

La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts?



ESTUDI COMPARATIU DELS VECTORS:

- SUPERFÍCIE
- CONSUM ENERGÈTIC
- INTEGRACIÓ EN EL MEDI

Susana Forero Sánchez

Universitat Autònoma de Barcelona

Ciències Ambientals

Setembre 2010



Director del projecte:

Josep Puig i Boix



LA DEPURADORA DE BEGUES: REACTOR BIOLÒGIC O AIGUAMOLLS CONSTRUÏTS?

ESTUDI COMPARATIU DELS VECTORS:

- **SUPERFÍCIE**
- **CONSUM ENERGÈTIC**
- **INTEGRACIÓ EN EL MEDI**

Susana Forero Sánchez

Universitat Autònoma de Barcelona

Ciències Ambientals

Setembre 2010

Director del projecte:

Josep Puig i Boix

La contaminació del medi ambient és una conseqüència dels hàbits i de la mida de la societat. L'increment de la població juntament amb el consum excessiu dels combustibles fòssils dóna lloc a un abús de la capacitat d'assimilació de la natura dels residus generats. Cal recordar que el creixement de la població és limitat si es vol mantenir els recursos naturals en bon estat i l'entorn relativament saludable per la prosperitat dels humans. En l'actualitat, el control de la contaminació ha resultat una prioritat degut a l'excés de residus.

El control de la contaminació es pot dur a terme mitjançant prevenció o tractament. La prevenció és preferible com a primera línia de defensa, i pràctiques com el reciclatge, la conservació de l'energia i la inversió en la gestió de l'aigua o en la conscienciació de la població són idònies però menys desenvolupades en un món com l'actual que vetlla per un constant creixement econòmic i per resultats a curt termini. Així, prioritzant l'expansió econòmica dins el context actual, la via de tractament de la contaminació és la més explorada, tenint en compte la relació cost-eficàcia.

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'estudi es centra en la investigació de la viabilitat d'instal·lar un sistema d'aiguamoll artificial com a tractament d'aigües residuals al mateix emplaçament del municipi de Begues on ja existeix una depuradora de tractament convencional que funciona des del 2005. D'aquesta manera es podrà profunditzar en la comparació dels vectors ambientals bàsics de tots dos sistemes i així determinar el grau d'avantatges i desavantatges que pot suposar la presència d'una planta de tractament ja existent o d'una altra potencial.

S'agraeix especialment la col·laboració i participació de les persones següents:

David Cooper, director d'ARM

Joaquín Gómez, director d'ARM Ibèrica

Alexis Cordell, treballador d'ARM

Clodagh Murphy, treballador d'ARM

Tori Sellers, treballadora d'ARM

Josep Gassó, director de la depuradora de Begues

Antonio Palacios, cap del Servei de Sanejament i Desguàs de l'EMSHTR

Josep Puig, director del present projecte

Marta Borrós Vendrell, membre de l'ICTA

Joan Garcia, membre del Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental de la UPC

Anna Pedescoll, membre del Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental de la UPC

ÍNDEX

Justificació	8
Objectius	9
Generals	9
Específics	9
Metodologia	10
Antecedents generals.....	11
Antecedents locals	11
Marc d'estudi	12
Inventari	13
Diagnosi.....	14
Valoració final.....	17
Conclusions	17
Antecedents	18
Generals	18
Tecnologies de tractament convencional	18
Tecnologies de tractament amb aiguamolls	21
Un mica d'història	23
Avantatges i inconvenients dels aiguamolls artificials davant els sistemes convencionals de tractament d'aigua	25
A.R.M.....	27
A.R.M. Ibèrica	29
Components d'un aiguamoll	30
Tipologies de "reed beds"	35
Mecanismes d'eliminació dels contaminants	42
Locals	50
Altres estudis comparatius entre depuradores convencionals i aiguamolls construïts a Catalunya.....	50
Les "reed beds" artificials a Europa, Espanya i Catalunya: marc contextual i marc legal ...	50
La depuradora de Begues en el marc legal	54
Begues	55
Begues, evolució de la població i de l'activitat econòmica.....	62
Població, consum d'aigua i producció d'aigües residuals	63
Primera depuradora de Begues	67

Canvi de depuradora a Begues.....	71
Marc d'estudi	74
Depuradora de Begues.....	74
Depuradora amb aiguamoll construït dissenyada	83
Inventari	89
De la Depuradora Actual	89
Diagrama de flux	89
Superfície.....	90
Consum energètic	94
Integració en el medi.....	97
De la Depuradora amb Aiguamolls	101
Diagrama de flux	101
Superfície.....	102
Consum energètic	102
Integració en el medi.....	103
Diagnosi	107
De la Superfície	107
Obtenció de l'espai pel sistema d'aiguamolls construïts	107
Reestructuració de la posició de les instal·lacions	109
Comparació de la superfície entre les 2 instal·lacions depuradores.....	113
Del Consum Energètic	117
L'energia i les estacions depuradores, relació amb les emissions de CO ₂	117
Evolució del consum energètic en l'EDAR de Begues	119
L'EDAR de Begues a l'àrea metropolitana de Barcelona.....	120
Comparació del consum energètic entre les 2 instal·lacions depuradores	122
De la Integració en el medi	126
L'Avaluació d'Impacte Ambiental.....	126
Identificació i avaluació d'impactes realitzat per l'EDAR amb aiguamoll construïts	126
Anàlisi crític de la identificació i avaluació d'impactes realitzat per l'EDAR de Begues actual	133
Comparació de la integració en el medi entre les 2 instal·lacions depuradores	136
Valoració final	140
Superfície.....	140
Consum energètic	140

Integració en el medi.....	141
Conclusions	143
Pressupost	149
Programació	151
Acrònims, Símbols i Abreviacions	152
Bibliografia	155
Annexos	158

JUSTIFICACIÓ

Degut a la seva estructura urbanística, Begues és el segon municipi de la regió metropolitana de Barcelona amb un consum d'aigua per habitant més elevat. Tot i així, el consum total d'aigua municipal no el situa en posicions elevades atès que és un municipi amb 6.271 habitants (2009). El consum d'aigua a nivell municipal va estretament lligat a la producció d'aigües residuals a la mateixa escala. Aquestes han de ser tractades per tal de depurar-les; Begues és un nucli urbà que gaudeix d'una depuradora situada dins el parc natural del Garraf que únicament rep les aigües residuals d'aquest municipi i que funciona donant molt bons resultats.

Els sistemes de tractament d'aigües residuals naturals estan relativament poc desenvolupats i posats en pràctica, sobretot a nivell espanyol i català. Tot i que sí que hi ha exemples d'aquesta categoria de tractament al nostre territori, són escassos i molts d'ells necessiten millores. La tecnologia d'aiguamolls artificials requereix d'una empenta científica i social per tal de desenvolupar-se molt més i així obrir i reforçar el camp de les tecnologies i el progrés sostenible, necessitat prioritària del món actual endinsat en un context de crisi econòmica, social i ambiental.

A.R.M. Ibèrica és una empresa filial a A.R.M. Ltd. que porta treballant des de març del 2008 i opera des de Barcelona. Com a companyia directora d'aquest projecte, líder en el disseny i construcció d'aiguamolls artificials al Regne Unit, vol col·laborar en l'expansió dels coneixements sobre aquesta tecnologia i en el desenvolupament del tractament alternatiu i natural d'aigües a Catalunya i a Espanya.

Begues és un municipi que compleix les característiques bàsiques necessàries per a la instal·lació d'aiguamoll construït pel tractament d'aigües residuals. La població d'aquest municipi entra dins el rang poblacional (fins a 10.000 habitants) clau per a desenvolupar la tecnologia a un cost relativament baix i la localització en un parc natural fa que aquest sistema s'ajusti perfectament a les necessitats de l'entorn i el paisatge.

OBJECTIUS

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 objectius específics d'aquest projecte són:

- Investigació de les característiques principals i funcionament dels aiguamolls construïts, la història, les tipologies o l'expansió a diverses escales territorials.
- Avaluació de les principals diferències entre els sistemes de tractament d'aigües residuals convencionals i els sistemes de tractament amb aiguamolls, així com de les avantatges i desavantatges bàsiques que comporta l'ús de cadascun d'ells.
- Estudi del municipi de Begues, de l'evolució de la seva població i de la relació amb el consum d'aigua i producció d'aigües residuals.
- Caracterització de la depuradora convencional que opera actualment a Begues i disseny d'una depuradora amb aiguamolls en el mateix emplaçament de l'actual.
- Anàlisi detallat dels 3 vectors ambientals objecte d'estudi tant en la tipologia d'EDAR existent com en la tipologia d'EDAR de tractament natural i comparació de les dues instal·lacions des del punt de vista dels vectors analitzats.
- Estudi de la depuradora més adient pel municipi de Begues, incloent els vectors ambientals estudiats pel projecte complementari d'en Jordi Gómez Castillo: paràmetres de l'aigua, producció de fangs, costos i personal.

METODOLOGIA

El principals apartats que formen part del projecte *La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts?* són els següents:

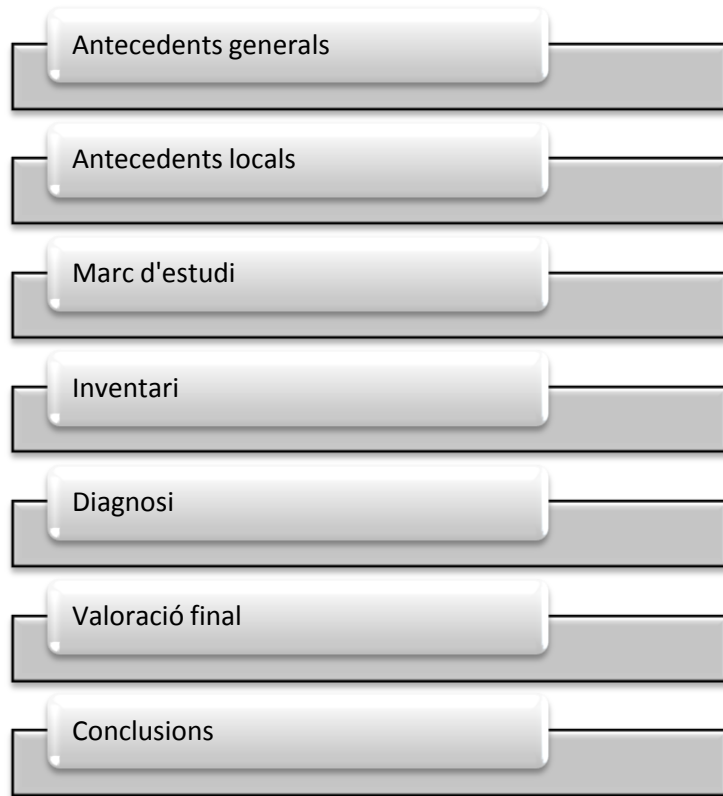


Figura 1: Diagrama dels apartats principals del projecte. Font: pròpia.

A continuació s'especifica la metodologia en l'elaboració del projecte. Les fonts d'informació que s'han consultat, les tècniques i les eines i els càlculs que s'han seguit per tal de poder realitzar aquest projecte i assolir els objectius establerts.

Abans d'entrar en especificacions de cada apartat, però, el procediment de redacció general de cadascun d'ells és el següent:

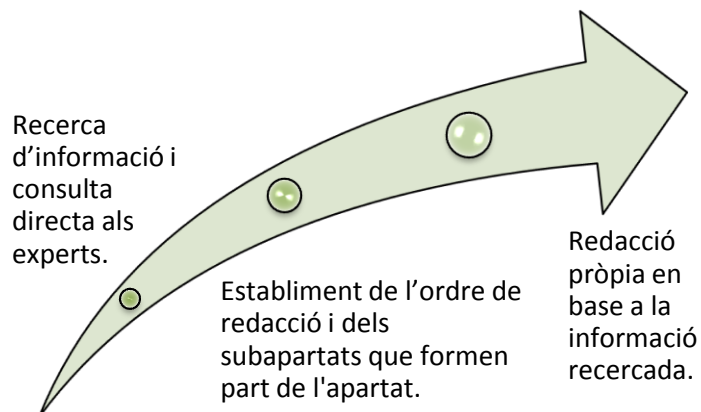


Figura 2: Procediment seguit per la redacció dels apartats del projecte. Font: pròpia.

Antecedents generals

La font d'informació bàsica en la que s'ha assentat el contingut teòric d'aquest apartat és el llibre "Treatment Wetlands" de Kadlec & Knight, 1996. Aquest llibre és el recull d'informació sobre aiguamolls artificials més complet que hi ha en l'actualitat quant a història, disseny, característiques principals, tipologies, eliminació de contaminants, base de dades, etc.

El llibre "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse" de Metcalf i Eddy, 1991, també ha estat útil en la consulta sobre el món del tractament convencional de les aigües residuals.

Cal remarcar que l'empresa A.R.M Ltd. ha proporcionat informació molt valuosa envers els aiguamolls artificials i és la que més s'ha pres de base en l'elaboració d'aquest projecte, ja que com a representants d'A.R.M. Ibèrica el vincle facilita el traspàs de coneixements. La informació principal i de presentació sobre aquesta empresa es pot consultar a la Web www.armreedbeds.co.uk/.

Molta de la informació comparativa entre els sistemes convencionals i els aiguamolls construïts ha estat obtinguda dels estudis ja realitzats per A.R.M. i per altres autors catalans i espanyols com és el cas de Joan Garcia i Angélica Corzo, professors del Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental de la UPC; en Jordi Robusté, cap d'unitat a l'ACA; o en Ramón Collado, professor titular de Tecnologies de Medi Ambient de la Universitat de Cantàbria. També és important mencionar que molts altres col·laboradors de la UPC, universitat capdavantera al nostre país envers a aquesta tecnologia de tractament, han redactat estudis i articles molt útils per al present projecte.

També s'ha fet recerca en diverses Webs, com és el cas d'algunes pàgines sobre espècies de plantes que han estat útils per incidir en els aspectes fisiològics sobre aquests vegetals i en el seu paper en les "reed beds".

Antecedents locals

Aquest apartat és considerablement voluminós perquè s'ha cregut convenient tractar certs punts per tal que la comprensió del marc d'estudi i diagnosi del projecte sigui més fàcil.

S'ha hagut de fer una lectura detallada i acurada del RD Llei 11/1995, ja que és la legislació la que marca quin és el tractament ideal per a cada nucli urbà segons el nombre de població i la que marca també, entre d'altres assumptes, quins són els límits dels paràmetres per poder ser abocats tant a zones costeres com a zones d'aigües continentals.

Per tal d'avaluar la situació dels aiguamolls a Espanya i a Catalunya han estat molt útils recerques ja realitzades pels col·laboradors que abans s'han mencionat pertanyents a la UPC. En aquest àmbit també han estat consultats articles d'en Jaume Puigagut, professor del Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental de la UPC. I finalment, les aportacions d'A.R.M. Ibèrica han estat claus de nou.

Quant a la situació legal de la depuradora de Begues, han estat útils les dades de disseny presents a la fitxa tècnica de la planta de tractament proporcionada per l'Empresa Metropolitana de Sanejament (EMSSA) per tal de contextualitzar-la en l'àmbit del RD Llei 11/1995. Han estat molt important les aclaracions i puntualitzacions rebudes per part del director de la depuradora de Begues, en Josep Gassó.

Per tal de poder redactar el subapartat de la descripció del municipi de Begues i descriure les vessants ambientals del mateix situant-lo en el seu entorn natural s'ha recorregut a les pàgines

oficials de l'ajuntament de Begues i del parc natural del Garraf. Les pàgines Web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), de l'enciclopèdia catalana i de la Diputació de Barcelona també han estat una font de recerca destacada, entre d'altres. I s'ha de tenir en compte que també s'ha fet ús dels mapes en format Miramon disponibles a la pàgina Web del departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

Per realitzar l'estudi de la relació de l'evolució demogràfica amb el consum d'aigua potable i la producció conseqüent d'aigües residuals, han estat claus els llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas redactats i proporcionats per l'Entitat del Medi Ambient (EMA) que es redacten des del 2003.

En la contextualització de la depuradora de Begues i en la descripció de la depuradora antiga que servia el tractament de les aigües a Begues, s'ha recorregut al projecte constructiu de la nova depuradora en el que apareix tots els requisits bàsics per la instal·lació de la depuradora actual del municipi, objecte d'estudi del present projecte.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

- 1- Avaluació de la situació de Begues i de la depuradora a l'entorn natural protegit de Catalunya mitjançant el programa Miramon.
- 2- Estudi de la relació entre el consum d'aigua potable, el creixement demogràfic i la producció d'aigües residuals del municipi de Begues mitjançant l'IDESCAT i les Dades Ambientals Metropolitanas de l'EMA.
- 3- Estudi de l'evolució del cabal tractat en el canvi de depuradores a Begues mitjançant les Dades Ambientals Metropolitanas de l'EMA i les taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Marc d'estudi

Aquest apartat ha estat dividit en 2 subapartats: la depuradora de Begues actual i la depuradora amb aiguamoll construït dissenyada.

