels aiguamolls construïts**. Aquest fet s'avalua com a un punt desfavorable pel sistema de tractament natural, ja que implica unes complicacions i costos afegides. **El tractament de matèria orgànica i sòlids en suspensió, en canvi, sí que és totalment igual en resultats efectius en els 2 tipus d'instal·lacions**.

En la producció de fangs, l'EDAR amb aiguamolls construïts resulta més adequada que amb reactor biològic. Havent fet l'estudi d'aquest vector, **s'ha aproximat la producció de fangs de la depuradora actual com el doble de la producció de la depuradora dissenyada amb tractament natural**. La producció de fangs primaris és aproximadament un 50% de la producció de fangs secundaris. S'ha de tenir en compte, no obstant, que la producció de fangs secundari en els aiguamolls no és que sigui inexistent, sinó que s'acumula en el llit i s'ha de buidar en un període entre 10 i 15 anys. Aquest punt no és desfavorable per l'EDAR amb "reed beds" perquè es tracta d'una activitat puntual i no d'una acció que requereixi d'un cost de tractament constant.

Quant el vector de costos, també s'ha vist necessària la divisió en 2 subvector: els costos capitals i els costos d'explotació. **Els costos capitals en la depuradora amb aiguamolls construïts són 1,11 vegades més elevats que en la depuradora sense aquests. En canvi, els costos d'explotació per any són 2,10 vegades menys**. El període de temps amb el que s'assoliria l'eliminació d'aquesta diferència de costos és de 3 a 4 anys. És a dir, entre 3 i 4 anys, l'EDAR amb aiguamolls aconseguiria eliminar la diferència de cost capital havent estalviat en costos de d'explotació any rere any.

En la valoració del vector de personal, la superioritat de la instal·lació amb "reed beds" envers la instal·lació existent és clara. **L'estació depuradora amb tractament natural requereix d'una persona menys que l'estació depuradora amb reactor biològic**, fet que abarateix els costos de personal i, així, els costos d'explotació. En l'EDAR actual la necessitat de personal especialitzat i/o complementari fa que el cost d'explotació sigui igual a tenir dos empleats treballant 8 hores diàries de dilluns a divendres. Els aiguamolls, en canvi, són un sistema simple en el que les

funcions de manteniment són molt bàsiques i només necessita un empleat treballant 8 hores diàries de dilluns a divendres.

La superfície és el vector més desfavorable pel sistema amb aiguamolls construïts. **La superfície requerida pels aiguamolls construïts és, aproximadament, 6,5 vegades més que la requerida pel reactor biològic.** Tot i que l'ús del sòl és més productiu, la instal·lació dels llits de canyís ocuparia l'espai de reserva i, per tant, en el cas d'arribar a un creixement del cabal a tractar fins els 2.400m<sup>3</sup>/dia s'hauria de procedir a expropiar més terreny.

En l'estudi del consum energètic s'ha pogut obtenir uns resultats relativament similars entre les 2 instal·lacions, sobretot en l'estructuració de consum per a cada etapa en el procés de tractament. **La diferència diària és únicament de 50kWh, consumint més l'EDAR existent. Això fa que el funcionament del sistema amb aiguamolls construïts permeti una reducció de les tones de CO<sub>2</sub> emeses cada any del 7%.**

Finalment, la superioritat de les "reed beds" sobre el reactor biològic en integració al medi ha estat clarament avaluada. Tot i que a la fase d'obra l'impacte ambiental sigui més important en el sistema amb aiguamolls, les afeccions en aquesta etapa són temporals. En la fase d'explotació, la majoria d'impactes corresponents a l'EDAR amb tractament natural resulten ser beneficis per a l'entorn natural i a més són a llarg termini. Així, **els aiguamolls construïts duen adjacents tot un seguit de beneficis ambientals que ajuden a integrar en el medi la instal·lació depuradora més fàcilment que en el cas del reactor biològic.**

Val la pena tenir en compte, tot i així, que no tots els vectors tenen el mateix pes. És a dir, hi ha alguns que són més decisius i altres que no es tenen gaire en consideració a l'hora de tirar endavant el projecte de construcció de l'EDAR.

#### Decisió dins el context socioeconòmic actual

Com a experts que han realitzat els estudis corresponents a cadascun d'aquests vectors ambientals que envolten la infraestructura es considera que el context social, polític i econòmic de Begues és el que ha marcaria més a l'hora de decidir la instal·lació de l'EDAR més adient. Tenint en compte les preferències més immediates, el vector de costos capitals i la superfície requerida, serien aquells que determinarien completament l'elecció de la depuradora sense el sistema de tractament natural (veure figura 35).

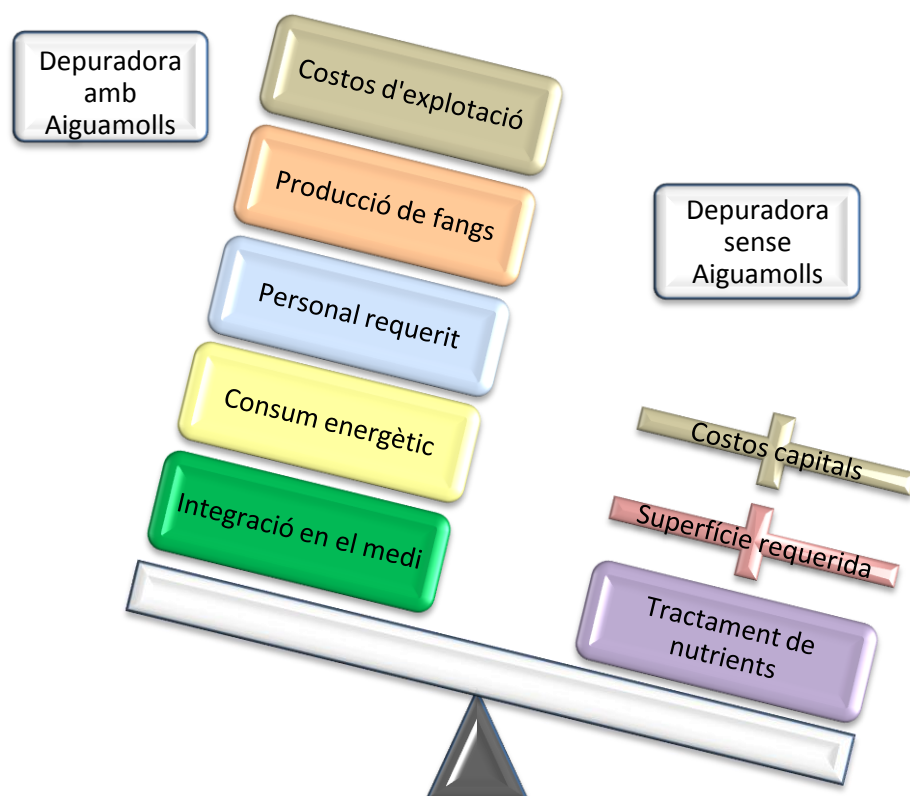


Figura 35: Balança de pes en l'elecció de l'EDAR més adient segons el context socioeconòmic actual.  
Font: pròpia.

