

La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts?

ESTUDI COMPARATIU DELS VECTORS:

- SUPERFÍCIE
- CONSUM ENERGÈTIC
- INTEGRACIÓ EN EL MEDI

Autor: Susana Forero

Director: Josep Puig



Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, Catalunya, Espanya.

e-mail ARM Ibèrica: info@armiberica.co.uk

e-mail Susana Forero: Susana.Forero@campus.uab.cat

Paraules clau: Begues, EDAR, depuradora, reactor biològic, "wetland", aiguamoll construït, "reed bed", superfície, consum energètic, integració en el medi.

RESUM

L'objectiu del present estudi és 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. La finalitat del projecte és determinar, gràcies a l'estudi dels principals vectors ambientals de la infraestructura i a altres estudiats per en Jordi Gómez, quina de les 2 tipologies d'instal·lació s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix. Els resultats de la investigació indiquen que els aiguamolls construïts fan un ús més productiu del sòl però ocupen l'espai de reserva disponible amb el sistema de reactor biològic. A més, consumeixen 50kWh/dia menys que l'altra instal·lació, fet que implica un 7% menys d'emissions de CO₂ anuals. Finalment, tenen una millor integració en el medi i proporcionen uns beneficis auxiliars afegits. Amb el projecte d'en Jordi Gómez, les conclusions que es poden establir en referència a la decisió d'instal·lar una depuradora o una altra indiquen que l'EDAR sense aiguamolls té més probabilitat de ser escollida com la més adient per les necessitats del territori d'estudi.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es comparar los vectores de superficie, consumo energético e integración en el medio entre 2 tipos de instalaciones EDAR en el municipio de Begues; una ya existente con tratamiento secundario y terciario mediante un reactor biológico y una potencial con tratamiento secundario y terciario mediante humedales contruidos. La finalidad del proyecto es determinar, gracias al estudio de los principales vectores ambientales de la infraestructura y a otros estudiados por Jordi Gómez, cuál de las 2 tipologías de instalación se ajusta más al territorio y a las necesidades de tratamiento de las aguas del mismo. Los resultados de la investigación indican que los humedales contruidos hacen un uso más productivo del suelo pero ocupan el espacio de reserva disponible con el sistema de reactor biológico. Además, consumen 50kWh/día menos que la otra instalación, hecho que implica un 7% menos de emisiones de CO₂ anuales. Finalmente, tienen una mejor integración en el medio y proporcionan unos beneficios auxiliares añadidos. Con el proyecto de Jordi Gómez, las conclusiones que se pueden establecer en referencia a la decisión de instalar una depuradora u otra indican que la EDAR sin humedales tiene más probabilidad de ser escogida como la más adecuada por las necesidades del territorio de estudio.

ABSTRACT

The aim of this study is to compare the vectors of surface, energy and integration in the environment between two types of wastewater treatment plants in Begues town; one is existing now with a secondary and tertiary treatment by a biological reactor and the other one is a potential plant with a secondary and tertiary treatment with constructed wetlands, reed beds. The finality is to determine, by studying the main environmental vectors of the infrastructure and others' studied by Jordi Gomez, which of the two types of plant conforms better to the territory and to the needs of water treatment. The research results show that constructed wetlands are more productive in the use of land but they occupy reserve space available with the bioreactor system. In addition, they consume 50kWh/day less than the other installation, which implies a 7% less of CO₂ emissions per year. Finally, they have a better integration into the environment and provide added ancillary benefits. With the project done by Jordi Gomez, the conclusions that can be set about the decision to install a sewage treatment plant or another indicate that the WWTP without wetlands is more likely to be chosen because of the needs of the area of study.

INTRODUCCIÓ

En el context de l'aigua i el tractament de les aigües residuals, els sistemes més desenvolupats a tot el món són les estacions de depuració d'aigües residuals (EDARS) basades en el consum dels contaminants per part d'un cultiu de microorganismes alimentats i oxigenats artificialment. Aquest mètode es caracteritza per un alt consum energètic i és per això que hi ha altres sistemes de tractament natural com els aiguamolls, basats en el consum dels contaminants per part d'una vegetació específica que permet l'assentament microbià, que habitualment no necessita oxigenació artificial i que porta associats un gran nombre de beneficis directes i indirectes.

L'objectiu del present estudi és 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. La finalitat del projecte és determinar, gràcies a l'estudi dels principals vectors ambientals de la infraestructura i a altres estudiats per en Jordi Gómez, quina de les 2 tipologies d'instal·lació s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix.