Per tal de descriure la depuradora de Begues: la situació, les característiques principals, les entitats de gestió i explotació, l'estructuració, el procés de depuració i les dades de disseny han estat útils:

- El projecte constructiu de la nova depuradora.
- La pàgina Web de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) i de l'Agència Catalana de l'Aigua.
- La fitxa tècnica de la depuradora de l'EMSSA.
- Les pàgines Web oficials de l'EMSSA, l'EMA i l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)
- Les aportacions i comunicació directa amb el director de la depuradora de Begues en Josep Gassó i el cap del Servei de Sanejament i Desguàs de l'Entitat Metropolitana dels Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMSHTR), Antonio Palacios.

Per tal de descriure la depuradora amb aiguamoll construït: les dades de disseny, l'informe, el disseny de la línia d'aigües i de fangs i les especificacions dels components tant elèctrics i mecànics com les estructures han estat útils:

- Les dades d'aigua d'entrada i requeriments de sortida d'EMSSA.
- El projecte constructiu de la nova depuradora.

- La decisió del sistema aigüamoll més idoni per la situació per part d'en David Cooper, director de l'empresa A.R.M. a Staffordshire, Anglaterra.
- La intervenció en el disseny per part dels altres treballadors d'ARM i ARM Ibèrica.
- El llibre de "Treatment Wetlands" de Kadlec & Knight, 1996.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

- 1- Realitzar, per part d'ARM Ibèrica, modificacions i complements al disseny base d'ARM tot tenint en compte l'entorn natural de la zona minimitzant l'impacte ambiental i els costos econòmics.
- 2- Ajustar-se a la superfície disponible expropiada pel cas de la depuradora ja existent i adaptar-se al pendent de la zona reestructurant les infraestructures de les altres etapes del procés de tractament.

Inventari

S'ha redactat un inventari de la depuradora actual i un altre de la depuradora amb aigüamolls construïts, ja que són els 2 objectes d'estudi per dur a terme la comparació entre els vectors ambientals escollits.

En aquest apartat, ja sigui en el cas de la depuradora actual com de la de l'aigüamoll dissenyat, s'ha procedit a incloure les dades bàsiques que es requereixen per tal de realitzar la diagnosi del projecte:



Figura 3: Subapartats que formen part dels inventaris. Font: pròpia.

Per tal d'obtenir les dades requerides per l'inventari de la depuradora actual, les fonts d'informació consultades són:

- El projecte constructiu de la nova depuradora.
- L'eina de càlcul d'àrees de l'ICC.
- Informació directa per part del director de la depuradora de Begues, en Josep Gassó.
- Taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Per tal d'obtenir les dades requerides per l'inventari de la depuradora amb aigüamolls construïts dissenyat, les fonts d'informació consultades són:

- ARM.
- Informació directa per part d'en David Cooper, director de l'empresa A.R.M. i altres col·laboradors de la mateixa.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

- 1- Realització dels 2 diagrames de flux de forma comparativa.
- 2- Anàlisi i representació de les superfícies detallades al projecte constructiu en ortofotomapes de l'ICC i mitjançant l'eina d'àrees.

- 3- Disposició de les dades energètiques proporcionades per ARM de manera idèntica a les de la depuradora actual per obtenir inventaris comparables.
- 4- Avaluació de la zona i estudi dels impactes ambientals que es podrien donar en el cas d'instal·lar-se la depuradora de Begues amb un sistema de tractament d'aigües residuals natural.

Diagnosi

- Superfície

En aquest apartat s'ha dut a terme 2 estudis de pendent mitjançant els mapes topogràfics disponibles a l'ICC per tal d'obtenir com es disposen els pendents de la zona i així poder estructurar la planta de tractament amb aiguamolls òptimament.

De nou, amb l'eina de càlcul d'àrees de l'ICC, s'ha pogut realitzar una delimitació de la superfície disponible que seria apta per la instal·lació de la parcel·la d'aiguamolls. Seguidament, s'ha delimitat el polígon en el que es disposaran les "reed beds" i s'ha reestructurat les altres instal·lacions del procés de depuració per tal que sigui possible el funcionament de la planta dins l'espai delimitat per la tanca perimetral.

Finalment, s'ha fet l'estudi comparatiu objecte de la diagnosi entre les 2 depuradores en termes de superfície i ocupació.

Les fonts d'informació base per realitzar la redacció d'aquest apartat són:

- La pàgina Web de l'ICC.
- El projecte constructiu de la nova depuradora.
- A.R.M. i A.R.M. Ibèrica.
- El llibre de "Treatment Wetlands" de Kadlec & Knight, 1996.
- Informació directa per part del director de la depuradora de Begues, en Josep Gassó.
- Informació directa per part d'en David Cooper, director de l'empresa A.R.M.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

1. Realitzar un estudi de pendent de l'entorn de la depuradora de Begues.
2. Realitzar un estudi de pendent de l'interior de la depuradora de Begues.
3. Recercar el polígon idoni per l'emplaçament del sistema de "reed bed".
4. Dissenyar una recol·locació de les instal·lacions de l'EDAR amb aiguamolls per tal que pugui funcionar amb les mínimes bombes possibles.
5. Incloure un disseny suposat d'aiguamolls de tipus no FBA per tal de avaluar la superfície necessària.

L'àrea, segons la metodologia de Robert H. Kadlec i Robert L. Knight, ve determinada per:

$$A = [(0,0365 \cdot Q)/(k)] \cdot \ln[(C_i - C^*)/(C_e - C^*)]$$

On: Q és el cabal d'aigües residuals a tractar, C_i és la concentració de cada contaminant a l'influent, C_e és la concentració de cada contaminant a l'efluent, C^* és la concentració interior en la "reed bed" de sustentació perquè el creixement dels vegetals sigui òptim i k és la constant d'àrea per a cada contaminant.

6. Dur a terme l'estudi comparatiu de superfície entre les 2 instal·lacions depuradores.

- Consum energètic

En aquest apartat s'ha volgut relacionar el consum energètic amb l'impacte ambiental quantificat en tones de CO₂ emeses.

1TEP = 11.630kWh = 2,5-3,3tones CO₂

Les EDARs són unes infraestructures que requereixen d'un consum energètic important i és per això que la depuradora de Begues mereix un estudi centrat en aquest vector.

S'ha procedit a realitzar una descripció de l'evolució del consum energètic a la depuradora de Begues per tal de mostrar que a mesura que s'avança en el temps, els requeriments energètics són majors. A continuació, s'ha contextualitzat el consum energètic i emissió de diòxid de carboni dins l'àrea metropolitana per tal de tenir una idea relativa a altres depuradores.

Finalment i com en les altres diagnosis, s'ha realitzat la comparació del consum energètic entre les 2 instal·lacions depuradores.

Les fonts d'informació base per realitzar la redacció d'aquest apartat són:

- La pàgina Web de l'Agència Catalana de l'Aigua, ACA.
- La base de dades Ecoinvent de l'ICTA, gràcies a l'ajuda de la Marta Borrós.
- La pàgina Web del Ministeri de Medi Ambient, l'Inventari d'Emissions.
- La pàgina Web de notícies del diari el Mundo.
- Les taules de registre de l'EDAR antiga de Begues i les taules de registre de l'EDAR actual proporcionades per l'EMSSA.
- Els llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA.
- Dades de consum energètic proporcionades pel director de la depuradora de Begues, en Josep Gassó.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

1. Cercar l'equivalència entre kWh, TEP i tones de CO₂.
2. Cercar l'estat de les emissions a l'estat espanyol per sectors i subsectors.
3. Fer un estudi de l'evolució del consum energètic a la depuradora de Begues i quantificar l'impacte ambiental en emissions.
4. Fer un estudi de contextualització de l'EDAR de Begues en les EDARs de la regió metropolitana de Barcelona i quantificar l'impacte ambiental en emissions.
5. Dur a terme l'estudi comparatiu de consum energètic entre les 2 instal·lacions depuradores.

- Integració en el medi

En aquest apartat s'ha decidit realitzar un estudi d'impacte qualitatiu de la depuradora de Begues amb un sistema de "reed beds" de manera que s'avalua, mitjançant una matriu característica de la metodologia de Conesa, la importància de les accions impactants sobre els factors impactats.

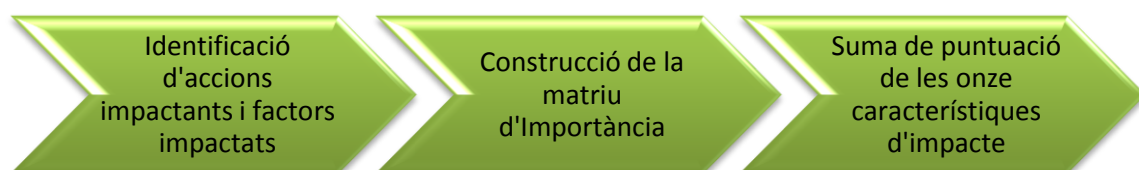


Figura 4: Passos de la metodologia de Conesa. Font: pròpia.

La importància de l'impacte (I) ve representada per un nombre que es dedueix mitjançant l'expressió següent:

$$I = 3\text{Intensitat} + 2\text{Extensió} + \text{Moment} + \text{Persistència} + \text{Reversibilitat} + \text{Recuperabilitat} + \text{Sinèrgia} + \text{Acumulació} + \text{Efecte} + \text{Periodicitat}$$

Aquest índex pren valors compresos entre -100 i 100; sobre aquests valors es pot proposar el següent criteri de valoració:

- 100 > I > -13, Impacte Ambiental Nul
- 13 ≥ I ≥ -25, Impacte Ambiental Compatible
- 25 > I ≥ -50, Impacte Ambiental Moderat
- 50 > I > -75, Impacte Ambiental Sever
- 75 > I > -100, Impacte Ambiental Crític

Aquest estudi permet valorar 3 aspectes principals:

- a) Si l'estudi d'impacte realitzat per la instal·lació de la depuradora actual ha estat redactat de manera correcta incloent tots els aspectes claus i arribant a uns resultats similars a l'estudi d'impacte realitzat per la instal·lació amb aiguamolls per aquest projecte.
- b) Què suposa, en l'àmbit d'impacte ambiental, disposar d'un tractament secundari i terciari convencional i què suposa disposar d'un natural.
- c) Quines són les mesures correctores més adequades pel nou sistema proposat i quin és el Pla de Vigilància Ambiental més convenient.

Així, aquests 3 aspectes han estat valorats gràcies a l'estudi d'impacte i a continuació s'ha procedit a realitzar l'estudi comparatiu de la integració en el medi objecte de la diagnosi entre les 2 tipologies d'instal·lacions.

Les fonts d'informació base per realitzar la redacció d'aquest apartat són:

- RD Llei 1/2008, de procediment administratiu d'Avaluació d'Impacte Ambiental.
- Metodologia d'Avaluació de la Importància d'Impactes de Conesa, 2003.
- A.R.M. i A.R.M. Ibèrica.
- El llibre de "Treatment Wetlands" de Kadlec & Knight, 1996.
- El projecte constructiu de la nova depuradora.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

1. Realitzar l'Estudi d'Impacte Ambiental de la instal·lació de l'EDAR de Begues amb un sistema d'aiguamolls com a tractament secundari i terciari mitjançant la metodologia de Conesa.
2. Proposar mesures correctores.
3. Proposar un Pla de Vigilància Ambiental.
4. Realitzar un anàlisi crític de la identificació i avaluació d'impactes realitzat per l'EDAR de Begues actual.
5. Dur a terme l'estudi comparatiu de integració en el medi entre les 2 instal·lacions depuradores.

Valoració final

En aquest apartat s'ha procedit a fer un resum dels aspectes claus en les comparacions dutes a terme en les diagnosi dels 3 vectors objecte d'estudi.

La finalitat d'aquest apartat és plasmar de manera breu quins han estat els resultats de l'estudi comparatiu entre les 2 instal·lacions depuradores per a cada vector.

Per a la redacció de la valoració final no s'ha hagut de recórrer a cap font d'informació que no s'hagi necessitat ja en les diagnosi de cadascun dels vectors. I, de la mateixa manera, no s'ha hagut de desenvolupar cap punt d'estudi i recerca addicional.

Conclusions

En aquest apartat s'ha volgut classificar tots els vectors d'estudi, tant d'aquest projecte com el de *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*, i posicionar-los com a favorable o desfavorable per a les 2 tipologies d'instal·lació.

Com la finalitat del projecte és determinar quina de les 2 depuradores s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix, s'ha incorporat en les conclusions quina hauria estat la decisió de construcció entre les 2 EDARs, tant des d'un punt de vista dins el context socioeconòmic actual, com des d'un punt de vista més global havent integrat el context ambiental i sostenible.

S'ha recorregut a la utilització d'un esquema en format balança que ajuda a visualitzar quins vectors són favorables i desfavorables per a cada depuradora, així com el pes i importància dels mateixos.

Per a la redacció de les conclusions no s'ha hagut de recórrer a cap font d'informació que no s'hagi necessitat ja al llarg del projecte.

Els punts d'estudi i recerca que s'han dut a terme per completar aquest apartat són:

1. Avaluació objectiva de la decisió de l'EDAR més adient per a Begues segons el context socioeconòmic actual.
2. Avaluació objectiva de la decisió de l'EDAR més adient per a Begues des d'un punt de vista integrat, tenint en compte el medi ambient.

Val la pena mencionar que la visita a Staffordshire, a l'empresa A.R.M. i a la segona "reed bed" més extensa d'Anglaterra, ha estat una font de coneixements molt important per la realització i redacció d'aquest projecte.

També cal tenir en compte totes les col·laboracions per part dels experts mencionats als agraïments inicials. Han permès que els resultats siguin fruit d'un gran nombre de punts de vista.

ANTECEDENTS GENERALS

Tecnologies de tractament convencional

El tractament d'aigua residual convencional és assolit per processos físics, químics i biològics. Molts d'aquests processos es donen en general a la natura i poden funcionar dins una gran varietat de dissenys de tractament. El saber sobre aquestes tecnologies és útil per planejar i dissenyar un projecte de tractament amb "wetland" per almenys dues raons.

Primer, el pretractament amb processos convencionals és habitualment aconsellat abans de descarregar a un sistema de "wetland" perquè els sòlids potencials o la demanda d'oxigen solen sobrepassar els valors assumibles en aquest tipus de tractament. Així, la majoria dels sistemes de "wetland" necessiten d'aquest pretractament dut a terme per tecnologies convencionals i el dissenyador del sistema n'ha de ser conscient.

Segon, una tecnologia de tractament per "wetland" pot no ser la tecnologia més fiable en relació al cost-eficàcia o respecte envers el medi ambient en un projecte local determinat. Les tecnologies de tractament convencional han de ser comparades amb les "wetlands" abans que el projecte de disseny i planificació hagi estat començat. Un coneixement dels principis del tractament d'aigua residual convencional, així com d'altres tecnologies naturals, és essencial per a fer una avaluació profunda de quin tractament o combinació de tractaments és més adient per a cada aplicació.

La següent taula, resumeix les típiques eficiències d'eliminació obtingudes amb els tractaments convencionals. Aquestes eficiències són una mitjana estimada sobre el tractament d'aigües residuals municipals i pot ser diferent per aigües residuals industrials o per aigües municipals de característiques no habituals.

Treatment Process	Constituent						
	BOD ₅	COD	TSS	TP	Org-N	NH ₃ -N	TN
Grit removal	0-5	0-5	0-10	<1	<1	<1	<1
Primary sedimentation (without coagulation)	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0-20	10-20
Primary sedimentation (with coagulation)	40-70	30-60	60-90	70-90	—	—	—
Activated sludge	80-95	70-85	80-90	10-50	15-20	8-65	—
Trickling filters	65-80	55-80	60-85	8-12	15-50	8-15	—
Rotating biological contactors	80-85	80-85	80-85	10-25	15-50	8-15	—
Oxidation ditch	86-99	—	81-98	—	—	20-80 ^a	—
Tertiary treatment ^a	80	80	80	60-95	0-20	80-95	80-85

^a Estimated.

Taula 1: Típiques eficiències d'eliminació amb tractaments convencionals. Font: Metcalf & Eddy, 1991.

- Pretractament i Tractament primari

El pretractament és considerat com "la primera línia de defensa" en el tractament d'aigües residuals perquè consisteix en la primera etapa de quasi bé totes les tecnologies de tractament. Consisteix en fer un desbast d'aquells residus antròpics i una desarenació d'aquells materials i partícules més grolleres que porta l'aigua, seguit d'una sedimentació primària. Es tracta d'un tractament preliminar perquè eliminen els sòlids més grans de l'aigua i els minerals sòlids més pesants que poden erosionar i malmetre l'equip mecànic de tractament (bombes, vàlvules, airejadors...). En aquesta etapa es poden atrapar sòlids de mida més gran de 6mm habitualment, tot i que es poden trobar sistemes que retenen aquells més grans d'1.5mm. Estudis de l'etapa preliminar sobre 38 plantes de tractament d'aigües residuals

als EEUU indiquen que l'eliminació mitjana es troba entorn els $21.7\text{cm}^3/\text{m}^3$ d'efluent, dins un marge que va des dels 2.9 fins els $78\text{cm}^3/\text{m}^3$.