Tot i haver més nombre de vectors que s'han avaluat al llarg del projecte com a punts favorables de la depuradora amb aiguamolls, els 2 de més pes són punts forts de l'EDAR sense el sistema natural.

El fet que vectors com els costos d'explotació, la producció de fangs, el personal requerit i el consum energètic no adquireixin el mateix pes i importància és perquè tenen un abast a llarg termini i, mantenint-se en el context actual, perden atenció al costat de vectors que tenen potser una potència més elevada tot i que tinguin un abast temporal o a curt termini. Tant la producció de fangs, com el personal requerit com el consum energètic col·laboren a reduir els costos de manteniment de l'EDAR amb aiguamolls en referència a l'EDAR sense aquests.

El tractament de nutrients, tot i haver estat dissenyada l'EDAR actual amb l'objectiu de tractar el nitrogen i fòsfor per arribar als límits legals de vessament en una zona considerada com a sensible, no ha estat caracteritzat com a un vector de gran pes. Les aigües de la riera de Begues no arriben a desembocar a cap acumulació d'aigües continentals que puguin ser susceptibles de ser eutrofitzades, ja que es perden pel terreny càrstic de la zona. Així mateix, les aigües van relativament poc carregades d'aquests elements de manera que la contaminació dels aqüífers no resultaria un impacte important.

La integració en el medi i segons el context d'anàlisi sempre ha ocupat un segon pla en les decisions d'aquest caire. La causa principal és el fet de no tenir repercussions directes en els éssers humans. Tot i semblar tenir-se en compte, habitualment és per donar una imatge de sostenibilitat i integració natural que amaga una realitat diferent. La idea més comuna concebuda en aquest àmbit és dur a terme les mesures correctores i d'adaptació a l'entorn el més ajustades i avançades possible.

Els costos capitals són claus perquè, en la majoria dels casos, les subvencions són escasses i de pressupost limitat, de manera que és definitori el fet de poder estalviar el màxim possible en la inversió inicial o costos directes de la construcció de la infraestructura. La diferència de 376.784,00€ entre els costos capitals de les 2 instal·lacions avaluades marcaria, per tant, una decisió clarament favorable en la construcció de l'EDAR sense aiguamolls. Passarien desapercebuts, doncs, els costos d'explotació com a vector favorable de la depuradora amb "reed beds", tot i que els estalvis econòmics començarien a fer-se efectius en 3 o 4 anys.

Per altra banda, la superfície requerida s'ha considerat com el vector més decisiu. És clar que Catalunya no és un territori caracteritzat per grans extensions de sòl disponible. L'emplaçament destinat per la construcció de l'EDAR de Begues és una zona totalment encaixada en una vall i amb un espai relativament limitat. La instal·lació d'aiguamolls, gràcies al fet d'usar-se la tecnologia FBA, permet ocupar el mateix espai perimetral que la depuradora amb reactor biològic, però impossibilita la possible futura ampliació de la planta. Així, només per aquest vector, la decisió de instal·lar una depuradora convencional seria segura.

**La decisió segons el context socioeconòmic actual, per tant, seria la instal·lació d'una depuradora de tractament convencional a l'emplaçament d'estudi.**

En aquest projecte, tot i ser realistes exposant les conclusions en un marc actual, també s'ha volgut avaluar quin punt de vista seria adequat adaptar-lo també a l'hora de determinar quina EDAR s'ajusta més a les necessitats del municipi de Begues.

#### Decisió amb la integració del context ambiental i sostenible

Com a experts que han realitzat els estudis corresponents a cadascun d'aquests vectors ambientals que envolten la infraestructura, es considera que el context ambiental i sostenible s'ha d'incloure i integrar-lo de manera global amb el context socioeconòmic avaluat anteriorment.

En aquest cas, tenint en compte una visió integrada dels 2 contextos, tots els vectors adquiririen un pes important, podent exceptuar el tractament de nutrients pels motius ja exposats. Així doncs, ja no es determinaria de manera clara l'elecció de la depuradora més adient (veure figura 36).

La menor producció de fangs, el menys requeriment de personal i el menor consum energètic, es reflecteixen en menors costos d'explotació. Tot i que els costos capitals hagin d'invertir-se de forma directa, s'ha de pensar en quin període es pot arribar a amortitzar; de 3 a 4 anys en el cas d'estudi. La visió a llarg termini és un fet que s'ha d'incorporar en les decisions d'aquestes característiques de forma immediata.