Els aiguamolls ("wetlands" en anglès) tenen propietats molt específiques que els fan únics com a ecosistema. L'aigua en abundància és important per la majoria de formes de productivitat biològica i les plantes d'aquest tipus de sistemes estan adaptades a aprofitar aquesta abundància així com l'escassetat d'altres elements químics essencials, com és l'oxigen. Per aquests motius són un dels ecosistemes més productius de la Terra. És freqüent trobar-se plantes i animals que no són comuns a altres ecosistemes.

A més, com les "wetlands" gaudeixen d'una taxa d'activitat biològica més elevada que d'altres zones, poden transformar molts dels contaminants habituals que es troben en les aigües residuals convencionals en productes no nocius o nutrients essencials que poden ser usats per col·laborar en la producció biològica. Aquestes transformacions es duen a terme gràcies a les pròpies característiques inherents de la zona: l'energia del Sol, el vent, les propietats del sòl, les plantes i els animals.

De manera artificial, aquestes transformacions dels contaminants poden ser obtingudes per un cost relativament baix de treball de la terra, de la construcció de les canonades, les bombes i altres estructures més. Els aiguamolls artificials són sistemes passius de depuració constituïts per llacunes i canals poc profunds (de menys d'1m) plantats amb vegetals propis de zones humides. Els processos de descontaminació tenen lloc mitjançant les interaccions físiques químiques i biològiques de diferents factors com l'aigua, el substrat sòlid, els microorganismes, la vegetació i la fauna.

Els aiguamolls artificials o construïts ("reed beds" en anglès) són un dels sistemes de tractament de contaminants amb uns costos menors en operació i manteniment. La majoria d'energia que fa possible el funcionament del sistema és provinent del medi ambient de manera natural i només una fracció mínima d'energia és provinent dels combustibles fòssils o de productes químics artificials.

Avantatges i inconvenients dels aiguamolls artificials davant els sistemes convencionals de tractament d'aigua

Avantatges:

- ✓ Simplicitat d'operació. Aquests sistemes naturals requereixen un temps d'operació més curt i pocs equips electromecànics. El

temps d'operació necessari estimat en una avaluació sobre els sistemes de depuració d'aigües residuals urbanes mitjançant llacunatge a Catalunya, similars als aiguamolls, feta per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), fou de 0,6 hores/dia (Garcia et al., 2001).

- ✓ Poden ser explotats per operaris amb poca experiència en el tractament d'aigües residuals, facilitant així el tractament a zones on hi ha poca població i normalment no hi ha personal especialitzat, com és el cas de molts pobles de Catalunya.
- ✓ S'arriba als paràmetres de sortida dels contaminants principals de l'aigua necessaris per complir la normativa d'abocament de cada regió, ja que són presents arreu del món.
- ✓ Consum energètic mínim o nul. En estadístiques de sistemes de llacunatge el consum oscil·la entre 0 i 0,19 Kwh/m³ (Garcia et al., 2001).
- ✓ Baixa producció de residus durant l'operació del sistema. Els residus i els fangs solen ser menors als obtinguts en els sistemes convencionals.
- ✓ Baix cost d'explotació i manteniment en l'operació del sistema. Els costos dels sistemes que gestiona l'Agència Catalana del Agua (EDARs de menys de 2000 hab-eq) es troben entorn els 24000 i 30000 euros/any (Robusté, 2004).
- ✓ Fiabilitat en l'operació del sistema de tractament. Les variacions de cabal o del grau de contaminació no afecten als aiguamolls perquè els temps de retenció hidràulics són molt elevats i això permet arribar sempre al nivell de depuració òptim.
- ✓ Baix impacte ambiental sonor.
- ✓ Bona integració a l'entorn natural.
- ✓ Creació i restauració de zones humides aptes per a potenciar la vida salvatge, l'educació ambiental i les zones d'esbarjo i oci.

Inconvenients:

- Requereixen una superfície netament superior. Entre 10 i 80 vegades superior.