En el tractament primari, la sedimentació primària és utilitzada per reduir, inicialment, l'elevada concentració de sòlids en suspensió totals (SST) presents en l'efluent. La sedimentació és assolida tot creant condicions de no moviment en el flux de tractament amb una llacuna o balsa de profunditat favorable pel procés (3 o 5m) coneguda com el clarificador primari. Els sòlids sedimentats són eliminats com a fang que són posteriorment deshidratats i utilitzats per altres aplicacions. Les basses de sedimentació primària incorporen típicament dispositius per a l'eliminació de materials flotables com les escumes, els olis, els papers, els cabells, els plàstics, etc. La sedimentació primària pot ser també millorada amb una preaeració per promoure la floculació (agregació de partícules petites formant partícules més grans anomenades flocs) o a través de la coagulació química amb sals de ferro, alumini o calç.

- Tractament secundari

És el mínim nivell de tractament d'aigües residuals municipals i industrials que es requereix abans de descarregar les aigües depurades en qualsevol aigua natural superficial. El tractament secundari requereix de tal nivell de tractament que s'ha d'arribar mínimament a una reducció del 85% tant de la DBO_5 (demanda biològica d'oxigen de 5 dies) com dels SST.

Es duu a terme una eliminació addicional de sòlids i matèria orgànica dissolta gràcies al creixement d'un cultiu microbià. Per tant, en aquest tractament és essencial un procés biològic en el qual les bactèries i els fongs són estimulats perquè creixin en llacunes, tancs mixtes, bales o superfícies fixes. La tecnologia principal de tractament secundari són les llacunes facultatives, les aeròbiques, les basses d'aeració que inclouen la recirculació de sòlids (fang activat), els filtres de goteig, etc.

El procés bàsic dels fangs activats consisteix en dues basses: un reactor d'aeració amb un temps de residència hidràulic comprès entre 0.5 i 24h, seguit d'una bassa de sedimentació o clarificador amb un temps de residència comprès entre les 3 i 7h. Hi ha un tub de via d'escapament dels fangs eliminats sobrants i un altre de recirculació de fangs activats. Els sòlids biològics en suspensió (microorganismes) creixen de manera heterogènia a l'aigua residual de manera que els compostos orgànics solubles i els nutrients de l'aigua es van eliminant permetent una eliminació del sòlid en forma de fang. Els sòlids biològics a la bassa de reacció es mantenen en suspensió i actius aeròbiament gràcies a l'aplicació constant d'una aeració-agitació.

El procés de fangs activats és altament eficient en l'eliminació de la DQO residual i dels sòlids en suspensió que romanen en l'aigua residual primària i pot ser adaptat per a reduir nitrogen en amoníac, nitrogen total i fòsfor. Algunes modificacions del tractament convencional amb fangs activats inclouen:

- Una ampliació de l'aeració, més complexa (temps de residència hidràulics de 16 a 24h i una densitat de sòlids en suspensió microbians més elevada).
- Un sistema d'estabilització de contacte, amb reactor de flux pistó (temps hidràulics més curts i elevada càrrega en l'efluent d'entrada).
- Un sistema amb fossa d'oxidació que es basa en un disseny d'una bassa amb processos d'aeració ampliada i a vegades amb clarificació interna.

A part dels fangs activats, procés bàsic i més comú de tractament secundari, hi ha altres tipus de tractament secundari que també s'utilitzen sovint.

El segon grup de les tecnologies de tractament secundari es basa en el creixement de poblacions microbianes en medi fix per extreure el carboni soluble i els nutrients dels efluent primaris. Aquestes poblacions de microorganismes fixes estan contínuament o de manera intermitent exposades a l'atmosfera per tal que puguin proveir d'aeració i per a mantenir unes condicions aeròbies. Les tecnologies de creixement fix poden ser molt efectives per a eliminar constituents de carboni i poden ser de fàcil adaptació per a una eliminació simultània del nitrogen en forma d'amoníac.

Els filtres percoladors i els contactors biològics rotatoris són dues variacions d'aquest procés de tractament de creixement fix.

Els filtres percoladors consisteixen en una bassa rodona típica d'1 a 8m de profunditat plena amb un medi apte pel creixement de poblacions microbianes. Els medis més usats són roques (escòries) i o plàstics. L'efluent primari arriba a la superfície del filtre percolador i per gravetat travessa el medi de manera que els microorganismes disposen d'aire, aigua i nutrients. Un sistema posterior recol·lecta l'aigua que ha traspasat el filtre i la transporta juntament amb aquells sòlids que han estat despresos del medi fins al clarificador secundari. Part de l'aigua recol·lectada del filtre percolador és típicament recirculada i mesclada amb l'efluent primari per aconseguir un increment de la taxa de càrrega hidràulica sense incrementar la taxa de càrrega de massa. Cal destacar que s'utilitzen moltes combinacions diferents en els sistemes de filtre percolador.

Els contactors biològics rotatoris utilitzen discs de plàstics circulars com a medi que giren a uns 1 o 2rpm en un tanc poc profund ple d'aigua residual. Un 40% dels discs estan en contacte amb l'aigua residual i la resta estan exposats a l'aire. Els discs de plàstic estan colonitzats per microorganismes de creixement fix que duen a terme el tractament secundari de l'aigua residual. Normalment es dissenyen diversos eixos (cada eix conté un nombre determinat de discs) en sèrie, paral·lel o una combinació dels dos. I habitualment aquests sistemes estan coberts per minimitzar la variació de condicions del medi ambient en el procés de tractament.

- Tractament terciari o avançat

Les tecnologies de tractament secundari estan evolucionant ràpidament, principalment gràcies a la combinació de diverses unitats de processos diferents en un mateix sistema. Per exemple, les etapes aeròbiques i anaeròbiques es combinen per assolir una millor eliminació biològica dels nutrients i els tractaments de creixement fix i de creixement en suspensió també es combinen.

Un gran nombre d'aquestes tecnologies de combinació poden reduir les concentracions de DQO i de sòlids en suspensió per sota els nivells típics obtinguts del tractament secundari i transformar o eliminar els nutrients (bàsicament nitrogen i fòsfor) de l'efluent d'aigua residual.

Els tres tractaments avançats de les aigües residuals més típics són: la nitrificació, la desnitrificació i l'eliminació de fòsfor (Metcalf i Eddy, 1991).

La nitrificació es pot aconseguir tant en sistemes de creixement en suspensió com de creixement fix. La nitrificació és un procés aeròbic en el que els bacteris oxiden l'amoníac a nitrat. El tractament de fangs activats estàndard pot ser modificat per assolir la nitrificació incrementant la recirculació de sòlids (edat dels fangs) i el temps de residència hidràulic total del sistema de tractament. Dissenyats amb una ampliació de l'aeració i un sistema amb fossa d'oxidació poden servir per assolir la nitrificació en un sistema de fangs activats. Els filtres de percolació i els contactors biològics rotatoris també poden ser dissenyats per a la nitrificació.

La massa total de nitrogen en l'aigua residual no és reduïda únicament per nitrificació, també hi col·labora un procés de transformació secundària microbià anomenat desnitrificació. En aquest procés, el nitrogen en forma de nitrat és transformat pels microorganismes en nitrogen gas el qual és abocat a l'atmosfera. Aquest procés és anòxic, escàs d'oxigen dissolt per contenint altres components oxidats com els nitrats, i es dona de forma limitada en els processos convencionals aerobis com els fangs activats o els filtres de percolació. Els sistemes de tractament de les aigües residuals poden ser dissenyats per a la desnitrificació incloent processos anaeròbics després de la nitrificació de l'efluent. Els bacteris desnitrificants necessiten d'una font de carboni orgànic reduït per a un creixement heteròtrof, per tant, el metanol s'afegeix en aquests sistemes de tractaments.

El creixement microbià habitual durant els tractaments secundaris resulta en un fang que conté un 1.5-2% de fòsfor en base al seu pes sec. Així, mentre que el fang és retirat, el fòsfor total que conté l'aigua residual que ha experimentat un tractament secundari és reduït a un 10-25%. L'eliminació biològica del fòsfor es basa en una "captació de luxe" del fòsfor que es dona en les poblacions microbianes durant el creixement en condicions d'aeració considerablement vigorosa. D'aquesta manera, un percentatge de fòsfor dissolt més elevat pot ser eliminat de l'aigua residual. A més, seqüenciant un reactor anaeròbic abans del reactor aeròbic, el contingut en fòsfor dels microbis és inicialment reduït, permetent una eficiència d'eliminació molt més gran al segon reactor.

No obstant, l'eliminació del fòsfor de les aigües residuals es duu a terme freqüentment mitjançant processos convencionals físics i, sobretot químics. Els habituals processos químics utilitzen sals d'alumini o de ferro per precipitar químicament el fòsfor dissolt i eliminar-lo en una forma sòlida (fang). Les típiques concentracions d'aquestes sals per a aconseguir una bona eliminació del fòsfor es troben entre 3 i 25mg/L. Aquesta eliminació pot ser combinada amb el procés de clarificació primària o secundària o inclosa com un procés addicional o terciari. L'eficiència d'eliminació del fòsfor total mitjançant la precipitació química pot superar el 90% en efluent municipal, resultant concentracions finals de fòsfor per sota els 0.5mg/L. L'eliminació física del fòsfor es basa en l'atracció elèctrica entre formes ionitzades de fòsfor i específiques resines d'intercanvi iònic. No obstant, tots aquests processos requereixen d'un gran pretractament per tal de reduir els sòlids en suspensió i a més, generen un flux de residus que pot requerir un tractament químic addicional per a una última eliminació de fòsfor.

Tecnologies de tractament amb aiguamolls

Els aiguamolls són àrees terrestres que es troben humides durant la major part de l'any gràcies a la seva localització en el paisatge. Històricament, els aiguamolls ("wetlands" en anglès) eren els pantans i han estat sempre caracteritzats per les condicions d'humitat, l'existència de plantes i el seu emplaçament geogràfic. Les "wetlands" són freqüentment transicions entre terres altes (sistemes terrestres) i terres contínues o inundades (sistemes aquàtics). Es solen situar en topografia baixa, com poden ser depressions del terreny o en àrees amb pendents elevats i baixa permeabilitat dels sòls. En altres casos, però, es poden trobar aiguamolls en zones de topografia alta o entre zones de drenatge de diversos rius, quan la terra és plana i de mal drenatge. En tots els casos, no obstant, el principi que els regeix és que les "wetlands" es troben humides de manera suficient per tal d'alterar les propietats del sòl gràcies als canvis químics, físics i biològics que es donen durant la inundació i de l'exclusió que es produeix d'aquelles plantes que no poden créixer en sòls humits.

Els aiguamolls 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.

Històricament, les "wetlands" han estat les últimes àrees del paisatge en alterar-les per establir altres usos del sòl com pot ser: desenvolupament industrial i urbanístic, agricultura, mineria, etc. I això és bàsicament perquè aquestes zones han de ser drenades per tal de ser productives. Per tant, són necessaris un drenatge efectiu i un control d'inundacions i aquestes activitats són considerablement cares. Amb el desenvolupament i l'expansió de la consciència ambiental, iniciada en els aquests últims 30 anys, els beneficis culturals i mediambientals dels aiguamolls i altres ecosistemes naturals han estat descoberts pel públic.

Els aiguamolls poden ser utilitzats com a tecnologia natural i de baix cost pel tractament de la qualitat de l'aigua tant per a petits pobles com per a grans ciutats. Aquesta avantatge ha fomentat la creació i restauració de les "wetlands" en molts llocs del planeta de geografia i clima molt diversos.

El desenvolupament de l'agricultura, de les indústries i de les urbanitzacions causa un gran volum d'aigües residuals que moltes vegades els sistemes tradicionals no poden abastar. Per enfrontar-se aquesta concentració d'activitats humanes i alhora protegir i millorar les aigües superficials on s'hi desenvolupa vida silvestre o que serveixen per la recreació humana, la societat ha desenvolupat multitud de tecnologies per purificar o tractar fluxos d'aigua abans que siguin abocats al medi ambient. Moltes d'aquestes tecnologies de tractament tradicionals requereixen d'inputs intensius de formigó, acer, energia i productes químics; no obstant, la tecnologia de les "wetlands" (ja siguin naturals com artificials) es basa més en energia i inputs naturals per assolir el mateix tractament.

La figura 5 mostra com un tractament servit per un aiguamoll pot servir de cinturó verd natural regulador de les aigües residuals concentrades i de les aigües superficials que han de trobar-se netes per múltiples usos. Es tractaria, doncs, d'una zona seminatural que gestiona tant les àrees urbanes com les aigües naturals superficials, incloent els llacs, els rius, els estuaris i els

oceans. Les “wetlands” de tractament artificials o naturals poden fer augmentar els recursos recreatius incorporant centres de natura, rutes de senderisme, camins de passeig i altres facilitats per ús públic.

Quan les aigües residuals concentrades són pretractades abans de ser descarregades en un aiguamoll, molts dels contaminants residuals que resten a l'efluent són un recurs per la biota del sistema, que transforma aquestes matèries primes en biomassa, nou sòl o gasos atmosfèrics no nocius. Aquestes transformacions impliquen tant la purificació final de l'aigua, com el reciclatge dels constituents de l'aigua residual beneficiant les xarxes alimentàries biològiques. Per aquesta raó, l'ús dels aiguamolls pel tractament ha de ser vist com una reutilització beneficiosa de les aigües residuals. Si els sistemes de tractament de les “wetlands” són dissenyats i operen de forma que no degraden les funcions naturals de les mateixes, el resultat global és una reutilització mediambiental molt important de les aigües residuals comparat amb l'obtingut de les descàrregues directes en els rius, estuaris, oceans o aqüífers.

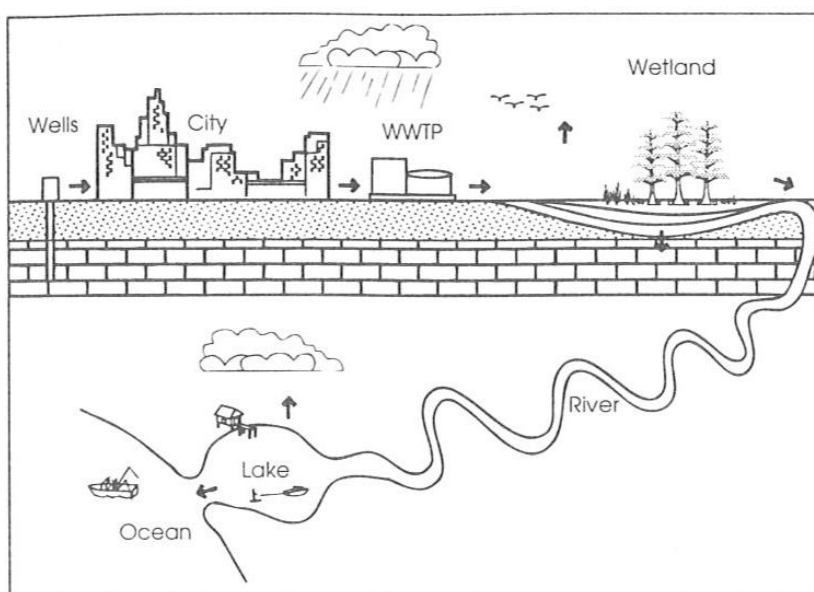


Figura 5: Aiguamoll com a cinturó verd natural regulador de les aigües residuals i de les aigües superficials. Font: H. Kadlec & L. Knight, 1996.

Un mica d'història

Els aiguamolls naturals han estat usats com a llocs idonis per a la descàrrega d'aigües residuals, des de que aquestes han estat recollides i abocades en algun lloc específic (almenys en els últims 100 anys en algunes localitzacions). Exemples de llocs antics:

- Great Meadows, prop del riu Concord a Lexington, MA. Aquesta, va començar a rebre aigua residual al 1912.
- Brillion Marsh, a Wisconsin. Va rebre descàrregues d'aigües municipals des del 1923.
- Al 1919, la planta de tractament d'aigües residuals de Dundas va començar a descarregar les aigües que sortien de la planta al Paradís natural de Cootes, una “wetland” prop de Hamilton, Ontario.
- Una zona humida de xiprers naturals rebia també descàrregues d'aigües residuals de la ciutat de Waldo, FL des de 1939.

Als anys 90', l'Agència de Protecció Mediambiental dels Estats Units (EPA) va trobar que havia prop de 324 descàrregues a zones pantanoses en 14 estats diferents a mitjans dels anys 80'.