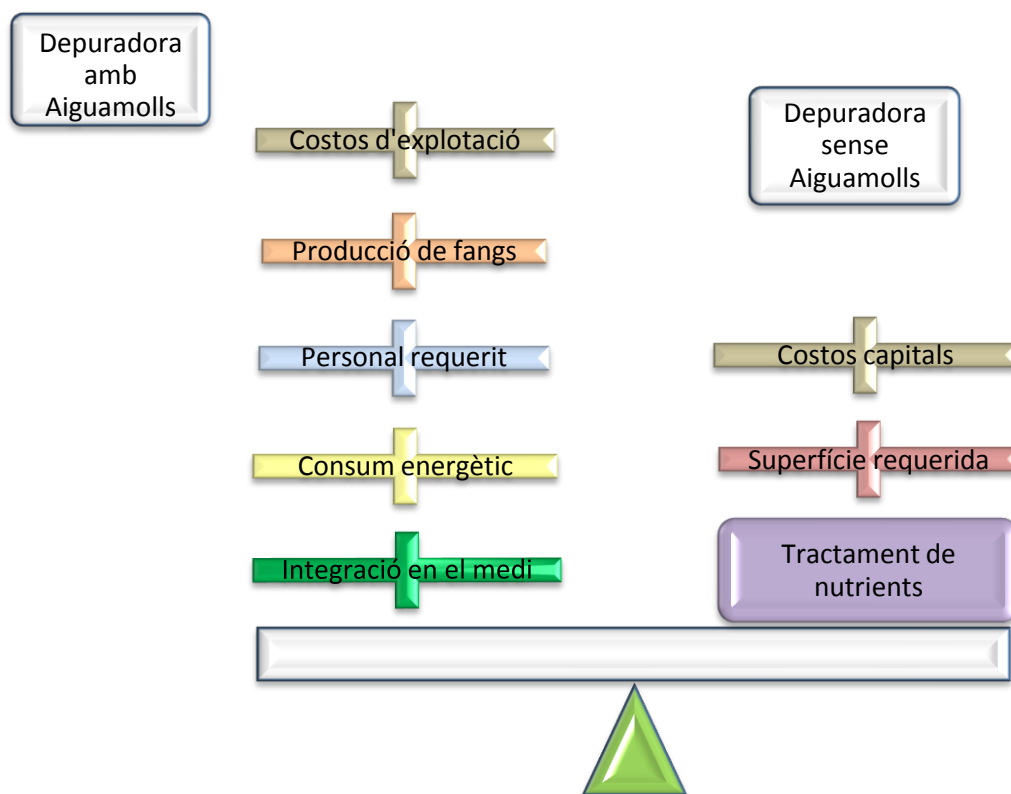


Figura 36: Balança de pes en l'elecció de l'EDAR més adient segons una visió integrada. Font: pròpia.

Una reducció del 7% d'emissions cada any és una dada molt important si no es deixa de banda el context de canvi climàtic actual. És necessària una reducció de la contaminació per tal de canviar la direcció de desenvolupament i assolir un creixement sostenible amb l'adaptació de noves tecnologies més respectuoses amb el medi ambient.

La integració en el medi, per tant, no ha de ser un vector secundari. Ja de per sí, i en el cas d'estudi pel fet de situar-se en el parc natural del Garraf, és una vessant digna de ser avaluada al detall i de ser atesa en un primer pla. Tot i que les repercussions en l'ésser humà no siguin directes, no cal oblidar que l'entorn natural és l'entorn de desenvolupament antròpic. Sense aquest, l'evolució de l'home no disposaria de la base i sustentació que li és pròpia.

Havent donat el pes que es creu que aquests vectors tenen realment, la situació resultant és completament diferent a la contemplada únicament des del punt de vista socioeconòmic. Hi ha un equilibri potencial entre les 2 opcions. Els costos capitals i la superfície requerida segueixen sent factors decisius, però hi ha una sèrie de punts competents que poden arribar a igualar el seu pes.

Sent de nou realistes, però, i dins el marc de situació del municipi de Begues, la superfície és el factor amb més determinació. Les característiques de l'emplaçament dificulten considerablement la instal·lació d'un sistema d'aiguamolls amb una visió de continuïtat en el futur. No tenint aquesta limitació, l'opció de les "reed beds" seria contemplada amb moltes més possibilitats.

Així, les “reed beds” no són el sistema ideal en tots els casos. Mereixen, com qualsevol tecnologia, d'un estudi detallat de les seves funcions però també de l'emplaçament on serà desenvolupada i dels requisits de la zona. Se'ls hi ha de donar, no obstant, una atenció especial perquè representen una opció de tractament de les aigües residuals sostenible i natural amb un consum energètic gairebé nul (si no són FBA) i amb una integració gairebé perfecta en el medi ambient.

La decisió segons una visió integrada no permetria una clara elecció d'una depuradora o altra. En aquest cas hi hauria un cert equilibri que es resoldria probablement a favor de l'EDAR sense aiguamolls per la limitació de la superfície, però que es podria arribar a resoldre a favor de l'EDAR amb tractament natural si s'arribés a prioritzar altres vectors de pes com: els costos d'explotació, la producció de fangs, el personal requerit, el consum energètic o la integració en el medi.

## PRESSUPOST

### Despeses directes

Preu d'una hora treballada: 20€

| Concepte                                  | Unitats                                 | Preu individual (€) | Preu total (€) |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|----------------|
| Reunions tutoritzades i amb experts       | 50 hores                                | 20                  | 1000           |
| Treball recopilació informació i redacció | 96 hores                                | 20                  | 1920           |
| Dietes                                    | 5 menús Staffordshire                   | 15                  | 75             |
| Desplaçaments                             | 12 viatges transport públic 2 zones     | 3,14                | 37,68          |
|                                           | 1 bitllet Staffordshire                 | 125,60              | 125,60         |
|                                           | 2 desplaçaments aeroport-Staffordshire  | 10                  | 20             |
|                                           | desplaçaments interns per Staffordshire | -                   | 30             |
| Materials                                 | negligibles                             | negligibles         | negligibles    |
| <b>Total</b>                              |                                         |                     | <b>3208,28</b> |

Taula 20: Pressupost del projecte. Font: pròpia.

- Reunions tutoritzades i amb experts

Es tenen en compte les 7 reunions amb en Pep Puig, tutor del projecte, de 3 hores cadascuna, fent un total de 21 hores.

S'ha d'afegir les 3 reunions amb en Josep Gassó, director de la depuradora de Begues, de 5 hores cadascuna, fent un total de 15 hores.

S'ha d'afegir les 2 reunions amb en David Cooper, el director de l'empresa A.R.M. a Staffordshire, Anglaterra, de 5 hores cadascuna, fent un total de 10 hores.

Finalment, s'ha d'afegir la reunió amb en Antonio Palacios, cap del Servei de Sanejament i Desguàs de l'Entitat Metropolitana dels Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMSHTR), de 4 hores, fent un total de 4 hores.

Per tant, el conjunt de reunions tutoritzades sumen un total de 50 hores.

- Treball recopilació informació i redacció

Es tenen en compte les 12 setmanes de dedicació a la recopilació d'informació i redacció, 8 hores de treball cada setmana, fent un total de 96 hores.

- Dietes

Es té en compte l'estància a Staffordshire durant 5 dies, el menú diari de l'hotel Marston's INNS de 15€.

- Desplaçaments

Es té en compte els 12 dies extres que s'han requerit de desplaçament amb transport públic a la U.A.B. únicament per motiu del projecte. 1 viatge (anada i tornada) té un preu de 3,14€.

S'ha d'afegir el bitllet d'avió d'anada i tornada a Staffordshire, amb un preu de 125,60€.

S'ha d'afegir els 2 desplaçaments aeroport-Staffordshire, amb un preu de 10€ cadascun.