- Cost d'inversió inicial i de construcció similar als sistemes convencionals depenent de si es deu adquirir o no el terreny on es realitzarà l'obra. El cost de les tecnologies i dels equips necessaris per les estacions convencionals són similars als costos dels moviments de terres que calen per fer un aiguamoll.
- Díficils de dissenyar degut a l'alt nombre de processos i mecanismes implicats en l'eliminació dels contaminants. Gràcies a la gran experiència que té A.R.M. Ltd. els dissenys en l'actualitat són pràcticament perfectes i per això és una de les empreses líders del Regne Unit en el disseny i la construcció de tot tipus d'aiguamolls artificials.
- Pocs factors de control durant l'operació. En molts casos només es pot controlar la profunditat de l'aigua. És per aquest motiu, bàsicament, pel que els errors de disseny i constructius són molt difícils de corregir. A.R.M. segueix minuciosament el disseny de cada projecte i supervisa la construcció per tal que es ceneixi al disseny plantejat. Això fa que pràcticament mai hi hagi errors en el disseny i en la construcció.
- Els aiguamolls de flux subsuperficial son susceptibles a la colmatació del medi granular si l'aigua conté un elevat nombre de grasses i olis. També es colmaten si reben aportos continuats de materials fins inerts, per exemple degut a l'escorrentia superficial. Reemplaçar el medi granular és molt costós, però A.R.M. Ltd. va patentar al 2007 una nova maquinària que permet realitzar el rentat del medi granular permetent, així, reutilitzar tot tipus de graves existents en els aiguamolls i minimitzar el cost de manteniment.
- L'ús dels aiguamolls artificials pel tractament d'aigües residuals és de recent desenvolupament i no existeix encara un consens sobre el disseny òptim del sistema i no es compta amb suficient informació sobre el rendiment a llarg termini.

Tant Catalunya com Espanya són regions on aquesta tecnologia porta relativament escassos anys en desenvolupament. És important destacar, no obstant, el paper capdavanter de Catalunya en aquesta tecnologia de tractament dins Espanya i a comparació de les altres comunitats autònomes del país. Tot i que Europa i la resta del món porten considerablement més anys d'experiència, Catalunya ha mostrat en els darrers anys el seu interès per seguir endavant amb aquests sistemes.

En l'actualitat, dins el context de crisi econòmica i de conscienciació ambiental, resulten una opció a tenir en compte. L'experiència d'altres aiguamolls pel tractament d'aigües residuals en altres punts del territori serveix per mostrar els bons resultats d'aquesta tecnologia així com per aprendre dels errors de disseny, manteniment, etc. D'aquesta manera es pot millorar en el desenvolupament dels aiguamolls construïts, tant a Catalunya com a Espanya.

MARC D'ESTUDI

La depuradora de Begues

La depuradora actual de Begues disposa d'un sistema de tractament avançat per a l'eliminació de nutrients. Incorpora un seguit de mesures que permeten minimitzar l'impacte sobre el medi natural i retornar l'aigua tractada a la riera de Begues amb l'exigent qualitat que requereix aquest entorn. Gràcies a aquest tractament es poden complir les prescripcions de la Directiva marc de l'aigua sobre l'abocament a zones sensibles. La normativa que regula el vessament i tractament d'aigües residuals a nivell estatal i regional és la Directiva Europea 91/271/CEE, transposada pel Reial Decret Llei 11/1995, de 28 de desembre, pel que s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.

A Begues hi havia la depuradora més antiga de l'EMA, que datava de 1965. El 2005 es va substituir per una depuradora nova, que també serveix al mateix sistema de sanejament de Begues, però que es va situar en un altre indret posat a la disposició de l'Entitat del Medi Ambient per part de l'ajuntament de Begues.

La nova depuradora de Begues i objecte del present projecte està situada aigües avall del nucli urbà, al km 13,2 de la carretera de Gavà a Avinyonet (BV 2411) de Begues. Està situada a la conca de les Rieres del Garraf i aboca les aigües a la Riera de Begues. Aquesta planta de tractament d'aigües, que únicament dóna servei al municipi de Begues, forma part del servei de sanejament metropolità.

Seguint el camí de l'aigua, passa primerament per una fase de pretractament, situada a l'entrada de la depuradora. La depuradora de Begues no té tractament primari i després del pretractament, l'aigua passa directament al tractament biològic. Entra al reactor elevant-se mitjançant un bombament dut a terme per una bomba submergida. El reactor biològic de 1200m³ de volum és de forma rectangular i té cinc compartiments. Cada compartiment és una etapa diferent en les que es fa passar l'aigua per fases anaeròbiques, anòxiques i aeròbiques. D'aquesta manera, fomenta el desenvolupament de diversos bacteris que degraden la matèria orgànica i eliminen els nutrients (fòsfor i nitrogen). Posteriorment, l'aigua passa al decantador circular, on el fang generat en el reactor es separa de l'aigua. Els flotants i escumes separats són conduïts fins a la capçalera de planta. Els fangs decantats passen al seu tractament per espessiment i deshidratació per centrifugació.