Cap d'aquestes descàrregues havia estat monitoritzada per seguir la qualitat de l'aigua o la integritat biològica. Quan la monitorització es va implantar en alguns d'aquests punts, la consciència de la potencial purificació de la qualitat de l'aigua que els aiguamolls eren capaços d'assolir va començar a emergir.

L'expansió d'aquest concepte i de la confiança total d'aquesta tecnologia té el seu origen a l'estudi dut a terme a Europa per Seidel i Kickuth a l'Institut de Max Planck a Plon, Alemanya, 1952-1970. La implementació de la tecnologia va accelerar arreu del món des de l'any 1985 aproximadament.

Entre 1967 i 1972, Howard T. Odum i A.C. Chestnut de la Universitat Chapel Hill de Nord Carolina van començar un estudi de 5 anys usant llacunes costeres per a reciclar i reutilitzar aigües residuals municipals. Es van examinar multitud de detalls de tractament de l'aigua, fet que va fomentar la inquietud per seguir investigant en aquesta temàtica.

Al 1972, Odum i Kathrine Ewel van començar a treballar uns altres 5 anys en un estudi centrat en l'efectivitat de "wetlands" naturals de xiprers pel reciclatge de les aigües residuals municipals. Aquest estudi obtenia fons de la Fundació Rockefeller i de la National Science Foundation's Division of Research Applied to National Needs (RANN).

Al mateix temps de l'estudi anterior, Robert H. Kadlec i altres col·laboradors de la Universitat de Michigan van començar el primer estudi d'aiguamolls pel tractament d'aigües residuals en una regió de clima fred, el projecte del llac Houghton. L'any 1971 es va començar a abocar aigües residuals a la zona de torbera del llac Houghton. 2 anys després de contínues descàrregues (de 360m³/d) es va iniciar l'estudi i aquests abocaments van començar a ser vigilats per l'equip de treball sota la direcció del personal de la Universitat de Michigan. Al 1978 es va valorar la capacitat de tractament la "wetland" i es va considerar que es podia abocar un flux de 6410m³/d durant l'estiu. Aquest sistema continua operant avui, i la informació provinent del Sistema Natural de Torberes de Tractament del llac Houghton representa una de les bases de dades més antigues i completes d'aquesta tipologia de sistemes avui en dia disponible.

Al 1973 es va fer el primer disseny enginyer intencionat d'un aiguamoll artificial. Diversos sistemes pilots de tractament van ser construïts a Nord Amèrica, al Brookhaven National Laboratory, prop de Brookhaven, NY. Aquests sistemes pilots foren combinats amb "wetlands" naturals de maresmes amb una llacuna i un prat en sèrie i van ser dissenyats amb el nom de sistema de tractament prat/maresme/llacuna; "meadow/marsh/pond" (MMP).

Les aigües industrials també es van tractar en algun cas amb aiguamolls l'any 1975 en l'empresa Amoco Oil, refineria situada al nord de Dakota. Al 1976, les comunitats de Pinetop i Lakeside i, al 1977 les comunitats de Show Low, AZ van crear una sèrie de àrees de "wetland" artificials per a l'eliminació per evaporació d'efluents d'aigües amb alts nivells de nutrients (característiques dels abocaments industrials) i per a la producció paral·lela de vida silvestre.

Actualment, Florida té diverses de les àrees de d'aiguamolls artificials més grans del món, incloent els artificials de Lakeland i Orlando. Totes 2 van començar a funcionar l'any 1987. Cadascuna té prop de 500Ha per tractament d'aigües municipals avançat. Una altra "wetland" artificial considerablement gran de Florida és pel tractament del drenatge dels sòls agrícoles de diversos llocs situats a la conca del riu Kissimmee. També cal remarcar les 16000Ha de diversos aiguamolls artificials situades a la regió d'Everglades, pel tractament de les aigües que resulten del maneig de les canyes de sucre. Finalment i com a curiositat, el sistema artificial més gran del món és de 1800Ha, es troba a Hongria i opera des de 1985.

Florida, juntament amb altres estats, té també nombrosos aiguamolls naturals i artificials que tracten les aigües provinents d'inundacions produïdes a les ciutats. El sistema del llac Jackson, és un model de "wetland" artificial de tractament d'aigües de pluja situat a Tallahassee. Cal remarcar que ha estat operant i sent monitoritzat pel Florida Department of Environmental Protection des de 1984. Un petit sistema de tractament d'aigües de pluja urbanes va ser construït al parc de Greenwood a Orlando l'any 1989. Prop de 50 "wetlands" naturals, incloent zones de xiprers i alguna àrea de prats humits reben aquest tipus d'aigües provinents de zones residencials i comercials del sud-est de Florida.

Aquesta perspectiva històrica ha d'ajudar a il·lustrar el desenvolupament tant recent que ha tingut la tecnologia dels aiguamolls i a visualitzar la joventut que tenen fins i tot els sistemes que operen des de fa més anys. Aquest curt període d'experiència en el disseny i en l'operació dels sistemes de tractament amb els aiguamolls fa que encara s'hagi de desenvolupar molt més i investigar-ne nous dissenys i altres millores.

De fet, l'única tecnologia de tractament antiga que encara s'utilitza en l'actualitat són les llacunes aeròbiques o facultatives, els filtres de goteig i els sistemes de tractament de llots actius. Totes les tecnologies modernes han estat desenvolupades després del Clean Water Act del 1972 i degut a la creixent consciència que hi ha sobre l'augment i la perillositat de la contaminació de l'aigua dels nostres temps.

No és sorprenent, per tant, que el valor de les "wetlands" per la millora de la qualitat de l'aigua hagi estat redescobert durant dels últims 30 anys, període de major consciència mediambiental.

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.
- Difícils 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 aportats 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 (veure figura 6).
- 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.



Figura 6: Maquinària pel rentat del medi granular. Font: A.R.M.

A.R.M.

ARM Ltd és una companyia privada que va començar en el món dels negocis l'any 1947 en el camp de l'enginyeria agrònoma. La seva seu es troba a Rugeley, Staffordshire. ARM ha estat compromesa amb el desenvolupament i aplicació de sistemes de tractament natural de les aigües residuals mitjançant llits de joncs i la tecnologia de d'aiguamolls artificials des del 1980.

L'empresa ofereix un servei integral als seus clients que abasta la consultoria, el disseny, la gestió de projectes, la construcció i el manteniment del sistema posterior. La seva base de clients és àmplia, tant en termes de la gama d'aplicacions, com de la mida de les instal·lacions. ARM ha dissenyat i construït més de 400 sistemes de "reed bed" proporcionant tractament d'aigües residuals per a una àmplia gama d'aplicacions, incloent:

- Aigües domèstiques i municipals
- Aigües industrials
- Aigües de mines
- Aigua d'escorrentia superficial
- Aigües residuals de destil·leria
- Aigües de rentat dels vegetals
- Lixiviats

Tot i així, ARM segueix investigant en el camp de tractament de les aigües. Altres aplicacions recents en les que ARM també intervé són: el reciclatge per a reduir el cost total dels abocadors i l'ús de materials, la innovació en configuracions alternatives dels aiguamolls construïts per a millorar el rendiment en l'eliminació de contaminants i l'ampliació de la seva gestió quant a serveis de restauració.

- Història

L'any 1947, un negoci familiar d'origen en l'enginyeria agrícola va esdevenir l'empresa ARM Ltd (Agricultural Requisites and Mechanizations Ltd) gràcies a un fons inicial provinent de beneficis i bens agrícoles.

L'esperit de la companyia sempre ha estat el desenvolupament de noves idees i incorporar nous productes al mercat. Durant el període 1940-1990 aquestes idees van ser totes elles centrades en l'agricultura: la tallada de gespa de les màquines, dispositius d'encaix dels tractors, edificis per a la producció de bestiar i equips per al compostatge.

Des de la dècada de 1960, investigacions científiques en les "reed beds" i els tractaments de "wetlands" d'aigües residuals havien estat tenint lloc a l'Institut Max Planck a Alemanya. El Water Research Council (CMR) i el personal del Water Authority van visitar l'Institut Max Planck amb la intenció d'investigar l'aplicació dels sistemes de tractament amb aiguamolls construïts. L'informe resultant conclouia que la tecnologia de "reed beds" semblava funcionar i que la seva aplicació al tractament d'aigües residuals al Regne Unit havia de ser provada i monitoritzada.

Al 1977 l'escola de Chemical Engineering a la Universitat de Birmingham es va unir a ARM per a construir una unitat de gran escala capaç de barrejar la palla de cereals amb els purins per a produir compost i explotar-lo comercialment. De seguida es va fer evident que era essencial aconseguir una mescla completa per a obtenir un compostatge complet de manera ràpida. ARM i l'escola van treballar junts per fer això possible incorporant una àmplia gama de materials orgànics de gran poder compostador: vegetals, plomes de pollastre i fems de cavall.

Les operacions de compostatge, però, amb freqüència produeixen escorrentia de lixiviats. A conseqüència d'això, ARM (que com s'ha dit treballava en el camp de l'enginyeria agrícola) va estar considerant l'eliminació d'aquest efluent justament quan a l'escola de Chemical Engineering a la Universitat de Birmingham es va destacar el potencial de la tecnologia innovadora dels aiguamolls construïts. Així doncs, ARM va començar a avaluar la tecnologia al 1985.

Al 1986, decideix provar les "reed beds" pel tractament d'aigües residuals agrícoles amb la idea que si funciona amb èxit, podria desenvolupar-se un producte complementari a les activitats agrícoles comercialitzable.

Un aiguamoll construït de flux horitzontal es va construir prop de l'oficina de la companyia a Rugeley per a tractar aigües amb purins. Els assaigs es van realitzar sota la supervisió dels seus associats a la Universitat de Birmingham.

Tot i que ARM no es deslligava dels seus negocis agrícoles, sobretot envers els tractors, s'endinsava cada vegada més en el camp del tractament d'aigües. Al 1987 prova un sistema de "reed bed" a una granja de Drointon pel tractament de l'aigua bruta d'escorrentia provinent del pati del bestiar i de la sala de munyir les vaques. Les proves que havien estat fent fins llavors indicaven que els aiguamolls artificials de flux horitzontal eren capaces d'eliminar petites quantitats de contaminants en el cas d'aigües residuals agrícoles i ramaderes. No obstant, aquesta reducció no assolía els límits requerits per complir la normativa de qualitat de l'aigua si l'efluent no es sotmetia a un tractament previ abans de passar pel sistema de joncs.

Al 1989, ARM prova amb sistemes de "reed bed" de flux vertical descendent, tant a la seva oficina de Rugeley com a la granja de Drointon. Aquest tipus de sistema s'havia desenvolupat a Alemanya i aconseguia una millor transferència d'oxigen i, per tant, una major eliminació de contaminants. Els dos sistemes estaven, però, en un període de prova i seguiment supervisat per estudiants de doctorat de la Universitat de Birmingham.

Veient l'èxit que estava adquirint aquesta tecnologia, al 1990 ARM torna a definir els seus objectius i enfoca el seu negoci al tractament d'aigües residuals especialitzada en l'ús de "reed beds" i sistemes de "wetland". L'empresa va ser pionera en l'aplicació d'aquesta tecnologia.

Tant al 1991 com al 1995, ARM va dissenyar i construir un aiguamoll construït en els pobles de Redlynch a Hampshire i Holly Green a Worcestershire. Aquests sistemes van ser sol·licitats per les companyies d'aigua angleses Southern Water Services i Severn Trent Water Ltd. Al 1996, ARM va dissenyar i construir la "reed bed" més gran del Regne Unit per a tractament terciari d'aigües residuals. Una plaça de 20000m² d'aiguamoll artificial demanat per Southern Water Services Ltd. i instal·lat a Redgate Mill, prop de Tunbridge Wells. El sistema proveeix de tractament terciari a tot el municipi de Crowborough, el qual té una població de 20000 habitants. A partir de llavors fins al 2002, ARM ja havia construït 350 sistemes de 10m² a 20000m².

L'any 2003, ARM contractà a Severn Trent per supervisar les seves "reed beds" i per proveir un servei de manteniment. El manteniment dels aiguamolls construïts es va convertir en una activitat permanent. En aquest mateix temps, ARM va construir la tercera "reed bed" més gran del Regne unit per tractament terciari a Walton, demanada per Anglian Water Ltd.

Cal destacar que l'empresa mai s'ha quedat en els coneixements de base, sempre ha estat investigant. Així, l'any 2000, ARM va començar a provar els sistemes d'aiguamolls artificials pel tractament de fangs. I al 2003, s'uneix amb l'empresa danesa Orbicon per tal d'explotar el mercat usant "reed beds" pel tractament de fangs al Regne Unit.

Des de llavors fins l'actualitat, ARM ha instal·lat un gran nombre de sistemes més. Tenen actualment unes 400 "reed beds" dissenyades i instal·lades i hi treballen en el seguiment de 300 presents majoritàriament per tot el Regne Unit, Irlanda i Escòcia. No obstant, és important remarcar que aquesta tecnologia s'usa arreu del món: Índia, Austràlia, República Txeca, Lituània, Polònia, França, Suècia, Àustria, Alemanya i, fins i tot, Espanya.



Figura 7: Logotip d'ARM. Font: A.R.M.

A.R.M. Ibèrica

El 95% de les aigües residuals són tractades al Regne Unit, mentre que a Espanya la xifra és inferior al 35%. A.R.M. Ltd. ha realitzat estudis de mercat al nord d'Espanya i Portugal i ha trobat un gran potencial per a l'expansió de la tecnologia de "wedlands" artificials i així proporcionar un desenvolupament sostenible a un cost assequible per a complir els requisits de la Directiva Marc de l'Aigua.

A.R.M. Ibèrica és una filial d'A.R.M. Ltd. que porta treballant des de març del 2008, opera des de Barcelona i va rebre la seva primera comanda al novembre de 2008. Com ja s'ha dit, ARM és una empresa líder en el disseny i construcció d'aiguamolls artificials al Regne Unit. L'empresa es va fundar el 1947 i des de llavors ARM no ha fet més que despuntar en aquests sistemes. Després del primer període de 50 anys, ARM mira als pròxims 50 anys des de la confiança, amb l'entusiasme i un absolut compliment dels requisits dels clients. La investigació és contínua i extensiva, així com programes de desenvolupament en tècniques de tractament natural d'aigües residuals i de residus, fan que ARM sigui una Empresa líder en aportar solucions sostenibles i amb un cost raonable pels problemes de residus i aigües residuals dels seus clients també en el futur.

Són motius suficients, doncs, els que expliquen el per què ARM ha volgut expandir-se a Espanya establint una filial en el país. Es pretén traslladar tota l'experiència i coneixements a la península ibèrica col·laborant a l'expansió i desenvolupament del tractament d'aigües residuals amb aiguamolls.

A.R.M. Ibèrica ofereix serveis de consultoria, disseny i construcció de sistemes de tractament d'aigües residuals d'aiguamolls construïts amb garantia de funcionament.



Figura 8: Logotip d'ARM Ibèrica. Font: A.R.M. Ibèrica.

Components d'un aiguamoll

- Factor de confinament del sistema (Impermeabilització):

És necessari disposar d'una barrera impermeable per a confinar el sistema i prevenir la contaminació de les aigües subterrànies. Depenent de les condicions locals, pot ser suficient una adequada compactació del terreny. En altres casos, serà necessari realitzar aportacions d'argiles o utilitzar làmines sintètiques.

- Factor d'estructures de recollida i abocament (Entrada i Sortida):

Aquestes estructures han d'estar molt ben dissenyades. L'aigua residual procedent dels tractaments previs es fa arribar fins una arqueta on el cabal es divideix equitativament i mitjançant diverses canonades i s'aboca al llit de l'aiguamoll. Alternativament, es pot fer arribar l'aigua fins un canal amb punt d'abocament que la distribueix de forma homogènia en tota l'amplada del sistema.

La recollida de l'aigua de l'efluent es realitza amb una canonada perforada assentada sobre el fons de l'aiguamoll. Aquesta canonada connecta amb una altra en forma de "L" invertida, altura de la qual és regulable. Aquesta estructura permet modificar el nivell de l'aigua i, a la vegada, drenar l'aiguamoll durant les operacions de manteniment.

- Factor hidràulic (Aigua):

La hidrologia és un factor molt important en el disseny d'un aiguamoll, moltes vegades la distribució de l'aigua dins un aiguamoll pot ser causa de l'èxit o del fracàs del sistema.

Té diferents punts claus:

- Qualsevol canvi en la hidrologia pot afectar greument a l'aiguamoll i a l'efectivitat del tractament.
- L'aigua de l'aiguamoll interacciona directament amb l'atmosfera a través de la pluja i de l'evapotranspiració (evaporació de l'aigua superficial i la transpiració de les plantes).
- La densitat de vegetació en un aiguamoll afecta molt a la hidrologia d'aquest. Quanta més vegetació hi ha més infiltració és dona tot seguint fluxos d'aigua curvilinis i sinuosos. A més, l'alta densitat de vegetació bloquejarà amb major percentatge l'exposició de l'aigua al vent i al sol.