Finalment, s'ha d'afegir els desplaçaments interns amb transport públic per Staffordshire durant els 5 dies d'estància, que fan un total de 30€.

Per tant, el conjunt de desplaçaments sumen un total de 213,28€.

#### Despeses indirectes

[Indirectes =  $0,21 \cdot \text{Directes}$ ], segons el barem de càlcul de projectes de la U.A.B.

Indirectes =  $0,21 \cdot 3208,28\text{€} = 673,74\text{€}$

#### Total

[Directes + Indirectes]

Total =  $3208,28\text{€} + 673,74\text{€} = 3882,02\text{€}$

Aplicant el 18% d'I.V.A. = 698,76€

Estimació del pressupost total del projecte =  $3882,02\text{€} + 698,76\text{€} = \underline{\underline{4580,78\text{€}}}$

## PROGRAMACIÓ

| Activitats                                                              | Maig |   |   |   | Juny |   |   |   | Juliol |   |   |   | Agost |   |   |   | Setembre |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|---|---|---|----------|---|---|---|
|                                                                         | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 |
| Elecció del projecte                                                    |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Recerca d'informació general                                            |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Redacció de l'índex                                                     |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Visita a A.R.M., Staffordshire                                          |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Treball de camp i visites a la depuradora de Begues: recollida de dades |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Tractament, anàlisi i redacció de dades                                 |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Recerca d'informació i redacció dels antecedents                        |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Redacció del marc d'estudi i de l'inventari de dades                    |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Diagnosi dels resultats i valoració final                               |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Elaboració de les conclusions                                           |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Estructura del document final del projecte                              |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Revisions del document final                                            |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |
| Preparació i defensa del projecte                                       |      |   |   |   |      |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |          |   |   |   |

Taula 21: Programació del projecte. Font: pròpia.

## ACRÒNIMS, SÍMBOLS I ABREVIACIONS

|                    |                                                                                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| %                  | Percentatge                                                                     |
| ‰                  | Tant per mil                                                                    |
| /                  | Divisió                                                                         |
| €                  | Euro                                                                            |
| +                  | Suma                                                                            |
| -                  | Resta                                                                           |
| <                  | Menor que                                                                       |
| =                  | Igual                                                                           |
| >                  | Major que                                                                       |
| ≤                  | Menor o igual que                                                               |
| ≥                  | Major o igual que                                                               |
| °C                 | Graus Centígrads                                                                |
| ·                  | Multiplicació                                                                   |
| ACA                | Agència Catalana de l'Aigua                                                     |
| AMB                | Àrea Metropolitana de Barcelona                                                 |
| ARM/A.R.M.         | "Agricultural Requisites and Mechanizations"                                    |
| CE                 | Comunitat Europea                                                               |
| Cl <sub>3</sub> Fe | Clorur fèrric                                                                   |
| CMR                | "Water Research Council"                                                        |
| D.E.               | Directiva europea                                                               |
| dam <sup>3</sup>   | Decàmetre cúbic                                                                 |
| DBO                | Demanda Biològica d'Oxigen                                                      |
| DBO <sub>5</sub>   | Demanda Biològica d'Oxigen de 5 dies                                            |
| DQO                | Demanda Química d'Oxigen                                                        |
| EDAR               | Estació Depuradora d'Aigües Residuals                                           |
| EDARs              | Estacions Depuradores d'Aigües Residuals                                        |
| EEUU               | Estats Units                                                                    |
| EMA/EMMA           | Entitat del Medi Ambient o Entitat Metropolitana del Medi Ambient               |
| EMSHTR             | Entitat Metropolitana dels Serveis Hidràulics i Tractament de Residus           |
| EMSSA              | Empresa Metropolitana de Sanejament                                             |
| EPDM               | "Ethylene Propylene Diene Monomer"                                              |
| FBA                | "Forced Bed Aeration"                                                           |
| FWS                | "Surface Flow Constructed Wetlands" o "Free Water Surface Constructed Wetlands" |
| g                  | Gram                                                                            |
| GPS                | "Global Positioning System"                                                     |
| h                  | Hora                                                                            |
| Ha                 | Hectàrea                                                                        |
| hab                | Habitant                                                                        |
| hab-eq             | Habitant equivalent                                                             |
| HF                 | "Horizontal Flow"                                                               |
| hm <sup>3</sup>    | Hectòmetre cúbic                                                                |
| ICC                | Institut Cartogràfic de Catalunya                                               |
| ICTA               | Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals                                     |
| IDESCAT            | Institut d'Estadística de Catalunya                                             |
| IVA                | Impost sobre el Valor Afegit                                                    |
| Kg                 | Kilogram                                                                        |
| km                 | Kilòmetres                                                                      |