Depuradora amb aiguamoll construït dissenyada

El sistema ha estat dissenyat per ARM i ARM Ibèrica. Amb les dades de disseny de

la depuradora actual proporcionades per l'empresa EMSSA s'ha dissenyat una planta de tractament secundari i terciari amb aiguamolls artificials d'aeració forçada (FBA).

La planta de tractament constarà de tres etapes principals en la línia d'aigües; pretractament, tractament primari, tractament secundari i terciari. Aquestes 2 últimes es duran a terme en un reactor d'aiguamolls artificials. La línia de fangs constarà d'un tractament de fangs primaris per espessiment per gravetat.

El reactor d'aiguamolls consistirà en tres llits (2-1) i cadascun anirà equipat amb sistemes d'aeració forçada ("Forced Bed Aeration", FBA) per donar un millor rendiment en el tractament dels contaminants i reduir la superfície necessària de l'estació depuradora. La tipologia de "reed bed" serà de flux subsuperficial horitzontal i es plantarà l'espècie *Phragmites australis* amb una densitat de plantació de 3 exemplars per metre quadrat.

Cadascun dels aiguamolls tindrà una àrea aproximada de 20m x 70m i una profunditat d'1,4m. El conjunt d'aiguamolls juntament amb l'espai de separació i accés serà d'aproximadament 75m x 80m, és a dir 6000m².

Els diferents reactors s'excavaran i s'ompliran amb grava de la zona de diàmetres mitjans entre 5 i 8mm. S'instal·larà un bufador i un sistema d'aeració en cadascun dels 3 aiguamolls dissenyats.

DIAGNOSI I VALORACIÓ FINAL

Diagnosi de la Superfície

El disseny de la depuradora actual de Begues va dotar l'espai tancat perimetral d'uns espais de reserva per a una possible futura ampliació de la planta (fins els 12.000 habitants). L'espai perimetral està dotat d'uns 4.050m² aproximats destinats a àrea de reserva dels 9.900m² totals.

Per eliminar de manera efectiva els contaminants que tenen les aigües residuals de Begues que entren a la planta i segons el disseny d'ARM, es requereixen 6.000m² únicament per la instal·lació de l'estructura d'aiguamolls pel tractament secundari i terciari. És un gran canvi, tot considerant els 920m² aproximats que ocupa el sistema de tractament actual de reactors biològics.

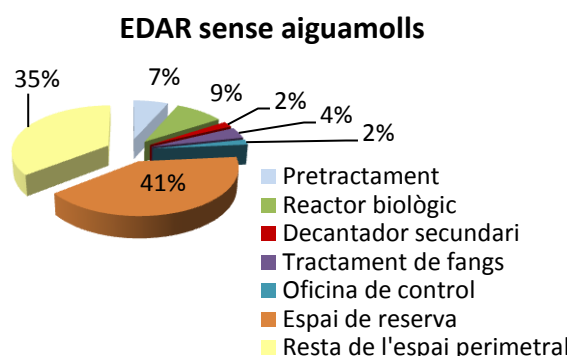
Per aconseguir una parcel·la de forma que s'ajusti a la posició de les "reed beds", caldrà fer una reestructuració de les instal·lacions i així optimitzar l'espai disponible dins la tanca perimetral (veure figura 1).

Si el decantador és desplaçat 24m al nord i l'edifici de fangs i l'oficina de control són desplaçats 59,9m al nord s'arriba a una disposició de les estructures que permet el funcionament complet de la planta disposant únicament d'una bomba d'elevació d'aigües.

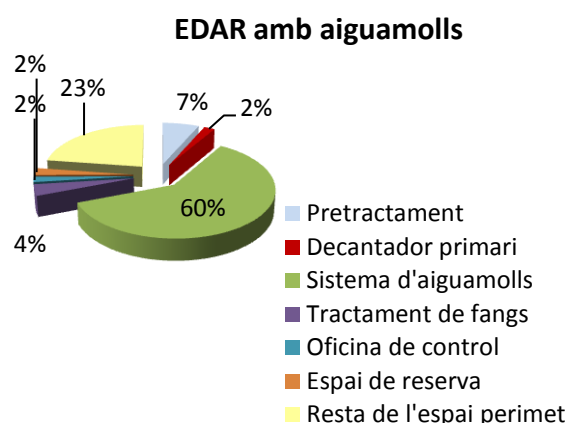


Figura 1: Ortofotomapa de la depuradora de Begues, reestructuració de les instal·lacions, 1:2.500. Font: pròpia en base a www.icc.cat.