- Factor sòl i medi de suport (Substrat, sediments i restes de vegetació):

Un aiguamoll artificial és format majoritàriament per substrats com sòl, roques, grava i sorra. De vegades també s'observen alguns on el substrat és format per materials orgànics com el compost o, fins i tot, també es poden incloure materials sintètics que millorin les propietats del substrat.

Aquest element és molt important per a desenvolupar les funcions necessàries per a dur a terme un bon tractament de l'aigua residual. Els punts claus són:

- Fa possible la vida de molts organismes vius.
- Condiciona els fluxos d'aigua a una velocitat suficientment baixa per fer possible el temps requerit pel tractament de l'aigua residual.
- Moltes reaccions químiques i biològiques són dutes a terme en el substrat.

- És una font d'emmagatzematge i retenció dels contaminants.
- Permet que la matèria orgànica i els nutrients aportats siguin retinguts i posteriorment transformats i assimilats pels microorganismes que viuen al substrat mitjançant el desenvolupament de moltes reaccions biològiques que requereixen una font de carboni important.
- En el medi és dóna la inactivació dels microorganismes patògens.

El medi granular ha de ser net, homogeni, dur, durable i capaç de mantenir la seva forma a llarg termini. A més, ha de permetre un bon desenvolupament de les plantes i la biopel·lícula de microorganismes. Diàmetres mitjans que es troben entre els 5 i els 8mm ofereixen molt bons resultats.

Una característica molt important del medi granular és la seva conductivitat hidràulica, ja que d'aquesta propietat depèn la quantitat de flux d'aigua que pot circular a través d'ell. Durant el disseny s'ha de tenir en compte que la conductivitat hidràulica disminuirà amb el pas del temps.

- Factor Flora (Vegetació):

En els aiguamolls artificials, la vegetació es clau ja que proporciona superfícies per a l'acumulació de pel·lícules bacterianes a les parts subterrànies de les plantes i sobre el medi granular, facilita la filtració i l'adsorció dels contaminants i permet la transferència d'oxigen amb l'aigua, controlant el creixement d'algues indesitjades ja que redueix la incidència solar sobre l'aigua. Les plantes normalment solen ser macròfites i principalment s'utilitza l'espècie *Phragmites Australis*, amb densitats de plantació habituals de 3 exemplars per metre quadrat.

Les plantes afavoreixen molt a diferents aspectes dels aiguamolls, però la funció principal és transferir l'oxigen més profundament fent així que la transferència no sigui només a nivell superficial. El que permet aquesta transferència d'oxigen, generalment per difusió, és l'elevada profunditat a la qual pot arrelar la vegetació en el substrat de l'aiguamoll.

També té altres característiques importants com:

- Filtrar i millorar els processos físics de separació de partícules.
- Estabilitzar el substrat i canalitzar la circulació de l'aigua.
- Permetre i millorar la sedimentació gràcies a que fan més lent el flux hidràulic.
- Assimilar en els seus teixits components com nutrients, carboni i elements traça.
- Transferir gasos entre l'atmosfera i els sediments.
- Alliberar oxigen per part de les fulles i la part alta de les plantes permetent l'oxigenació d'altres porus del substrat.
- Permetre la fixació dels microorganismes purificadors de l'aigua a les seves arrels i tiges.
- Aportar matèria orgànica al substrat (restes de vegetació) quan arriben a la lisi.
- Regular les variacions ambientals. Redueixen la intensitat de la llum incident sobre el medi granular.

En aquest tipus de tecnologia es poden utilitzar diversos gèneres de plantes. Principalment s'utilitzen la bova (*Typha*), el jonc (*Scirpus*) i/o el canyís (*Phragmites*). Aquests gèneres confereixen característiques molt favorables pel sistema, com la gran variabilitat ecològica, l'alta productivitat de biomassa i el gran nivell de multiplicació. Tots 3 presenten adaptacions especials per a viure en ambients permanentment inundats. Els seus teixits interns disposen d'espais buits que permeten el flux de gasos des de les parts aèries fins les subterrànies. Els seus rizomes tenen una gran capacitat colonitzadora.

L'elecció d'un o altre gènere dependrà de la tipologia d'aiguamoll i de les aigües a tractar. La bova, per exemple, és utilitzada majoritàriament en aiguamolls superficials o subsuperficials horitzontals. Tot i així, el canyís és més versàtil que la bova i per això a Europa trobem més aiguamolls construïts amb aquesta espècie.

Bova. Typha spp.

Es tracta d'un conjunt d'espècies de característiques morfològiques bastant homogènies. Són plantes aquàtiques amb un sistema radicular arrelat al fang i al fons de l'aiguamoll i presenta una estructura vegetativa que emergeix per sobre de la làmina d'aigua.

A Espanya el gènere *Thypa* està representat per únicament tres espècies: *Typha latifolia*, *Typha angustifolia* i *Typha domingensis*, que ocasionalment poden hibridar entre sí.

Aquestes espècies es troben principalment a llocs amb climes temperats o suaument freds. El rang de temperatures està aproximadament entre 10 i 30°C. No obstant, hi ha certes diferències entre espècies. Per exemple, la *Typha angustifolia* prefereix temperatures fresques, mentre que la *Typha latifolia* prefereix temperatures més temperades i càlides (García Martínez, 2006).

Quant a aspectes físics i morfològics es pot dir que és un gènere amb una gran facilitat de propagació i pot viure en condicions ambientals diverses. A més, la bova produeix una gran quantitat de biomassa anual i forma grans cobertes de restes vegetals.

Aquest gènere té un potencial petit d'eliminació de nitrogen i fòsfor i té una baixa penetració en el substrat, la qual cosa fa que la bova no sigui l'espècie més favorable pels sistemes de flux subsuperficial. Malgrat això, sí que ho és per a sistemes de flux superficial, on les aigües no solen estar molt contaminades per nutrients com el N i el P.



Figura 9: *Typha spp.* Font: www.scientific-web.com

Canyís. Phragmites spp.

És un conjunt de plantes aquàtiques amb característiques similars a l'*Arundo donax*. L'espècie d'aquest gènere més comuna en els aiguamolls, *Phragmites australis*, viu en zones humides inundades de forma completa o intermitent. Té un sistema radicular arrelat al substrat i una estructura que emergeix per sobre la capa d'aigua. Aquesta espècie és la més comuna a nivell mundial, es troba per tot el món excepte a zones amb temperatures extremes com l'Antàrtida. És molt fàcil trobar-la en els cursos d'aigua com rius, rieres, llacs, etc.

Phragmites australis es desenvolupa òptimament tant en aigües residuals com en aigües netes. El seu creixement és molt més notori quan es tracta d'aigües netes però la seva presència resulta reduïda per altres espècies més competitives. Per aquesta raó i la gran tolerància a les aigües contaminades, aquesta espècie es desenvolupa majoritàriament a zones on les aigües no estan tan netes i no hi ha tanta competència d'espècies vegetals.

El canyís és un gènere polimorf amb una àmplia variabilitat d'ecotips. Té l'avantatge que les seves arrels i rizomes penetren més profundament en el substrat que no pas els de la boya i, per tant, generen un potencial oxigenador major. A més, les plantes d'aquest gènere tenen un baix valor alimentari, fet que redueix els problemes de plagues i la probabilitat de patir infeccions.

Totes aquestes característiques favorables fan que sigui la més utilitzada tant a sistemes en flux superficial com a sistemes amb flux subsuperficial.



Figura 10: *Phragmites spp.* Font: pròpia.



Figura 11: *Phragmites spp.* 2. Font: www.ec.gc.ca.

- Factor microbiològic (microorganismes):

El tractament de tots els components residuals que porta l'aigua a tractar està molt relacionat amb l'evolució de l'activitat microbiana i el seu metabolisme.

Els microorganismes que s'observen són bacteries, protozous, fongs i llevats. Tots aquests microorganismes afavoreixen el consum de matèria orgànica present en l'aigua residual i molts dels nutrients que aquesta conté, com el nitrogen i el fòsfor.

L'activitat microbiana present en els aiguamolls:

- Transforma gran nombre de substàncies orgàniques i tòxiques a substàncies inorgàniques i innòcues.
- Promou el reciclatge dels nutrients.

L'activitat microbiana pot presentar diferències depenent del nivell d'oxigen present. En un mateix aiguamoll, poden observar processos microbians aeròbics i processos microbians anaeròbics. La presència abundant d'oxigen facilita els processos aeròbics i la nul·la o baixa presència d'oxigen facilita el processos anaeròbics o anòxics, respectivament. Això farà que en unes zones de l'aiguamoll hi hagi uns processos més rellevants que en altres. A la superfície majoritàriament trobarem processos aeròbics i a mesura que l'aigua penetra en profunditat resultaran rellevants les reaccions anaeròbiques.

No tots els microorganismes tenen la capacitat de resistir concentracions extremes de contaminants. Com ja se sap, quanta més concentració de contaminants presenti l'aigua, la diversitat de microorganismes serà menor ja que només resistiran aquells que tinguin una gran tolerància. Per altra banda, a concentracions elevades de contaminants molts microorganismes s'inactiven i poden perdurar inactius durant bastants anys. Per això sempre cal dissenyar els aiguamolls tenint en compte l'activitat microbiana i la concentració de contaminants que hi haurà en l'aigua a tractar.

- Factor fauna (Animals):

Els aiguamolls construïts constitueixen un entorn ric en espècies d'invertebrats i vertebrats. Majoritàriament hi trobem invertebrats com insectes o cucs. Aquests afavoreixen al procés de fragmentació del detritus, consumint la matèria orgànica i després excretant-la ja fragmentada. Hi ha gran diversitat d'espècies i cadascuna aporta diferents aspectes positius a l'aiguamoll.

En els aiguamolls encara que els més presents siguin els invertebrats, hi ha molts altres animals vertebrats que s'aprofiten de les avantatges que els hi aporten aquestes zones naturals. Es poden observar diferents espècies de rèptils, amfibis, aus i mamífers. Per les aus silvestres els aiguamolls són un bon lloc on parar i descansar per després continuar el seu vol.

- Factor paisatgístic (Adaptació a l'entorn):

Els aiguamolls artificials s'adapten allà on s'instal·lin. El seu caràcter natural fa que s'adaptin a una diversitat amplia d'ambients. En paisatges rústics i agrícoles tenen una gran acceptació ambiental i paisatgística. Els aiguamolls construïts augmenten l'estètica de l'entorn i reforcen les característiques del paisatge.

Moltes vegades quan s'instal·len en paisatges o entorns naturals són pràcticament indistingibles de la vegetació natural.

També cal remarcar que la instal·lació d'aquests sistemes en zones més antropitzades pot aportar gran quantitat de beneficis paisatgístics i naturals.

Tipologies de "reed beds"

Les "reed beds" es poden construir de diverses maneres però principalment es configuren de flux horitzontal o de flux vertical, diferenciats per la direcció que segueix el flux de l'efluent a través dels llits dels sistemes. Els dos tipus també poden ser utilitzats de manera combinada on sigui necessari.

- Aiguamolls construïts de flux horitzontal (HF)

És el tipus que més s'ha utilitzat fins l'actualitat. L'efluent entra per un costat del llit de manera horitzontal i es mou de manera contínua al llarg del medi on el tractament és dut a terme pels microorganismes abans que l'efluent arribi a l'altra banda de l'aiguamoll (veure figura 12).

Els principals mecanismes en un HF són la filtració, la sedimentació i l'activitat microbiana, ideal per l'eliminació dels sòlids en suspensió, els patògens i la DBO. L'aigua residual passa tant per zones aeròbiques, com per anòxiques i anaeròbiques.

La profunditat del medi granular és entre 0,3 i 0,9m i suporten càrregues entorn els 6g de DBO/m²dia.

Les zones aeròbiques estan situades prop de les arrels i dels rizomes de les "reeds". L'oxigen és transportat d'aquesta zona fins la tija i les fulles de les plantes. L'aigua residual passa a través del medi (grava, sorra, sòl) on hi ha poca disponibilitat d'oxigen, creant zones anòxiques i anaeròbiques. Amb l'absència d'oxigen en aquestes zones, els organismes anaerobis trenquen les molècules orgàniques mitjançant processos metabòlics que no són dependents de l'oxigen.

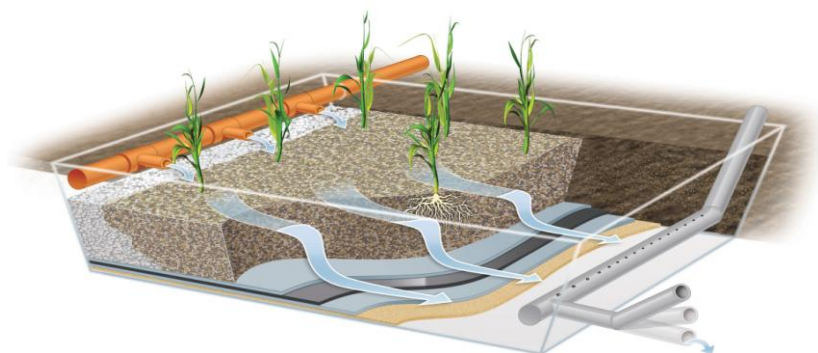


Figura 12. Aiguamoll construït de Flux Subsuperficial Horitzontal. Font: ARM.

Hi ha dos tipus de sistemes de HF: de flux horitzontal subsuperficial i de flux horitzontal superficial. El més típic és el de flux subsuperficial, que és habitualment utilitzat per l'eliminació final de contaminants o tractament terciari de les aigües. Els sistemes de flux superficial són normalment utilitzats per l'eliminació dels metalls i altres aplicacions.

Aiguamolls construïts de flux subsuperficial (SFS, en anglès “subsurface flow constructed wetlands”)

Consisteixen en una excavació d'aproximadament un metre de profunditat aïllada de manera que s'assegura que els efluent no tractats no puguin filtrar-se cap avall a l'aigua subterrània. La major part de l'excavació s'omple del medi de grava i/o sorra. Les partícules més petites es situen al centre i a l'entrada i a la sortida les partícules són de més mida.

S'instal·la un sistema de canonades de distribució en el llit, un sistema de drenatge i les “reeds” són plantades directament en el medi de grava. L'efluent a ser tractat passa a través del medi del llit i el nivell del mateix és controlat mitjançant l'ajust del cabal d'entrada de la canonada tant d'entrada com de sortida o descàrrega. Per tant, la circulació de l'aigua és subterrània; és a dir, el nivell de l'aigua està per sota de la superfície del terreny (veure figura 12 i 13).

En aquests sistemes l'aigua flueix a través del llit de sorra o grava i entra en contacte amb els rizomes i les arrels de les plantes que penetren fins el fons del llit. La profunditat de la làmina d'aigua es troba entre 0,3 i 0,9m aproximadament. En general, tracten des de desenes fins a varies centenes de metres cúbics al dia i necessiten instal·lacions de menor mida. Poden ser molt eficients en el tractament d'aigües residuals domèstiques de vivendes aïllades o de nuclis petits de menys de 2.000hab-eq. És ideal per aigües residuals d'escassa càrrega contaminant o per aquelles que han estat tractades prèviament i que només s'ha de fer un tractament final i completar l'eliminació.

A Catalunya hi ha diferents instal·lacions d'aquest tipus però el problema és que moltes no funcionen al 100% ja que o no han estat ben dissenyades o no han estat ben construïdes. Per exemple, a Santa Maria de Puig Oriol (Lluçà, Osona) es pot trobar una petita instal·lació que no funciona al 100% perquè està en mal estat i té problemes de taponament.

També destaquen altres aiguamolls subsuperficials com el de la urbanització de Can Suquet a Les Franqueses del Vallès (110hab-eq, 440m²), i diverses EDARs gestionades per l'Agència Catalana de l'Aigua com: Ames (1.301hab-eq, 3.750m²), Cervià de Ter (800hab-eq, 2.990m²), Corbins (2.000hab-eq, 2.450m²), Verdú (2.000hab-eq, 2.210m²), Vilaplana (576hab-eq, 2.240m²) i Els Hostalets de Pierola (1.200hab-eq, 800m²) (Collado, 2000 i Garcia et al., 2003).

Aquests tipus de sistemes es podrien entendre com una modificació dels sistemes clàssics d'infiltració basats en l'acció del terreny (com els filtres verds i els sistemes d'infiltració-percolació), mentre que els de flux superficial es basen en l'acció dels processos que succeeixen a l'aigua com el llacunatge.

Es pot afirmar que els aiguamolls de flux subsuperficial tenen més rellevància en el tractament de l'aigua i els aiguamolls superficials s'apliquen més per aspectes de restauració i conservació de medis naturals.