|                                   |                                                                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>km<sup>2</sup></b>             | Kilòmetre quadrat                                                              |
| <b>kWh</b>                        | Kilowatts Hora                                                                 |
| <b>L</b>                          | Litre                                                                          |
| <b>Ltd.</b>                       | "Limited"                                                                      |
| <b>m</b>                          | Metre                                                                          |
| <b>m.s.</b>                       | Matèria seca                                                                   |
| <b>m<sup>2</sup></b>              | Metre quadrat                                                                  |
| <b>m<sup>3</sup></b>              | Metre cúbic                                                                    |
| <b>mg</b>                         | Mil·ligrams                                                                    |
| <b>min</b>                        | Minut                                                                          |
| <b>MLSS</b>                       | "Mixed Liquor Suspended Solids"                                                |
| <b>mm</b>                         | Mil·límetre                                                                    |
| <b>MMP</b>                        | "Meadow/Marsh/Pond"                                                            |
| <b>N</b>                          | Nitrogen                                                                       |
| <b>N<sub>2</sub></b>              | Nitrogen gas                                                                   |
| <b>NaClO</b>                      | Hipoclorit sòdic                                                               |
| <b>NH<sub>3</sub>-N</b>           | Nitrogen amoniacal                                                             |
| <b>NH<sub>4</sub></b>             | Amoni                                                                          |
| <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b> | Ió Amoni                                                                       |
| <b>NO<sub>2</sub></b>             | Nitrit                                                                         |
| <b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b> | Ió Nitrit                                                                      |
| <b>NO<sub>3</sub></b>             | Nitrat                                                                         |
| <b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> | Ió Nitrat                                                                      |
| <b>NTK</b>                        | Nitrogen Total Kjeldahl                                                        |
| <b>O<sub>2</sub></b>              | Oxigen                                                                         |
| <b>OD</b>                         | Oxigen Dissolt                                                                 |
| <b>P</b>                          | Fòsfor                                                                         |
| <b>PEIN</b>                       | Pla d'Espais d'Interès Natural                                                 |
| <b>PLC</b>                        | Controladors Lògics Programables                                               |
| <b>PSARU</b>                      | Programa de Sanejament d'Aigües Residuals Urbanes                              |
| <b>Q</b>                          | Cabal d'aigües residuals a tractar                                             |
| <b>RANN</b>                       | "National Science Foundation's Division of Research Applied to National Needs" |
| <b>RBTS</b>                       | "Reed beds"                                                                    |
| <b>RD</b>                         | Reial Decret                                                                   |
| <b>SFS</b>                        | "Subsurface Flow Constructed Wetlands"                                         |
| <b>SS</b>                         | Sòlids en Suspensió                                                            |
| <b>SST</b>                        | Sòlids en Suspensió Totals                                                     |
| <b>STRB</b>                       | "Sludge Treatment Reed Beds"                                                   |
| <b>UAB</b>                        | Universitat Autònoma de Barcelona                                              |
| <b>UPC</b>                        | Universitat Politècnica de Barcelona                                           |
| <b>UV</b>                         | Ultraviolada                                                                   |
| <b>VF</b>                         | "Vertical Flow"                                                                |
| <b>vs.</b>                        | "Versus"                                                                       |
| <b>X</b>                          | Per                                                                            |
| <b>PEM</b>                        | Pressupost d'Execució Material                                                 |
| <b>Tm</b>                         | Tones de matèria                                                               |
| <b>TMS</b>                        | Tones de Matèria Seca                                                          |
| <b>%MS</b>                        | Tant per cent Matèria Seca                                                     |
| <b>SAI</b>                        | Sistema d'Alimentació Ininterrumpuda                                           |
| <b>mg/L</b>                       | Mil·ligram per Litre                                                           |
| <b>H<sub>2</sub>O</b>             | Aigua                                                                          |

|                   |                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>mg N/L</b>     | Mil·ligram Nitrogen per Litre                                                   |
| <b>mg P/L</b>     | Mil·ligram Fòsfor per Litre                                                     |
| <b>UNE 157001</b> | Norma Espanyola,Febrer 2002 “Criteris generals per a l’elaboració de projectes” |
| <b>RG-LCAP</b>    | Reglament General de la Llei de Contractes de les Administracions Públiques     |
| <b>€/any</b>      | Euros per any                                                                   |

## BIBLIOGRAFIA

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), [aca-web.gencat.cat/aca/](http://aca-web.gencat.cat/aca/). Accés 13 de maig, 2010, 28 de juliol, 2010 i 13 d'agost, 2010.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient, Volumes de ponències, III i IV jornades tècniques de gestió de sistemes de sanejament d'aigües residuals, "tractament i valorització de fangs" i "energia i sanejament".

Ajuntament de Begues, [www.begues.cat/](http://www.begues.cat/). Accés 1 de maig, 2010 i 16 de juliol, 2010.

Aquapedia, [www.aquapedia.com/](http://www.aquapedia.com/). Accés 25 de juliol 2010.

ARM i ARM Ibèrica, [www.armreedbeds.co.uk/](http://www.armreedbeds.co.uk/). Accés 2 de maig, 2010, 10 d'abril, 2010 i 16 d'agost, 2010.

ARM Ibèrica (2010), "Estación Depuradora del Polígono Industrial y Varios Núcleos del Ayuntamiento de A Cañiza".

"Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education", [www.aashe.org/](http://www.aashe.org/). Accés 21 d'agost, 2010.

Begues, pàgina Web no oficial, pel consultor Juan Rodríguez, [www.begues.net/](http://www.begues.net/). Accés 17 de maig, 2010 i 18 de maig, 2010.

Brix, Hans i A. Arias, Carlos (2005), "The use of vertical flow constructed wetland for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines".

Collado, Ramón (2000), "Diseño de estaciones de depuración de aguas residuales en pequeños y medianos núcleos".

COMSERPRO, Portal de Actualidad y Servicios, [www.comserpro.com](http://www.comserpro.com)

Diari el Periódico, [www.elperiodico.com/](http://www.elperiodico.com/). Accés 2 d'agost, 2010.

Diputació de Barcelona, [www.diba.es/](http://www.diba.es/). Accés 7 de juliol, 2010.

EIA, Escuela Internacional de Ingenieria de Andalucia, [www.prueba2.aquapedia.org/](http://www.prueba2.aquapedia.org/). Accés 26 de juliol 2010.

"Elsevier", [www.elsevier.com/](http://www.elsevier.com/). Accés 10 de maig, 2010, 1 de juliol 2010.

Empresa Metropolitana de Sanejament (EMSSA), [www.emssa.com/](http://www.emssa.com/). Accés 10 de maig, 2010 i 2 de juliol, 2010.

Enciclopèdia catalana, [www.enciclopedia.cat/](http://www.enciclopedia.cat/). Accés 9 de maig, 2010.

Entitat del Medi Ambient (EMA), Llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes.

Entitat Metropolitana del Medi Ambient (EMA), [www.amb.cat/](http://www.amb.cat/). Accés 10 de maig, 2010 i 2 de juliol, 2010.

Escola Tècnica Superior de Camins, Canals i Ports de Barcelona, [media-camins.upc.edu/](http://media-camins.upc.edu/). Accés 28 de juny.

Fernando González Fernández de Valderrama (2007), "Mediciones y Presupuestos".

García Martínez, Francisco Javier (2006), "Estudio técnico de viabilidad de depuración de aguas residuales en los anejos de Galera: Cortijo del Cura, La Alquería y La Ribera".

Garcia, Joan i Corzo, Angélica (2008), "Depuración con Humedales Construidos".

Garcia, Joan.; Ojeda, E.; Sales, E.; Chico, F.; Píriz, T.; Aguirre, P. i Mujeriego, R. (2003), "Spatial variations of temperature, redox potential, and contaminants in horizontal flow reed beds".

Garcia, Joan; Aguirre, Paula; Barragán, Jesús; Mujeriego, Rafael; Matamoros, Víctor i M.Bayona, Josep (2005), "Effect of key design parameters on the efficiency of horizontal subsurface flow constructed wetlands".