L'ocupació de superfícies es pot resumir amb els gràfics següents:



Gràfic 1: Ocupació de les instal·lacions en l'EDAR sense aiguamolls. Font: pròpia.



Gràfic 2: Ocupació de les instal·lacions en l'EDAR amb aiguamolls. Font: pròpia.

Es pot apreciar clarament com la diferència de superfície entre els 2 tipus d'instal·lacions rau en el tractament secundari (aiguamolls envers el reactor biològic) i, conseqüentment, en l'espai de reserva i la resta d'espai perimetral.

Valoració final de la Superfície

Es pot arribar a ocupar el mateix espai perimetral tancat destinat per l'emplaçament de tota la planta amb l'EDAR sense i amb aiguamolls per aconseguir un tractament efectiu de les aigües residuals en els 2 casos gràcies a la tecnologia d'aeració forçada FBA.

Sense aquesta tecnologia, la superfície requerida pels aiguamolls passius hauria de ser aproximadament 10 vegades més que amb l'aplicació de la mateixa. La vessant negativa de l'ús de sistemes d'aeració forçada és que es redueix la petjada en el

territori però s'augmenta l'emissió de tones de CO₂ perquè es requereix d'un consum energètic important.

La recol·locació de cadascuna de les instal·lacions que formen part del procés, però, haurà de ser diferent en cada situació ja que l'ocupació del sistema pel tractament secundari i terciari és molt diferent. Amb l'EDAR sense aiguamolls construïts es necessiten 920m² pel reactor biològic i per l'EDAR amb tractament natural, en canvi, es necessiten 6.000m².

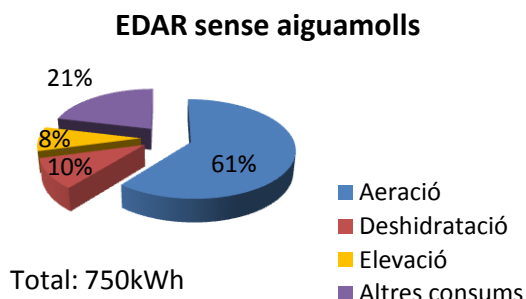
L'avantatge més destacat del sistema natural front la depuradora convencional és que l'ús del sòl és més productiu en el cas del sistema amb tractament natural, ja que hi ha presència de productors primaris que interaccionen com a éssers vius amb el seu entorn.

Per altra banda, l'inconvenient principal és que per la instal·lació amb "reed beds" s'ha ocupat l'espai de reserva i, per tant, en el cas d'arribar a un creixement del cabal a tractar fins als 2.400m³/dia s'haurà de procedir a expropiar més terreny.

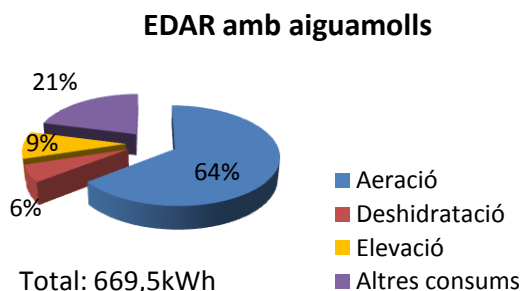
Diagnosi del Consum energètic

La Tona Equivalent de Petrolí (TEP) equival a la quantitat d'energia obtinguda per la combustió d'1 tona de petrolí. L'equivalència depèn de les estimacions, però es pren com a referència uns 41.868.000.000J; és a dir, uns 11.630kWh. El petrolí s'obté a partir de jaciments de composició variable. És per això que les equivalències amb el CO₂ emès no són exactes. Segons la base de dades Ecoinvent de l'ICTA, el factor d'emissió de CO₂ és de 2,5 a 3,3 tones de CO₂/TEP. Les estacions depuradores d'aigües residuals són un focus considerablement destacat en l'emissió de tones de CO₂ a l'atmosfera i, conseqüentment, un sector que contamina el medi ambient de manera important. La causa principal i lògica d'aquesta posició és que les EDARs són infraestructures que requereixen d'un elevat consum energètic per al seu funcionament.