Figura 13. Aiguamolls construïts de Flux Subsuperficial Horitzontal 2. Font: ARM.

Aiguamolls construïts de flux superficial (FWS, en anglès “surface flow constructed wetlands” o “free water surface constructed wetlands”)

En aquest cas el nivell de l'efluent és sostingut a pocs centímetres per sobre la superfície del medi de suport de les “reeds”. L'aigua, per tant, està exposada directament a l'atmosfera i circula principalment per les tiges i les flors de les plantes (veure figura 14).

En realitat aquests tipus d'aiguamolls es poden entendre com una simple modificació del llacuatge convencional, amb menys profunditat (no més de 0,4m) i amb plantes. S'utilitza sobretot per tractaments secundaris o terciaris on l'aigua ha estat pretractada. També es sol utilitzar per funcions de restauració i conservació d'hàbitats o per crear nous hàbitats per la flora i la fauna d'un ecosistema. Per exemple, per a la conservació i subministrament d'hàbitats per la cria d'aus aquàtiques.

Els sòlids són transportats al llarg de la superfície del llit on el tractament és efectuat. Clarament, aquests sistemes són bons tractant aigües amb elevades càrregues de sòlids. A més, eliminen metalls tant per sedimentació com per adsorció. El medi d'aquests sistemes és normalment una base orgànica o edàfica.

Són sistemes de gran mida amb extensions que poden arribar a de centenars d'hectàrees. Per exemple, una de les instal·lacions més importants a Catalunya és la d'Empuriabrava, amb més de 7Ha i integrada en el Parc Natural dels Aiguamolls del Empordà.

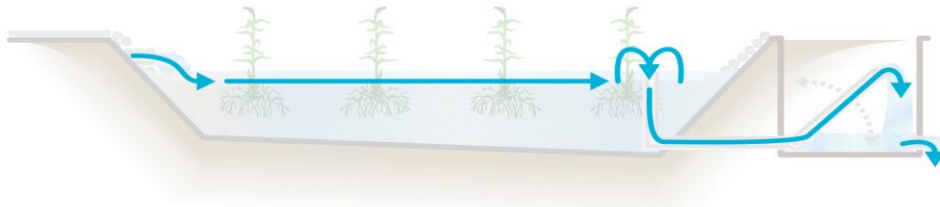


Figura 14. Aiguamolls construïts de Flux Superficial Horitzontal. Font: ARM.

Avantatges i inconvenients dels aiguamolls de Flux Subsuperficial davant els de Flux Superficial

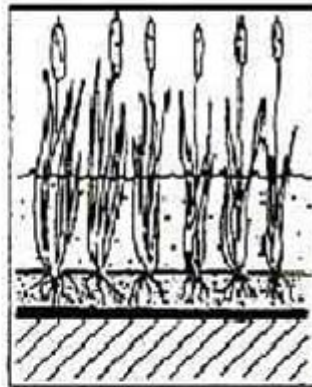
Avantatges:

- ✓ Major capacitat de tractament (admeten major càrrega orgànica).
- ✓ El flux subterrani fa que hi hagi menys incidència d'olors indesitjables. Els aiguamolls superficials, però, no solen produir males olors ja que l'aigua generalment ja ha estat tractada primària i/o secundàriament.
- ✓ Baix risc de contacte de l'aigua amb les persones.
- ✓ L'aparició de plagues en els sistemes subsuperficials té menor rellevància que en els superficials. El control de plagues pot ser un gran problema en aquesta última tipologia.
- ✓ Protecció tèrmica deguda a l'acumulació de restes vegetals i al sistema de flux subterrani. Als països nòrdics les possibles capes de gel o neu que es puguin formar no afecten als processos de depuració.

Inconvenients:

- Major cost de construcció. El material granular requerit com grava, pedres, sorra i d'altres incrementen considerablement els costos. El cost pot arribar a incrementar un 30% com a conseqüència del material granular (Collado, 2000).
- Menor valor com a ecosistema per a la vida salvatge degut a la menor accessibilitat a l'aigua per part de la fauna salvatge.

Sistema de Flux Superficial (FWS)

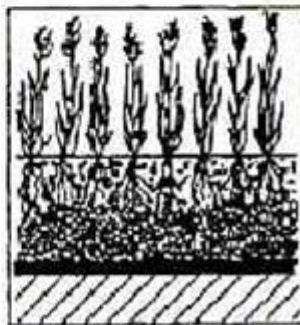


El nivell d'aigua està sobre la superfície del terreny; la vegetació està sembrada i fixa i emergeix sobre la superfície de l'aigua; el flux d'aigua és principalment superficial.

Plantes i Aigua

Sòl
Impermeabilització
Sòl natural

Sistema de Flux Subsuperficial (SFS)



El nivell de l'aigua està per sota la superfície del terreny; l'aigua flueix a través del llit de sorra o grava; les arrels penetren fins al fons del llit.

Plantes

Sòl, sorra i grava
Impermeabilització
Sòl natural

Figura 15. Comparació general entre Flux Superficial i Subsuperficial. Font: pròpia.

- Aiguamolls construïts de flux vertical (VF)

Tot i que no hi ha molts construïts, el seu ús ha anat augmentant en aplicacions on fins ara els llits de flux horitzontal haurien estat el disseny a aplicar.

Són essencialment el mateix que els sistemes de HF de manera que també duen a terme una excavació folrada amb aïllant. A diferència dels sistemes de flux horitzontal, els de vertical no es troben inundats constantment, però sí disposen d'un sistema de drenatge similar. L'efluent entra seguint un procés en discontinu a través de la superfície fins que la superfície s'inunda (veure figura 16).

L'efluent va drenant al llarg del llit substituint l'aire per l'aigua residual al llit mentre va drenant. Aquesta transferència d'oxigen promou l'aireació del sistema, permetent el creixement i l'activitat microbiana. Els sistemes VF són més efectius que els HF en l'eliminació de l'amoniac degut a l'assoliment de nivells més elevats d'oxigen; per altra banda, són més susceptibles a la colmatació.

La profunditat del medi granular és d'entre 0,5 i 0,8m i operen amb càrregues situades al voltant dels 20g de DBO/m²dia.

Per aconseguir un flux discontinu, l'efluent és dividit al llit mitjançant un sistema de bomba, agitador o sifó. A.R.M. prefereix utilitzar sistemes de sifó ja que no requereixen energia. L'efluent és distribuït al llarg del llit normalment ajudat per una capa de sorra i llavors passa al llarg del llit on es dona el tractament. L'efluent és recollit en canonades posicionades a la part inferior del llit i descarreguen a través del tub de sortida.

Sistemes de VF són menys eficients en l'eliminació de sòlids en suspensió i poden ser acompanyats per un llit de HF com a part d'un sistema híbrid o de multi-etapes.

La divisió en etapes o la inundabilitat permanent dels aiguamolls, doncs, transfereix una gran importància en les propietats dels aiguamolls horitzontals i verticals. Particularment aquest aspecte té rellevància en la transferència d'oxigen que adopta l'aiguamoll i, per tant, en els processos d'oxidoreducció que es duen a terme dins d'aquest sistema.

Els sistemes de flux vertical poden operar amb nivells de contaminació més elevats que no pas els de flux horitzontals. Però l'experiència amb sistemes verticals principalment correspon a instal·lacions realitzades en el nord i centre d'Europa a causa de gaudir d'una experiència molt més gran en el desenvolupament d'aquesta tecnologia.

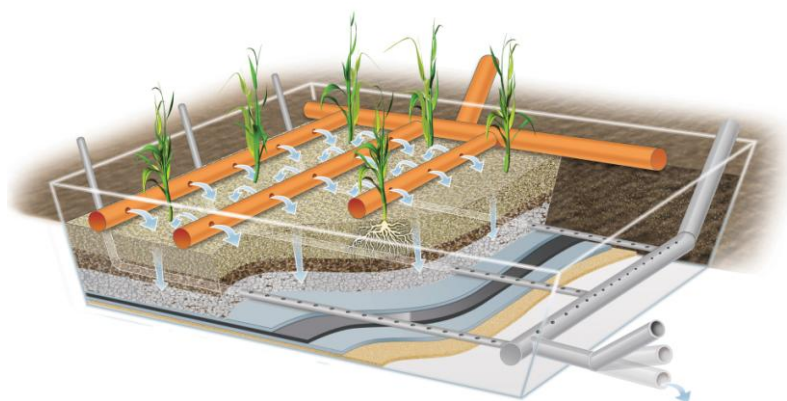


Figura 16. Aiguamoll construït de Flux Subsuperficial Vertical. Font: ARM.

- Aiguamolls construïts de tractament de fangs (STRB)

La seva funció principal és conservar el fang, permetent-lo que es deshidrati i donant lloc a un espessiment del mateix.

Un sistema de STRB comparteix moltes similituds de disseny amb els sistemes de VF ja que hi ha una matriu de drenatge de medi gradual en la base. La matriu de drenatge fa de superfície d'acumulació dels llots suficient per a un cicle d'operació d'aproximadament de 10 anys.

El fang és bombejat des del centre de la "reed bed" a través d'una sèrie de canonades de distribució i per sobre el previ fang deshidratat. Amb el temps, la reducció del fang es dona en el sistema. Degut a la deshidratació (drenatge i evapotranspiració), el contingut en sòlids del fang roman a la superfície del llit com a residu, mentre que la major part del contingut en aigua es transfereix verticalment al llarg de la capa de filtre formada pels residus del fang.

L'asseccament i la mineralització redueixen el volum líquid del fang un 90% aproximadament i gràcies a la filtració física s'elimina gairebé el 100% dels sòlids en suspensió totals de l'efluent de STRB. Després de 10 anys d'operació, el residu del fang assoleix una alçada aproximada d'1.2 a 1.5m amb un contingut de sòlids secs del 30 al 40%.

El tractament de fangs que es duu a terme amb aquest tipus de sistemes facilita un producte tractat millorat. Es requereix molt poca energia per a operar i el procés és altament automatitzat de manera que pot operar sent monitoritzat des d'una zona propera o llunyana.

A més, a diferència d'una planta de deshidratació de fangs mecànica, no s'utilitza cap tipus de químic en el procés i l'únic ús d'energia és per la instal·lació i per la bomba. No hi ha soroll, el fang es mineralitza de manera important, les aigües tornen a estar pràcticament lliures de sòlids i els nivells de DBO aconseguits són considerablement baixos.

- Aiguamolls construïts flotants

Les arrels de les plantes de la "wetland" fomenten la sedimentació dels sòlids i proveeixen un tractament millorat de la DBO i de l'amoníac, però també poden ser utilitzades pel tractament de metalls.

Les "reed beds" flotants consisteixen en un marc tubular flotant amb soldadures d'UV (ultraviolada) protegides amb polietilè. Un matalàs de coco s'intercala entre dues capes de malla de plàstic en les quals les "reeds" es planten. Construïts en unitats de 4m², els aiguamolls artificials flotants són de disseny modular i poden ser creades fruit d'una gran varietat de combinacions per tal de satisfer qualsevol forma o mida de l'àrea requerida.

Poden ser instal·lades en llacunes de fang, en bales d'emmagatzematge d'aigua de pluja, en estanys, en llacs, reserves i canals. Són ideals per les llacunes de fangs per aconseguir una bona sedimentació dels sòlids i pel tractament de l'aigua d'escorrentia, així com les bales són capaces de suportar els nivells canviants de l'aigua causats per les tempestes.

L'eutrofització dels llacs i dels rius és un problema mediambiental de preocupació general. Les "reed beds" flotants poden ajudar a resoldre el problema de les floracions d'algues.

Tenen un preu assequible, una fàcil instal·lació, requereixen de poc manteniment i proveeixen una solució multifuncional de baix consum energètic pel tractament dels efluents.

- Aiguamolls d'aeració forçada (FBA)

Un gran nombre d'efluents, incloent aquells en els que els contaminants d'alta resistència com els petroquímics, les aigües residuals agrícoles, els lixiviats dels abocadors i aquells amb elevada DBO, DQO i amoníac poden ser tractats amb sistema de "reed beds" gràcies als nous aiguamolls d'aeració forçada ("Forced Bed Aeration", FBA).

A l'actualitat, A.R.M. Ltd. ha unit forces amb US-based Naturally Wallace i han estat provant aquesta nova tecnologia internacionalment. L'aire és forçat a través del sistema, mitjançant unes canonades al llarg de tot el llit d'aiguamoll, per tal d'augmentar la disponibilitat d'oxigen. Quant més gran és el volum d'oxigen al sistema, més eficaç és el tractament. Una "reed bed" FBA pot millorar les capacitats de tractament d'un aiguamoll tradicional fins a 15 vegades, fet que permet que els aiguamolls tinguin una ocupació de superfície més petita i a més poden ser usats per la nitrificació.

Les "reed beds" d'aeració forçada poden assolir una millora que no ha pogut ser obtinguda mitjançant les "reed beds" de tractament passiu. Els aiguamolls d'aeració forçada tant de flux horitzontal com vertical tenen múltiples avantatges:

- ✓ Poden aconseguir una nitrificació completa.
- ✓ Poden ser més profundes que els aiguamolls convencionals gràcies a poder airejar artificialment, de manera que es poden dissenyar sistemes que ocupen molt menys espai.
- ✓ Faciliten que, amb el bombament d'oxigen, es previngui la formació de productes tòxics que poden atrofiar el creixement de plantes a sistemes fortament anaeròbics amb el sistema de tractament amb "reed beds" passiu.

- ✓ Permeten la divisió en zones aeròbiques i anòxiques, de manera que poden dur a terme processos de nitrificació i desnitrificació.

Els aiguamolls d'aeració forçada han estat utilitzats satisfactòriament a EEUU durant uns anys pel tractament d'hidrocarburs i de glicols. Fins al moment, ARM és l'únic proveïdor del Regne Unit de la tecnologia FBA pel tractament d'aigües residuals.

Mecanismes d'eliminació dels contaminants

- Eliminació de Matèria Orgànica (DBO):

L'eliminació de matèria orgànica es dona per diferents processos físics, químics i biològics que succeeixen simultàniament.

La matèria orgànica de l'aigua es pot presentar de manera particulada o col·loïdal o també de forma dissolta. La matèria orgànica particulada tendeix a sedimentar a la superfície dels aiguamolls o a pocs metres de profunditat. Hi ha estudis que corroboren que la matèria orgànica particulada s'elimina completament en els primers metres de l'aiguamoll. Durant el procés de sedimentació i gràcies al contacte amb els microorganismes descomponedors, la fracció particulada sedimentada és fragmentada i transformada en partícules més petites que poden ser hidrolitzades per enzims extracel·lulars produïts per bacteries heteròtrofes aeròbiques o facultatives. Quan s'ha produït la hidròlisi, es formen elements senzills com la glucosa o els aminoàcids i aquests poden ser assimilats per diferents bacteries específiques.

L'eliminació de la matèria orgànica dissolta es presenta quan l'aigua entra en contacte amb els microorganismes que consumeixen aquesta per poder desenvolupar-se i augmentar-ne la seva activitat. En aquest cas no cal cap fragmentació abiòtica intermèdia ja que ja està dissolta i és directament assimilada per les bacteries. Cal remarcar, però, que hi ha partícules dissoltes que són retingudes per adsorció tant en el medi granular com a la pròpia matèria orgànica particulada. Aquestes substàncies són immobilitzades o poden desplaçar-se i ser readsorbides o degradades per microorganismes.

L'eliminació de la matèria orgànica en l'aiguamoll pot ser revisada a partir de les dades analítiques de l'influent i l'efluent, en qüestió de la DBO₅ o la DQO d'entrada i sortida. El primer paràmetre mesura la quantitat de matèria orgànica susceptible de ser consumida o oxidada biològicament, mentre que el segon mesura aquella quantitat susceptible de ser oxidada químicament. Tots dos paràmetres són indicadors del grau de contaminació d'una aigua i s'expressen en mil·ligrams d'oxigen diatòmic per litre d'aigua (mgO₂/L).

Els aiguamolls construïts solen tenir rendiments d'eliminació de DBO i DQO d'aproximadament 75-95%, donant efluentes de DQO menor de 60mg/L i DBO menor de 20mg/L (García i Corzo, 2008).

Els microorganismes com ja s'ha exposat anteriorment, poden ser aeròbics (reaccions aeròbiques), anaeròbics (reaccions anaeròbiques) o facultatius (reaccions anaeròbiques i/o aeròbiques). Per tant, la degradació de matèria orgànica serà diferent en les diferents zones de l'aiguamoll, baixant el potencial aeròbic quanta més profunditat i canviant així els processos d'eliminació.