Garcia, Joan; Mujeriego, R.; Obis, J.M. i Bou, J. (2001), "Wastewater treatment for small communities in Catalonia (Mediterranean region)".

"Google Maps", [maps.google.es](http://maps.google.es). Accés 11 de juliol, 2010.

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), [www.icc.cat/](http://www.icc.cat/). Accés 10 de maig, 2010 i 28 de juny, 2010.

Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), [www.idescat.cat/](http://www.idescat.cat/). Accés 2 de maig, 2010, 13 de juny, 2010, 1 de juliol, 2010.

Kadlec & Knight (1996), "Treatment Wetlands".

Lara Borrero, Jaime Andrés (1999), "Depuración de Aguas Residuales con Humedales Artificiales".

Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, [mediambient.gencat.cat/](http://mediambient.gencat.cat/). Accés 20 de juliol, 2010 i 21 de juliol, 2010.

Metcalf & Eddy (1991), "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse".

Mujeriego, R. i Garcia, J. (1999), "Definición de tratamiento adecuado para los municipios de menos de 2000 hab-eq de Cataluña".

Municipis i comarques de Catalunya, [www.municat.net/](http://www.municat.net/). Accés 13 de maig, 2010.

Parc natural del Garraf, [www.diba.es/parcsn/parcs/index.asp?parc=10](http://www.diba.es/parcsn/parcs/index.asp?parc=10). Accés 29 de juny, 2010.

Projecte Millora del sanejament d'aigües residuals al municipi de Begues, Projecte constructiu de la nova depuradora.

Puigagut, J.; Villaseñor, J.; Salas, J.; Bécares, E. i Garcia, J. (2007), "Subsurface-flow constructed wetlands in Spain for the sanitation of small communities: a comparative study".

RD Llei 11/1995, pel que s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.

RD Llei 509/1996, del desenvolupament del Reial Decret Llei 11/1995.

Robusté, J. (2004), "Humedales en explotación, experiencia en Catalunya".

Rousseau, D.P.L.; Vanrolleghem, P.A. i Pauw, N.D. (2004), "Constructed wetlands in Flanders: a performance analysis".

"Science Direct", [www.sciencedirect.com/](http://www.sciencedirect.com/). Accés 10 de maig, 2010, 1 de juliol 2010.

"Scientific Web", [www.scientific-web.com/](http://www.scientific-web.com/). Accés 9 de juliol, 2010.

"Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y el Tratamiento de Aguas Residuales" (TECSPAR), [www.tecspar.org/](http://www.tecspar.org/). Accés 15 de juliol, 2010.

Taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Taules de registre de l'EDAR antiga de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Universitat Politècnica de Catalunya, [www.upc.edu/](http://www.upc.edu/). Accés 8 de maig, 2010, 12 de maig, 2010, 5 de juliol, 2010.

Universitat Politècnica de Catalunya, "Medi Ambient i Tecnologia" Guía Ambiental de la UPC (1998).

Vymazal, Jan (2002), "The use of sub-surface constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic: 10 years' experience".

Vymazal, Jan (2006), "Removal of nutrients in various types of constructed wetlands".

Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, [www.xtec.cat/](http://www.xtec.cat/). Accés 21 de juliol, 2010.

## ANNEXOS

Gràfic 2, evolució de la població de Begues des del 1998.

| Any  | Població |
|------|----------|
| 1998 | 3.580    |
| 1999 | 3.838    |
| 2000 | 4.189    |
| 2001 | 4.553    |
| 2002 | 4.775    |
| 2003 | 5.023    |
| 2004 | 5.284    |
| 2005 | 5.470    |
| 2006 | 5.699    |
| 2007 | 5.898    |
| 2008 | 6.078    |
| 2009 | 6.271    |

Font: pròpia en base a les dades de [www.idescat.cat](http://www.idescat.cat).

Gràfic 3, 4 i 5, consum d'aigua dels municipis vs. població.

| CONSUM PER MUNICIPI (dam <sup>3</sup> /any), 2003 |          |         |           |         |
|---------------------------------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Municipi                                          | Domèstic | No dom. | Municipal | Total   |
| Barcelona                                         | 74.181   | 32.502  | 7.848     | 114.531 |
| Begues                                            | 389      | 86      | 26        | 501     |
| Torrelles de Llobregat                            | 284      | 19      | 5         | 308     |

| CONSUM PER MUNICIPI (dam <sup>3</sup> /any), 2004 |          |         |           |         |
|---------------------------------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Municipi                                          | Domèstic | No dom. | Municipal | Total   |
| Barcelona                                         | 72.577   | 33.306  | 7.611     | 113.494 |
| Begues                                            | 361      | 92      | 18        | 471     |
| Torrelles de Llobregat                            | 278      | 27      | 6         | 311     |

| CONSUM PER MUNICIPI (dam <sup>3</sup> /any), 2005 |          |         |           |         |
|---------------------------------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Municipi                                          | Domèstic | No dom. | Municipal | Total   |
| Barcelona                                         | 70.320   | 32.716  | 6.538     | 109.574 |
| Begues                                            | 366      | 123     | 26        | 515     |
| Torrelles de Llobregat                            | 286      | 25      | 6         | 318     |

| CONSUM PER MUNICIPI (dam <sup>3</sup> /any), 2006 |          |         |           |         |
|---------------------------------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Municipi                                          | Domèstic | No dom. | Municipal | Total   |
| Barcelona                                         | 68.242   | 32.623  | 6.257     | 107.122 |

|                        |     |     |    |     |
|------------------------|-----|-----|----|-----|
| Begues                 | 380 | 123 | 31 | 528 |
| Torrelles de Llobregat | 300 | 29  | 7  | 336 |

| <b>CONSUM PER MUNICIPI (dam<sup>3</sup>/any), 2007</b> |          |         |           |         |
|--------------------------------------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Municipi                                               | Domèstic | No dom. | Municipal | Total   |
| Barcelona                                              | 65.681   | 31.717  | 6.374     | 103.772 |
| Begues                                                 | 375      | 109     | 32        | 516     |
| Torrelles de Llobregat                                 | 289      | 28      | 5         | 322     |

| <b>CONSUM PER MUNICIPI (dam<sup>3</sup>/any), 2008</b> |          |         |           |         |
|--------------------------------------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Municipi                                               | Domèstic | No dom. | Municipal | Total   |
| Barcelona                                              | 65.688   | 30.374  | 4.139     | 100.201 |
| Begues                                                 | 315      | 82      | 17        | 414     |
| Torrelles de Llobregat                                 | 253      | 19      | 8         | 280     |

Font: pròpia en base als llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes proporcionats per l'EMA.