Quant al consum de cadascuna de les parts que integra cada instal·lació, les diferències bàsiques es poden observar als gràfics següents:



Gràfic 3: Consum energètic de les principals etapes en l'EDAR sense aigumolls. Font: pròpia.



Gràfic 4: Consum energètic de les principals etapes en l'EDAR amb aigumolls. Font: pròpia.

L'aeració és l'etapa de tot el procés de tractament que més energia consumeix a totes 2 tipologies d'instal·lació depuradora. Les etapes de consum més diferent entre les 2 estacions són l'aeració (en la depuradora actual es consumeix 456kWh/dia en aeració, mentre que en la depuradora amb "reed beds" es consumiria aproximadament uns 432kWh/dia) i la deshidratació dels fangs (en la depuradora actual es consumeix 75kWh/dia en aeració, mentre que en la depuradora amb "reed beds" es consumiria aproximadament uns 37,5kWh/dia).

La diferència de consum total entre les 2 instal·lacions és de 50kWh/dia. Aquesta xifra és relativament petita, un 7% del consum total diari.

Quantificant la diferència de 50kWh per tal d'obtenir l'impacte ambiental:

Diferència entre les 2 instal·lacions: 50kWh
 $\cdot (1\text{TEP}/11.630\text{kWh}) \cdot (2,5-3,3\text{tones CO}_2/1\text{TEP}) = 0,010\text{tones de CO}_2-0,014\text{tones de CO}_2$ al dia.

Per estimar la diferència de tones emeses a l'any:

$0,010\text{tones de CO}_2-0,014\text{tones de CO}_2$ al dia $\cdot (365\text{dies}/1\text{any}) = 3,92\text{tones de CO}_2-5,18\text{tones de CO}_2$ a l'any.

La reducció d'impacte ambiental que s'aconsegueix tenint una EDAR amb sistema secundari i terciari d'aigumolls és de 3,92tones de CO₂-5,18tones de CO₂ a l'any.

Valoració final del Consum energètic

L'aeració és l'etapa de tot el procés de tractament que més energia consumeix a totes 2 tipologies d'instal·lació depuradora, més de la meitat de l'energia consumida s'inverteix en aquesta etapa. A continuació es troben altres processos com el pretractament amb un 21%. La deshidratació i elevació d'aigües juguen un paper de consum menor, entorn el 9% aproximadament. La diferència entre l'estructuració dels percentatges de les 2 instal·lacions és relativament menyspreable, ja que es manté la proporció de necessitats energètiques en totes les etapes de tractament de cadascun dels sistemes avaluats. Els kWh/dia de més de la depuradora convencional venen donats per un major consum en l'aeració, pel funcionament dels agitadors dels reactors anòxic i anaeròbic i per l'ús de la centrífuga, que en aquest cas està en funcionament el doble que en l'EDAR amb "reed beds" pel fet de tractar, de manera aproximada, el doble de fangs.

La diferència del consum energètic total entre les 2 instal·lacions és de 50kWh/dia (750kWh/dia de l'EDAR sense aigumolls front els 669,5kWh/dia de l'EDAR amb

aiguamolls). Aquesta diferència comporta una reducció del 7% de les emissions anuals de CO₂, una reducció d'aproximadament 3,92 tones de CO₂-5,18 tones de CO₂ a l'any. És molt probable que aquesta diferència sigui major ja que s'ha sobreestimat les hores de funcionament dels bufadors de les "reed beds".

Diagnosi de la Integració en el medi

Per fer l'estudi comparatiu, aquesta diagnosi es centra en la part d'avaluació d'impactes i propostes de millora. L'estudi d'impacte de la depuradora actual de Begues ja està realitzat, aprovat i aplicat. L'estudi d'impacte per la instal·lació potencial de la depuradora de Begues amb un sistema d'aiguamolls, en canvi, no està realitzat i és per això que es procedeix a fer la identificació i avaluació d'impactes d'aquesta infraestructura i així poder comparar la integració del medi de les dues tipologies d'instal·lacions.

La valoració d'impactes es realitzarà seguint la metodologia de Conesa, construint la Matriu d'Importància (valoració d'impactes utilitzant escales qualitatives numèriques) que presenta una estructura en la qual les columnes són les accions impactants i les files són els factors impactats.