En un aiguamoll, els processos majoritaris són els anaeròbics desenvolupats per

microorganismes anaeròbics o facultatius. Els processos aeròbics es troben en superfície i a pocs metres en profunditat. En aiguamolls de flux horitzontal els processos aeròbics són menors que en els de flux vertical ja que l'oxigen arriba a menys profunditat. La matèria orgànica en condicions anòxiques pot ser degradada mitjançant bacteries heteròtrofes aeròbiques que utilitzen l'ió nitrat com acceptor d'electrons i es produeix la desnitrificació. En els sistemes horitzontals, per tant, hi ha més desnitrificació que no pas en els de flux vertical on hi ha més presència d'oxigen en tot l'horitzó de l'aiguamoll construït.

Tant les reaccions aeròbiques com les anaeròbiques són processos molt importants que si es controlen ajuden a obtenir un òptim rendiment del sistema. Per això, cal tenir en compte tots aquests aspectes a l'hora de dissenyar, construir i conservar un aiguamoll construït. Un mal càlcul i un mal control dels processos pot afectar negativament a la qualitat de l'efluent.

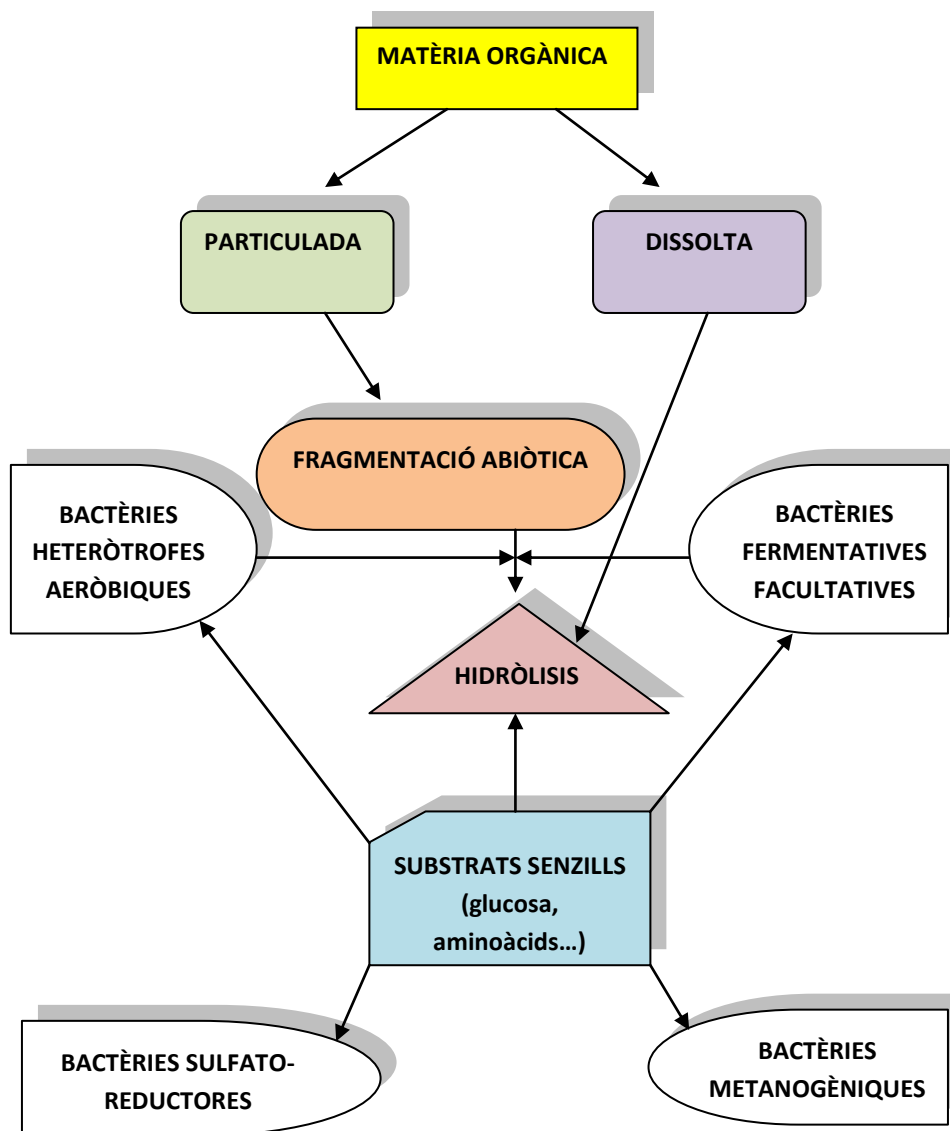


Figura 17: Esquema del procés d'eliminació de la matèria orgànica per un aiguamoll construït. Font: pròpia.

- Eliminació de sòlids en suspensió (SS):

El sòlids en suspensió són eliminats per l'aiguamoll gràcies al conjunt de fenòmens físics que actuen sobre aquestes partícules, en concret, gràcies a la filtració que aporta el medi granular. El medi granular i altres components fan possible una baixa circulació de l'aigua i per això les partícules poden sedimentar. A més, el medi granular fa de reixa, a mesura que l'aigua penetra va trobant porus de diferent mida que ajuden a fer el tamisat d'aquests contaminants. Tots aquests fenòmens físics estan molt relacionats amb els processos d'adhesió que pateixen les partícules sòlides entre elles. Les partícules s'adhereixen entre elles tot formant noves partícules més grosses fàcilment sedimentables.

Els aiguamolls són sistemes molt eficients en l'eliminació del SS però presenten diverses formes d'eliminació depenent de la tipologia d'aiguamoll que s'utilitzi. En els aiguamolls de flux subsuperficial horitzontal l'eliminació d'aquests es troba present majoritàriament a la zona d'entrada de l'aiguamoll i va disminuint al llarg de tot el llit. En canvi, en els aiguamolls de flux vertical la retenció dels SS es presenta de manera vertical, disminuint la concentració quanta més profunditat s'assoleixi.

Tant els aiguamolls de flux vertical com els de flux horitzontal produeixen rendiments d'eliminació d'aproximadament el 90% i generen efluent amb concentracions menors de 20mg/L (García Martínez, 2006).

A l'hora de dissenyar un aiguamoll, per tant, cal tenir en compte la concentració que hi haurà de SS a l'influent per a poder fer una bona previsió i que hi hagi una bona eliminació d'aquests. Si per diferents raons aquest aspecte no es té en compte pot ser que l'aiguamoll dissenyat es colmati i no s'arribi a l'eliminació òptima.

- Eliminació de Nitrogen (NTK):

El nitrogen contingut en un aiguamoll és present com a nitrogen orgànic o com a nitrogen amoniacal (inorgànic). Es pot mesurar per separat o es pot obtenir un resultat total amb el sumatori d'aquests dos obtenint un paràmetre anomenat Nitrogen Total Kjeldahl (NTK).

El nitrogen orgànic està molt relacionat amb els sòlids orgànics que presenta l'efluent. Gran part d'aquest nitrogen és retingut en els sòlids i sedimenta. En el procés de sedimentació, pateix processos de descomposició i mineralització que fan retornar aquest nitrogen a l'efluent en forma amoniacal. Per tant, pràcticament tot el nitrogen present està en forma amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$), fet que fa que els valor de NTK i de $\text{NH}_3\text{-N}$ siguin molt similars.

La reducció de la concentració d'aquest component a l'efluent pot ser a través de diferents processos duts a terme per les funcions de l'aiguamoll construït. Aquests processos es poden diferenciar en: nitrificació, desnitrificació, assimilació de les plantes i adsorció de l'amoni. Els processos més importants a l'hora de reduir la concentració són la nitrificació i la desnitrificació. Els altres dos processos ajuden a millorar l'eliminació però no són tant rellevants com els anteriors.

Les plantes poden assimilar nitrogen en forma d'amoni (NH_4) o en forma de nitrat (NO_3). Aquests components, una vegada assimilats, són incorporats a la biomassa de les plantes i quan arriba la senescència dels vegetals aquests components assimilats poden retornar al sòl, per això en alguns casos es recomana podar les plantes abans de que arribi la senescència. Hi ha estudis a EEUU que taxen en un 10-20% l'eliminació del nitrogen produïda per l'assimilació de les plantes (Lara Borrero, 1999).

Cal remarcar que l'adsorció d'amoni és un procés que pot millorar la reducció però també pot generar nous residus; és a dir, aquest procés és un procés reversible en el que si les condicions ideals varien, el nitrogen adsorbit pot ser redissolt un altre cop a l'efluent i generar problemes. Per això, encara que no siguin tant rellevants cal tenir en compte aquests dos processos a l'hora de dissenyar l'aiguamoll.

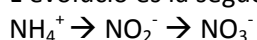
Com s'ha esmentat anteriorment, els processos més importants són la nitrificació i la desnitrificació. Tots dos processos són de caràcter microbià i es duen a terme un darrere l'altre. El caràcter microbià ens indica que dependrà molt del medi on es trobi, en concret dependrà de la concentració d'oxigen present a la zona (microorganismes aeròbics, anaeròbics i facultatius) i també de la quantitat de matèria orgànica present (heteròtrofs i autòtrofs). Per això es troben moltes diferències en aquest processos per cada tipologia d'aiguamoll existent.

Nitrificació

La nitrificació és un procés que es dona en condicions aeròbiques, amb presència d'oxigen en el medi. Les bacteries que duen a terme aquest procés són, per tant, bacteries autòtrofes aeròbiques. I són autòtrofes perquè són capaces de sintetitzar totes les substàncies essencials pel seu metabolisme a partir de substàncies inorgàniques.

El procés de nitrificació està format per diferents reaccions on el nitrogen canvia de forma. Inicialment el nitrogen es troba en forma amoniacal i passa a ió nitrit gràcies a les reaccions desenvolupades per les bacteries Nitrosomonas, posteriorment passa de nitrit a nitrat amb l'ajuda de les bacteries Nitrobacters.

L'evolució és la següent:



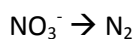
En els aiguamolls de flux horitzontal la nitrificació és menys important que no pas en els de flux vertical ja que aquest últims aporten una concentració d'oxigen major a l'aiguamoll.

Desnitrificació

Aquest procés, a diferència de l'anterior, es duu a terme en condicions anòxiques, amb una concentració d'oxigen molt petita. A més, aquest procés també depèn molt de la quantitat de matèria orgànica present en el medi ja que els bacteris desenvolupadors d'aquesta reacció són heteròtrofs; és a dir que les substàncies que necessiten per sintetitzar les seves essencials són orgàniques en aquest cas.

La desnitrificació tracta de convertir el nitrat generat per la nitrificació a les zones aeròbiques en nitrogen gas.

De manera que el procés és el següent:



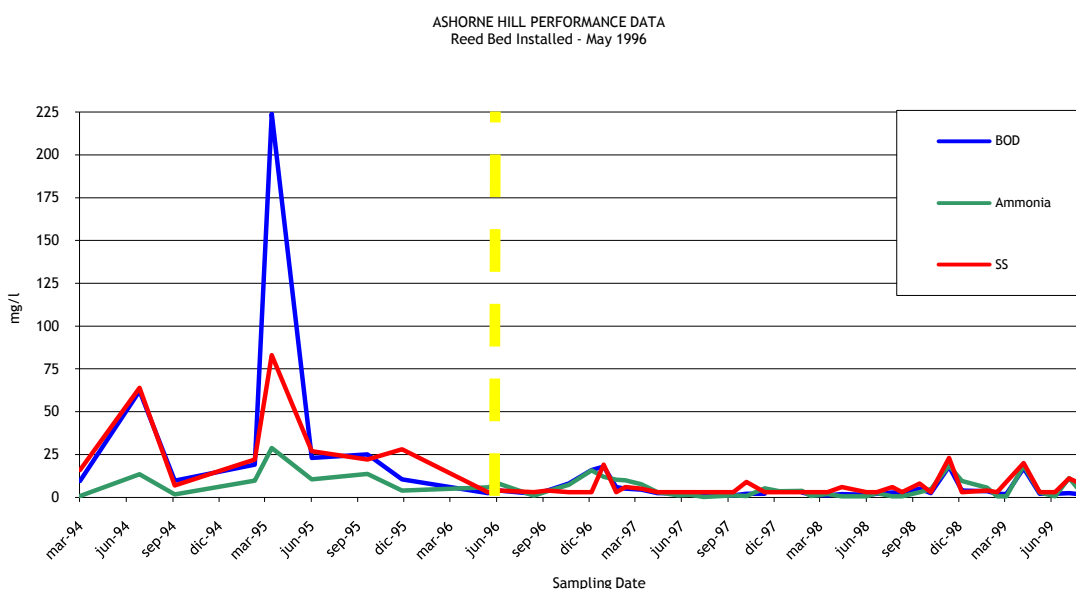
En aquest cas els aiguamolls de flux horitzontal són més importants que els de flux vertical perquè presenten més àrees anòxiques ja que la transferència d'oxigen a l'aiguamoll és menor.

En resum, els sistemes de flux subsuperficial horitzontal tenen la bona característica que tot l'amoni que s'ha pogut convertir en nitrat és eliminat per desnitrificació i això comporta que no hi hagi problemes de nitrats a l'efluent. Tot i així tenen més problemes a l'hora de passar l'amoni a nitrat provocant que l'eliminació de nitrogen no sigui òptima al 100%.

En els aiguamolls de flux subsuperficial vertical, en canvi, hi haurà molta més nitrificació que farà eliminar l'amoni amb més eficiència i convertir-lo gairebé tot en ió nitrat. El problema d'aquesta tipologia és degut a que la desnitrificació no actua tant intensivament i això pot generar problemes de nitrats a l'efluent.

Moltes vegades s'adopten combinacions dels dos tipus de sistemes per intentar obtenir el millor rendiment possible en l'eliminació del nitrogen i així poder compensar amb un sistema el que li falta a l'altre. També hi ha altres vies menys importants com per exemple és la volatilització natural i espontània de l'amoni ("stripping"), procés que no s'ha tractat en aquest estudi per la seva escassa importància.

A continuació es mostra un gràfic que demostra l'efectivitat d'un aiguamoll en l'eliminació dels components citats fins ara (DBO, SS, NTK). La línia groga vertical indica la data en la que es va instal·lar l'aiguamoll i es va posar en marxa, al juny del 1996. Es pot observar el canvi en els paràmetres de sortida de l'efluent abans i després d'instal·lar un aiguamoll artificial.



Gràfic 1: Canvi en l'eliminació dels principals contaminants degut a la instal·lació d'una aiguamoll construït. Font: ARM.

- Eliminació del fòsfor (P):

De la mateixa manera que en els sistemes de depuració biològics convencionals, l'eliminació de fòsfor en els aiguamolls és complicada. En general no es sol eliminar més del 10-20%, i sense haver-hi grans diferències entre sistemes horitzontals i verticals.

Els aiguamolls proveeixen un ambient favorable per la transformació de totes les formes de fòsfor. El fòsfor en forma soluble és absorbit per les plantes i convertit en fòsfor dels teixits o també pot ser adsorbit en el sòl i els sediments. El fòsfor orgànic estructural pot ser alliberat com a fòsfor soluble si la matriu orgànica és oxidada i els precipitats insolubles poden ser redissolts sota determinades condicions (Kadlec i Knight, 1996).

Les transformacions del fòsfor als aiguamolls són: acumulació en forma de torba o en el sòl, adsorció i desadsorció, precipitació i dissolució, adsorció per part de les plantes, fragmentació i lixiviació, mineralització i enterrament. Tot i així, l'adsorció per part del medi sòlid del llit dels aiguamolls i l'acumulació en forma de torba són les transformacions que més contribueixen en

l'eliminació del fòsfor. Aquests processos són saturables, per tant implica que tenen una capacitat limitada i, conseqüentment, no poden contribuir a llarg termini en l'eliminació d'aquest nutrient.

Els mecanismes d'eliminació del fòsfor els podem reduir en dues tipologies, de tipus biòtic i abiòtic. Els biòtics inclouen l'assimilació per part de les plantes i els microorganismes. Els abiòtics abasten fonamentalment l'adsorció pel medi granular. En molts estudis s'ha observat que després de la posada en marxa dels aiguamolls s'obté una bona eficiència d'eliminació del fòsfor, però després es redueix ràpidament en poc temps. Això és degut a que el medi granular net té capacitat d'adsorció, però aquesta es va perdent ràpidament. S'han realitzat grans esforços per desenvolupar medis granulars amb una elevada capacitat per a retenir fòsfor. No obstant, aquesta s'acaba perdent i el medi s'ha de reemplaçar.

Cal destacar que alguns sistemes a Europa utilitzen sorra en comptes de grava per tal d'augmentar la capacitat de retenció del fòsfor, però aquest medi requereix instal·lacions molt grans, degut a la reduïda conductivitat hidràulica de la sorra comparada amb la de la grava. Si és requisit del projecte una important eliminació del fòsfor, es necessitarà llavors una àrea de terreny molt gran o mètodes de tractament alternatius.

A l'actualitat sembla que la millor manera d'eliminar el fòsfor és incorporant en els sistemes d'aiguamolls processos de precipitació, per exemple per addició de sals d'alumini (Arias, C.A. i Brix, H., 2005) (veure figura 18). Als aiguamolls la utilització de sals de ferro per la precipitació pot donar lloc a sulfur de ferro que dona color negre a l'aigua.