#### Gràfic 6, consum d'aigua per habitant i per dia

| <b>CONSUM PER HABITANT, 2003</b> |                                  |           |                                   |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Municipi                         | Domèstic (dam <sup>3</sup> /any) | Habitants | Consum per hab.<br>(L/hab. i dia) |
| Barcelona                        | 74.181                           | 1.582.738 | 128,41                            |
| Begues                           | 389                              | 5.023     | 212,17                            |
| Torrelles de Llobregat           | 284                              | 4.115     | 189,08                            |

| <b>CONSUM PER HABITANT, 2004</b> |                                  |           |                                   |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Municipi                         | Domèstic (dam <sup>3</sup> /any) | Habitants | Consum per hab.<br>(L/hab. i dia) |
| Barcelona                        | 72.577                           | 1.578.546 | 125,96                            |
| Begues                           | 361                              | 5.284     | 187,12                            |
| Torrelles de Llobregat           | 278                              | 4.324     | 175,89                            |

| <b>CONSUM PER HABITANT, 2005</b> |                                  |           |                                   |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Municipi                         | Domèstic (dam <sup>3</sup> /any) | Habitants | Consum per hab.<br>(L/hab. i dia) |
| Barcelona                        | 70.320                           | 1.593.075 | 120,93                            |
| Begues                           | 366                              | 5.470     | 183,48                            |
| Torrelles de Llobregat           | 286                              | 4.604     | 170,14                            |

| CONSUM PER HABITANT, 2006 |                     |           |                                   |
|---------------------------|---------------------|-----------|-----------------------------------|
| Municipi                  | Domèstic (dam3/any) | Habitants | Consum per hab.<br>(L/hab. i dia) |
| Barcelona                 | 68.242              | 1.605.602 | 116,44                            |
| Begues                    | 380                 | 5.699     | 182,68                            |
| Torrelles de Llobregat    | 300                 | 4.861     | 169,08                            |

| CONSUM PER HABITANT, 2007 |                     |           |                                   |
|---------------------------|---------------------|-----------|-----------------------------------|
| Municipi                  | Domèstic (dam3/any) | Habitants | Consum per hab.<br>(L/hab. i dia) |
| Barcelona                 | 65.681              | 1.595.110 | 112,81                            |
| Begues                    | 375                 | 5.898     | 174,19                            |
| Torrelles de Llobregat    | 289                 | 4.974     | 159,18                            |

| CONSUM PER HABITANT, 2008 |                     |           |                                   |
|---------------------------|---------------------|-----------|-----------------------------------|
| Municipi                  | Domèstic (dam3/any) | Habitants | Consum per hab.<br>(L/hab. i dia) |
| Barcelona                 | 65.688              | 1.615.908 | 111,37                            |
| Begues                    | 315                 | 6.078     | 141,99                            |
| Torrelles de Llobregat    | 253                 | 5.208     | 133,09                            |

Font: pròpia en base als llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes proporcionats per l'EMA.

#### Gràfic 8, cabal tractat per la depuradora de Begues

| Any  | Cabal (m <sup>3</sup> /dia) |
|------|-----------------------------|
| 2003 | 899                         |
| 2004 | 917                         |
| 2005 | 870                         |
| 2006 | 884                         |
| 2007 | 906                         |
| 2008 | 1.026                       |
| 2009 | 1.055                       |

Font: pròpia en base als llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes proporcionats per l'EMA i a les taules de registre de l'EDAR de Begues proporcionades per l'EMSSA.

#### Gràfic 17, Rendiment d'eliminació dels contaminants sense dosificació

|         | Rendiment EDAR Actual | Rendiment EDAR dissenyada |
|---------|-----------------------|---------------------------|
| SS      | 97,3                  | 95                        |
| DBO5    | 98,7                  | 95                        |
| NTK     | 89,2                  | 90                        |
| P total | 73,8                  | 65                        |

Font: pròpia en base a taules de registre de l'EDAR de Begues.

Gràfic 18, Rendiment d'eliminació de contaminants amb dosificació

|         | Rendiment EDAR Actual | Rendiment EDAR dissenyada |
|---------|-----------------------|---------------------------|
| SS      | 97,3                  | 95                        |
| DBO5    | 98,7                  | 95                        |
| NTK     | 89,2                  | 90                        |
| P total | 90,0                  | 85                        |

Font: pròpia en base a taules de registre de l'EDAR de Begues.

Gràfic 24, Resum Costos d'Obra Civil a l'EDAR actual

| DESIGNACIÓ                            | IMPORT     |
|---------------------------------------|------------|
| MOVIMENT GENERAL DE TERRES            | 241.174,33 |
| CONNEXIÓ COL·LECTOR BEGUES            | 6.115,27   |
| EDIFICI DE PRETRACTAMENT              | 215.004,11 |
| REACTOR BIOLÒGIC                      | 244.698,16 |
| DECANTADOR                            | 89.283,94  |
| ARQUETA DESINFECCIÓ                   | 14.329,31  |
| POU DE RECIRCULACIÓ I PURGA           | 21.715,55  |
| EDIFICI DE BUFANTS                    | 20.961,65  |
| ESPESSIDOR DE FANGS                   | 16.739,19  |
| CENTRE DE FANGS                       | 52.039,44  |
| EDIFICI DE CONTROL                    | 53.997,47  |
| ARQUETES DE DESODORITZACIÓ            | 26.128,25  |
| CONDUCCIONS DEL PROCÉS                | 12.371,63  |
| URBANITZACIÓ, JARDINERIA I ACABATS    | 237.327,11 |
| ACCÉS A LA DEPURADORA                 | 194.221,53 |
| MESURES CORRECTORES                   | 26.962,94  |
| OBRA CIVIL INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES | 31.331,51  |
| ACCÉS PROVISIONAL                     | 16.379,01  |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues.

Gràfic 25, Resum Costos d'Equips a l'EDAR actual

| DESIGNACIÓ                 | IMPORT     |
|----------------------------|------------|
| CONNEXIÓ COL·LECTOR BEGUES | 6.749,18   |
| PRETRACTAMENT              | 267.748,34 |
| REACTOR BIOLÒGIC           | 59.768,17  |
| DECANTADOR                 | 15.758,37  |
| DESINFECCIÓ                | 25.570,42  |
| RECIRCULACIÓ I PURGA       | 21.676,77  |
| BUFANTS                    | 36.221,65  |
| ESPESSIDOR DE FANGS        | 18.593,52  |
| CENTRE DE FANGS            | 117.800,43 |
| DESODORITZACIÓ             | 70.335,83  |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>CONDUCCIONS DEL PROCÉS</b> | 37.524,31 |
| <b>INSTRUMENTACIÓ</b>         | 12.547,87 |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues.