Els resultats obtinguts permeten apreciar que amb tots dos dissenys s'aconsegueix una millora de la qualitat de l'efluent abocat a la riera de Begues, mediambientalment sensible. La hidrologia superficial i subterrània són els dos vectors del medi natural que surten beneficiats netament amb la instal·lació de la depuradora sense i amb sistema d'aiguamolls. Això és perquè és la mateixa legislació, RD Llei 11/1.995, la que marca amb quins nivells ha de sortir l'aigua depurada per poder ser abocada a la riera de Begues.

La diferència de grau d'impacte en la fase d'obra és important. El sistema

d'aiguamolls causa considerable impacte per qüestions de superfície a excavar. No s'ha d'oblidar, tot i així, que els impactes produïts en aquesta fase de construcció són temporals, de manera que encara que la superfície a excavar sigui molt més extensa, el poder de l'impacte abasta únicament el període de duració de les obres.

Quant a la fase d'explotació, en canvi, la situació és completament diferent. Assumint que en la instal·lació l'únic que canviaria seria el tractament secundari i terciari i que la resta d'estructures es mantindrien les mateixes tot i que amb una reestructuració diferent, la diferència bàsica en la integració al medi rau en el sistema d'aiguamolls i els reactors biològics.

Per poder fer la comparació entre aquests dos sistemes es realitza una matriu d'importància que analitza només aquestes dues accions impactants (veure taula 1).

FACTORS		
IMPACTATS	ACCIONS IMPACTANTS	
Medi socioeconòmic	Sistema aiguamoll	Reactors biològics
Ús del territori	-15	-20
Cultural	82	25
Humà	50	50
Economia i població	65	65
Medi natural		
Aire	-10	-15
Aigua	84	84
Vegetació	-10	-25
Fauna	-10	-25
Sòl	-10	-25
Paisatge	-10	-26

Taula 1: Matriu d'Importància: sistema aiguamoll vs. reactors biològics. Font: pròpia.

Com es pot apreciar a la taula anterior, l'únic impacte que es dona per l'existència d'un sistema d'aiguamoll és sobre l'ús del territori. I això és clar, tenint en compte que l'ús del sòl anterior era de parc

natural. Tot i que ara l'espai sigui ocupat per un sistema de tractament natural amb vegetació no és una vegetació autòctona, pròpia del parc natural del Garraf. El canvi, per tant, li ha reduït producció primària.

Són els reactors biològics els que provoquen un impacte compatible i fins i tot moderat en el cas del paisatge; a diferència del cas del sistema d'aiguamolls que els impactes que provoca sobre el medi natural són tots nuls. Els beneficis auxiliars que duen paral·lelament els aiguamolls construïts són els que creen aquesta diferència en la integració al medi envers la depuradora sense un tractament d'aigües natural.

Valoració final de la Integració en el medi

La integració en el medi de la depuradora de Begues funcionant amb aiguamolls construïts per l'etapa de tractament secundari i terciari és molt més positiva que la mateixa EDAR funcionant amb reactors biològics.

En la fase d'obra, l'acció impactant que provoca un impacte en grau diferent en les 2 instal·lacions és la de moviments de terra i excavacions. La incorporació d'un sistema d'aiguamolls per tractament secundari i terciari en comptes dels reactors biològics convencionals implica una utilització d'una superfície major. Tenint en compte aquesta vessant, els impactes d'obra són més importants en el sistema amb "reed beds". Tot i així, els impactes en l'obra són afeccions temporals.

La fase d'explotació és completament diferent. A diferència de l'EDAR ja existent, l'únic impacte que es dona pel sistema d'aiguamoll és sobre l'ús del territori. 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. La diferència bàsica entre els 2 sistemes quant a la integració al medi, doncs, rau en el sistema d'aiguamolls i els reactors biològics.

Les propietats d'integració al medi que es poden arribar a assolir amb la presència d'aiguamolls construïts no són assequibles per un sistema que funciona amb reactors biològics. El sistema de "reed beds" proporciona uns beneficis auxiliars considerablement importants per reduir els impactes sobre el medi natural característics de la instal·lació d'una EDAR en el parc natural del Garraf, però també per promocionar l'economia del nucli urbà de Begues, així com la seva posició en l'àmbit de la tecnologia sostenible i el desenvolupament ambiental municipal.

CONCLUSIONS

Juntament amb el projecte *La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts? Estudi comparatiu dels vectors: Paràmetres de l'aigua, Producció de fangs, Costos i Personal d'en Jordi Gómez Castillo*, 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.

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 2).