Gràfic 26, Resum Costos de partides alçades, electrificació i automatització de l'EDAR actual

| <b>DESIGNACIÓ</b>               | <b>IMPORT</b> |
|---------------------------------|---------------|
| <b>PARTIDES ALÇADES I VARIS</b> | 113.419,58    |
| <b>ELECTRIFICACIÓ</b>           | 348.242,70    |
| <b>AUTOMATITZACIÓ</b>           | 137.717,06    |
| <b>VARIS</b>                    | 54.203,09     |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues.

Gràfic 27, Resum P.E.M de L'EDAR actual

| <b>APARTATS</b>                               | <b>IMPORT</b> |
|-----------------------------------------------|---------------|
| <b>OBRA CIVIL</b>                             | 1.520.780,40  |
| <b>EQUIPS</b>                                 | 690.294,86    |
| <b>PARTIDES ALÇADES I VARIS</b>               | 113.419,68    |
| <b>ELECTRIFICACIÓ, AUTOMATITZACIÓ I VARIS</b> | 540.162,85    |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues.

Gràfic 28, Resum Costos d'Obra Civil a l'EDAR dissenyada

| <b>DESIGNACIÓ</b>                            | <b>IMPORT</b> |
|----------------------------------------------|---------------|
| <b>ESPESSIDOR DE FANGS</b>                   | 16.739,19     |
| <b>MOVIMENT GENERAL DE TERRES</b>            | 450.000,00    |
| <b>CONNEXIÓ COL·LECTOR BEGUES</b>            | 6.115,27      |
| <b>EDIFICI DE PRETRACTAMENT</b>              | 215.004,11    |
| <b>REACTOR D'AIGUAMOLLS</b>                  | 450.000,00    |
| <b>DECANTADOR</b>                            | 89.283,94     |
| <b>CENTRE DE FANGS</b>                       | 52.039,44     |
| <b>EDIFICI DE CONTROL</b>                    | 53.997,47     |
| <b>CONDUCCIONS DEL PROCÉS</b>                | 12.371,63     |
| <b>URBANITZACIÓ, JARDINERIA I ACABATS</b>    | 237.327,11    |
| <b>ACCÉS A LA DEPURADORA</b>                 | 194.221,53    |
| <b>MESURES CORRECTORES</b>                   | 26.962,94     |
| <b>OBRA CIVIL INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES</b> | 31.331,51     |
| <b>ACCÉS PROVISIONAL</b>                     | 16.379,01     |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues i informació de costos d'ARM.

Gràfic 29, Resum Costos d'Equips a l'EDAR dissenyada

| <b>DESIGNACIÓ</b>                 | <b>IMPORT</b> |
|-----------------------------------|---------------|
| <b>DECANTADOR PRIMARI</b>         | 15.758,37     |
| <b>CONNEXIÓ COL·LECTOR BEGUES</b> | 6.749,18      |
| <b>PRETRACTAMENT</b>              | 267.748,34    |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>REACTOR D'AIGUAMOLLS</b>   | 120.000,00 |
| <b>ESPESSIDOR DE FANGS</b>    | 18.593,52  |
| <b>CENTRE DE FANGS</b>        | 117.800,43 |
| <b>CONDUCCIONS DEL PROCÉS</b> | 46.874,41  |
| <b>INSTRUMENTACIÓ</b>         | 12.547,87  |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues i informació de costos d'ARM.

Gràfic 30, Resum P.E.M de l'EDAR dissenyada

| <b>APARTAT</b>                  | <b>IMPORT</b> |
|---------------------------------|---------------|
| <b>OBRA CIVIL</b>               | 1.851.773,15  |
| <b>EQUIPS</b>                   | 606.072,12    |
| <b>PARTIDES ALÇADES I VARIS</b> | 113.419,68    |

Font: pròpia en base a taules de costos del projecte constructiu l'EDAR de Begues i informació de costos d'ARM.

### Fotografies de la depuradora de Begues



Fotografia 1: Vista parcial de la planta. Font: pròpia.



Fotografia 2: Cullera bivalva del pretractament. Font: pròpia.



Fotografia 3: Desarenadors del pretractament. Font: pròpia.



Fotografia 4: Vista del reactor biològic. Font: pròpia.



Fotografia 5: Vista del compartiment aeròbic del reactor biològic. Font: pròpia.

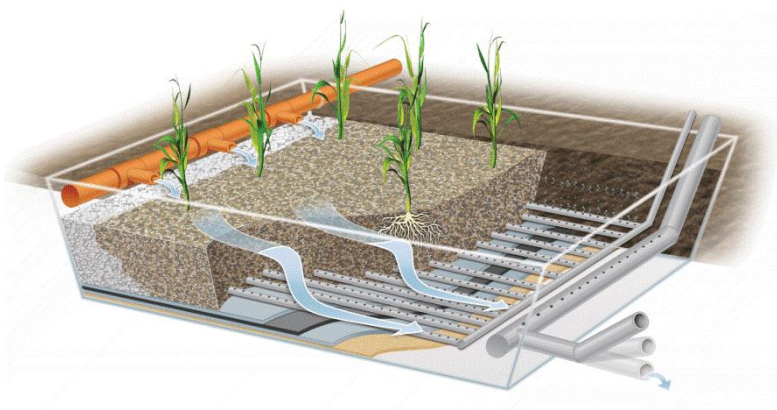


Fotografia 6: Decantador secundari. Font: pròpia.



Fotografia 7: Espessidor de fangs. Font: pròpia.

Fotografies d'aiguamolls construïts d'aeració forçada, FBA



Fotografia 8: Diagrama d'un aiguamoll construït d'aeració forçada. Font: ARM.



Fotografia 9: Aiguamoll construït d'aeració forçada; National Botanic Garden of Wales. Font: ARM.



Fotografia 10: Aiguamoll construït d'aeració forçada; Mayfield Farm, Heathrow Airport. Font: ARM.



Fotografia 11: Aiguamoll construït d'aeració forçada; BP Casper Refinery (America). Font: ARM.