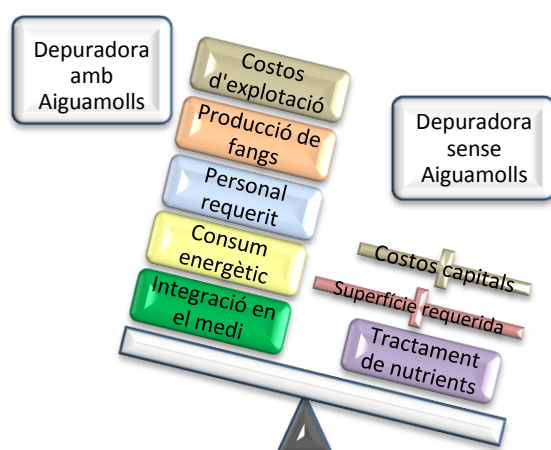


Figura 2: Balança de pes en l'elecció de l'EDAR més adient segons el context socioeconòmic actual. Font: pròpia.

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 aquífers 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 3).

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.

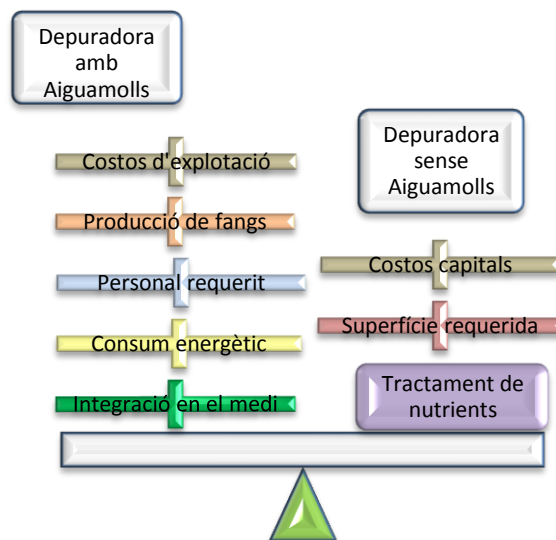


Figura 3: Balança de pes en l'elecció de l'EDAR més adient segons una visió integrada. Font: pròpia.

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.

BIBLIOGRAFIA

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

Agència d'Energia de Barcelona, www.barcelonaenergia.cat/. Accés 5 d'agost, 2010.

Ajuntament de Begues, www.begues.cat/. Accés 1 de maig, 2010 i 16 de juliol, 2010.

ARM i ARM Ibèrica, 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/. Accés 21 d'agost, 2010.

Begues, pàgina Web no oficial, pel consultor Juan Rodríguez, 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".

Conesa Fernández-Vítora, V. (2003), "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental".

Diari el Mundo, www.elmundo.es/. Accés 2 d'agost, 2010.

Diari el Periódico, www.elperiodico.com/. Accés 2 d'agost, 2010.

Diari la Vanguardia, www.lavanguardia.es/. Accés 2 d'agost, 2010.

Diputació de Barcelona, www.diba.es/. Accés 7 de juliol, 2010.

"Elsevier", www.elsevier.com/. Accés 10 de maig, 2010, 1 de juliol 2010.

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

Enciclopèdia catalana, 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/. Accés 10 de maig, 2010 i 2 de juliol, 2010.

"Environment Canada", www.ec.gc.ca/. Accés 9 de juliol, 2010.

Escola Tècnica Superior de Camins, Canals i Ports de Barcelona, media-camins.upc.edu/. Accés 27 de juny.

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. Accés 11 de juliol, 2010.

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), www.icc.cat/. Accés 10 de maig, 2010, 28 de juny, 2010, 5 d'agost, 2010 i 6 d'agost, 2010.

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

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA), icta.uab.cat/. Accés 20 d'agost, 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/. Accés 20 de juliol, 2010 i 21 de juliol, 2010.

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

"Ministerio de Medio Ambiente", www.marm.es/. Accés 16 d'agost, 2010.

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/. Accés 13 de maig, 2010.

Parc natural del Garraf, 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 1/2008, del procediment administratiu d'Avaluació d'Imacte Ambiental.

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/. Accés 10 de maig, 2010, 1 de juliol 2010.

"Scientific Web", www.scientific-web.com/. Accés 9 de juliol, 2010.

"Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y el Tratamiento de Aguas Residuales" (TECSPAR), 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/. Accés 8 de maig, 2010, 12 de maig, 2010, 5 de juliol, 2010.

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/. Accés 21 de juliol, 2010.