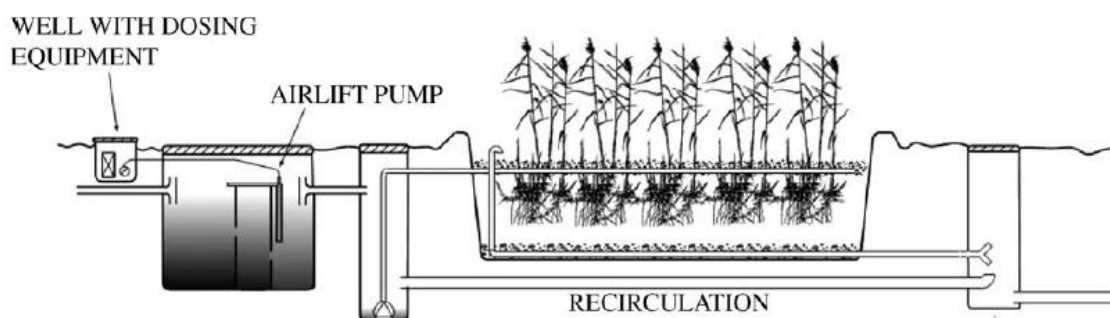


Figura 18: Sistema de "wetland" artificial de flux vertical que disposa d'un equip de dosificació de químics amb capacitat de fer precipitar el fòsfor i un tanc de sedimentació. Font: Arias, C.A. i Brix, H., 2005.

El sistema consisteix en una bomba dosificadora controlada per a realitzar l'addició de les sals d'alumini cada cert temps juntament amb una petita bomba d'aeració instal·lada en una cel·la interna del tanc de sedimentació. El policlorur d'alumini (sal més habitual) es dosifica per la sortida de la bomba d'aeració, pel mateix tub de circulació passa una aigua que dissol les sals i permet mesclar aquest flux amb el flux d'aigües residuals sense interferir en els llots situats al fons del tanc.

- Eliminació de metalls

La concentració de metalls en aigües residuals urbanes normalment no representa cap amenaça però els aiguamolls construïts ajuden a disminuir el percentatge de metalls a l'efluent. No és així en algunes aigües de caràcter industrial on si que s'hi troben grans concentracions de metalls.

L'eliminació de metalls és molt similar a l'eliminació del fòsfor quant als processos que es duen a terme. Aquests processos són; assimilació per les plantes, adsorció i precipitació.

Les plantes tenen la capacitat d'assimilar aquests metalls i incorporar-los a la biomassa. Algunes espècies són més afins que d'altres a l'hora d'assimilar metalls, per això sempre caldrà observar aquest paràmetre a l'hora d'escollir quina macròfita anirà millor pel disseny. Per exemple, *Typha latifolia* es caracteritza per ser més adequada a l'hora de tractar efluent amb una presència elevada de coure. Hi ha experiències d'aiguamolls construïts plantats amb *Typha latifolia* per reduir el nivell de coure dels efluent de diverses destil·leries del Regne Unit (ARM, 2007).

L'adsorció dels metalls i la precipitació d'aquests també fan reduir la concentració de metalls en l'aigua. En un aiguamoll, el nivell de sediments orgànics i inorgànics va augmentant lentament i això provoca que hi hagin zones fresques on l'adsorció és molt important. Tots els tipus d'aiguamolls artificials tenen la mateixa capacitat potencial d'eliminació de metalls i aquesta capacitat es manté durant tot el període de funcionament del sistema, a diferència del que succeeix amb el fòsfor.

Així doncs, l'eliminació de metalls en sistemes de flux horitzontal és molt similar a la de sistemes amb flux vertical i tots dos sistemes són eficients en la reducció de metalls. Cal destacar que a concentracions molt elevades de metalls l'aiguamoll haurà de tenir una dimensió considerablement gran i si no és així pot arribar a saturar-se. La superfície o terreny en aquests casos pot suposar alguns problemes, per això la majoria de vegades els efluent industrials passen per un pretractament abans d'arribar a l'aiguamoll que ja no tindrà la necessitat de tenir unes dimensions tan grans.

- Eliminació de patògens

Per a garantir bones condicions sanitàries, especialment si els efluent es van a reutilitzar, és important eliminar o reduir la concentració d'organismes fecals.

L'eliminació de microorganismes és un procés de gran complexitat ja que depèn de factors com la filtració, l'adsorció i la depredació (Kadlec, Knight, Vymazal, Brix, Cooper i Haberl, 2000). S'ha observat que tant en sistemes verticals com en horitzontals, l'eliminació és dependent del temps de permanència i del medi granular. Quant més petit és el diàmetre del medi granular, major és el nivell d'eliminació obtingut (García, Vivar, Aromir i Mujeriego, 2003).

Per a avaluar l'eficiència d'eliminació dels patògens es sol estudiar l'eliminació de microorganismes indicadors de la contaminació fecal, com són per exemple els coliformes fecals. No obstant, la millora de les tècniques microbiològiques induïx a pensar que en poc temps es disposarà de dades de patògens pròpiament. El grau d'eliminació obtingut en sistemes horitzontals i verticals és similar i oscil·la entre 1 i 2 unitats logarítmiques/100mL aproximadament per a tots els indicadors (Ottová, Balcarová, Vymazal, 1997). En molts casos no és suficient per a satisfer els requisits de vessament. Serien necessaris temps de retenció superiors a 14 dies per a aconseguir reduccions de 3 o 4 logaritmes.

Investigacions a Santee, Califòrnia, amb sistemes de flux subsuperficial (SFS), han estudiat la contribució de la vegetació a l'eliminació de bacteris coliformes en aiguamolls artificials. Cada llit de l'aiguamoll va consistir en una impermeabilització plàstica i una excavació de 18,5m de llarg x 3,5m d'ample i 0,76m de profunditat, amb vegetació emergent que creix en sorra gruixuda. El flux de l'afluent era aigua residual municipal primària. Els nivells de coliformes totals a l'afluent es van reduir un 99%. El temps de residència hidràulic era de 5,5 dies. El

declivi de la població de coliformes és degut a la sedimentació, filtració i adsorció. La llum del Sol, a més, ha demostrat tenir un efecte letal als coliformes.

No obstant, el nivell d'eliminació aconseguït pel que fa a quantitat de patògens no sol ser generalment suficient per produir efluent apte pel reg agrícola, per exemple. En aquestes circumstàncies és recomanable dotar al sistema d'aiguamolls de llacunes o aiguamolls de flux superficial que afavoreixen la desinfecció. També es pot clorar l'efluent. Ha de quedar clar que si es vol obtenir un efluent de bona qualitat sanitària un sistema d'aiguamolls construïts no serà suficient. Fet pel qual s'haurà de disposar d'un sistema de desinfecció.

ANTECEDENTS LOCALS

Altres estudis comparatius entre depuradores convencionals i aiguamolls construïts a Catalunya

Recercant bibliogràficament, no hi ha hagut cap estudi que tracti explícitament de la comparació realitzada en el present projecte especificant els 3 vectors ambientals objecte d'estudi.

Tot i així i com ja s'ha esmentat en els antecedents, molta de la informació comparativa entre els sistemes convencionals i els aiguamolls construïts ha estat obtinguda dels estudis ja realitzats per A.R.M. i per altres autors catalans i espanyols com és el cas de Joan Garcia, Jaume Puigagut i Angélica Corzo, professors del Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental de la UPC; en Jordi Robusté, cap d'unitat a l'ACA; o en Ramón Collado, professor titular de Tecnologies de Medi Ambient de la Universitat de Cantàbria.

Tots els estudis i articles que han estat consultats i de referència per la realització del present projecte es poden trobar a l'apartat de bibliografia.

Les "reed beds" artificials a Europa, Espanya i Catalunya: marc contextual i marc legal

Pel fet de tractar-se d'una tecnologia adequada pel tractament d'aigües residuals en petites comunitats, el nombre de depuradores basades en sistemes d'aiguamolls construïts a Europa (ex. Alemanya, Dinamarca, Regne Unit, França, República Txeca o Espanya) ha augmentat considerablement en els darrers anys, com es pot apreciar a la figura 19.

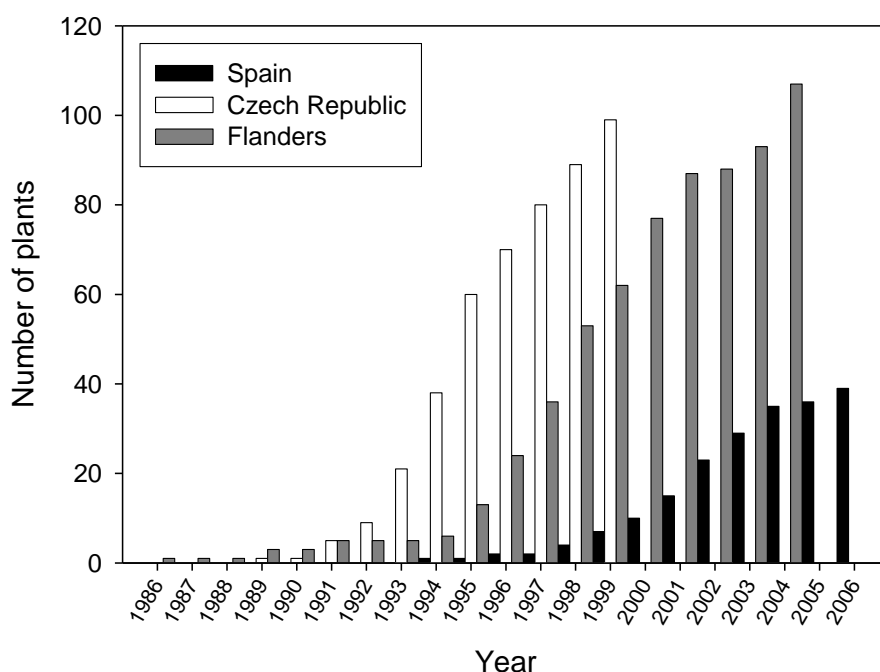


Figura 19: Número de plantes de tractament d'aigües residuals basades en sistemes de "wetlands" construïts en diferents zones d'Europa. Font: Vymazal, 2002; Rousseau et al., 2004 i Puigagut et al., 2007.

L'augment en l'adopció d'aquests sistemes és evident amb el temps, però Espanya es situa considerablement enrere quant al desenvolupament d'aquest tipus de tecnologia front els altres països europeus. Així doncs, una gran empenta en l'avanç d'aquest tipus de tractament d'aigües residuals en el nostre país és totalment necessària i es troba dins del context europeu.

Cal destacar que la Directiva 91/271/CEE, modificada per la Directiva 98/15/CEE, defineix els sistemes de recollida tractament i abocament de les aigües residuals urbanes. Aquesta Directiva ha estat traslladada a la normativa espanyola pel RD Llei 11/1995, el RD 509/1996, que ho desenvolupa, i el RD 2116/1998 que modifica l'anterior.

Així, en l'actualitat, la normativa que regula el vessament i tractament d'aigües residuals a nivell estatal i regional és la següent:

- 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.
- Reial Decret 509/1996, de 15 de març, de desenvolupament del Reial Decret Llei 11/1995, de 28 de desembre, pel que s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes, modificat pel Reial Decret 2116/1998, del 2 d'octubre.

La directiva europea 91/271/CEE sobre tractament d'aigües residuals indica que els municipis de menys de 2.000 habitants equivalents (hab-eq) o de menys de 10.000 però amb vessament en zones costeres obertes han de depurar les seves aigües amb un "tractament adequat". La resta de nuclis han de complir amb els requisits especificats al quadre 1 de la figura 20 i també hauran de complir amb els especificats al quadre 2 de la mateixa figura només si el seu vessament es realitza en zones sensibles propenses a l'eutrofització.

Així doncs, pels petits municipis la Directiva no estableix uns límits numèrics de concentracions o percentatges de reducció, sinó que simplement afirma que s'ha de fer un "tractament adequat", que és aquell que després del vessament permet respectar els objectius de qualitat del medi receptor. A falta d'objectius de qualitat clars, el que se ha anat fent fins a l'actualitat en molts llocs és aplicar els valors de les taules anteriors com a requisits per a les petites depuradores (i per tant com a valors a assolir una vegada realitzat el disseny).

L'aplicació de la transposició de la D.E. 91/271 al marc legislatiu espanyol és la inversió en el tractament d'aigües de nuclis urbans inferiors a 10.000 habitants degut a la importància d'aquests nuclis. El 95% dels municipis espanyols tenen menys de 10.000 habitants (Bolea, 1987). D'aquests municipis, el 85% no disposa d'una EDAR (Cagigas, 1992).

A Catalunya, l'Agència Catalana de l'Aigua va encarregar a la Secció d'Enginyeria Sanitària i Ambiental de l'UPC un estudi per a delimitar el concepte de "tractament adequat" especificat a la Directiva (Mujerero i García, 1999). Les conclusions d'aquest estudi van ser:

- Simplicitat d'operació.
- Fiabilitat en el tractament de contaminants.
- Baix cost d'explotació i manteniment
- Minimització de subproductes.

Els sistemes que compleixen, doncs, les característiques de "tractament adequat" per les necessitats actuals dels municipis amb menys de 10.000 habitants són els sistemes naturals. Hi ha, per tant, un marc legislatiu favorable per la seva expansió.

Anexo I.
Requisitos de los vertidos de aguas residuales

Cuadro 1

Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (1)	Método de medida de referencia
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5 a 20 ° C) sin nitrificación (2)	25 mg/l O ₂	70-90, 40 de conformidad con el apartado 3 del artículo 5 R.D-ley (3)	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación del oxígeno disuelto antes y después de cinco días de incubación a 20 ° C ± 1 ° C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación.
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg/l O ₂	75	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico.
Total de sólidos en suspensión	35 mg/l (4), 35 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D-I (más de 10.000 h-e) (3), 60 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.I (de 2.000 a 10.000 h-e) (3)	90 (4), 90 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D-I (más de 10.000 h-e) (3), 70 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D-I (de 2.000 a 10.000 h-e) (3)	Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 ° C y pesaje. Centrifugación de una muestra representativa (durante cinco minutos como mínimo, con una aceleración media de 2.800 a 3.200 g), secado a 105 ° C y pesaje.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre DBO 5 y el parámetro sustituto.

(3) Se refiere a los supuestos en regiones consideradas de alta montaña contemplada en el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre.

(4) Este requisito es optativo.

Los análisis de vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos totales en suspensión en las muestras de aguas sin filtrar no deberá superar los 150 mg/l.

Cuadro 2

Requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo. Según la situación local, se podrá aplicar uno o los dos parámetros. Se aplicarán el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (1)	Método de medida de referencia
Fósforo total	2 mg/l P (de 10.000 a 100.000 h-e), 1 mg/l P (más de 100.000 h-e)	80	Espectrofotometría de absorción molecular.
Nitrógeno total (2)	15 mg/l N (de 10.000 a 100.000 h-e), (3) 10 mg/l N (más de 100.000 h-e) (3)	70-80	Espectrofotometría de absorción molecular.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Nitrógeno total equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito (NO).

(3) Estos valores de concentración constituyen medias anuales según el punto 3 del apartado A) del anexo III. No obstante los requisitos relativos al nitrógeno pueden comprobarse mediante medias diarias cuando se demuestre, de conformidad con el apartado A) 1 del anexo III, que se obtiene el mismo nivel de protección. En ese caso la media diaria no deberá superar los 20 mg/l N total para todas las muestras, cuando la temperatura del efluente del reactor biológico sea superior o igual a 12 ° C. En sustitución del requisito relativo a la temperatura, se podrá aplicar una limitación del tiempo de funcionamiento que tenga en cuenta las condiciones climáticas regionales.

Figura 20: Annex 1 de la Llei 11/1995, requisits pel vessament d'aigües residuals. Font: <http://noticias.juridicas.com>.

Tot i els pocs anys que porta aquesta tecnologia en funcionament, 16 municipis de Catalunya ja tenen un sistema de tractament d'aigües amb aiguamolls construïts. Amb el ritme d'instal·lació actual, molts altres municipis adquiriran aquest tipus de sistemes, ja que tal i com diu en Joan Garcia (professor del Departament d'Enginyeria Hidràulica i Ambiental de la UPC) tenen un consum energètic pràcticament nul, amb prou feines requereixen personal i l'impacte ambiental i sonor és escàs. A més, s'integra bé en el paisatge i s'acaben convertint en unes zones humides molt atractives per a les aus.

A Catalunya, el primer aiguamoll construït fou fa 10 anys al costat d'Empuriabrava, com a complement de la depuradora municipal. Constitueix un hàbitat per a moltes aus i la qualitat de l'aigua que s'ha assolit en aquest aiguamoll és tal, que una bassa del parc dels aiguamolls de l'Empordà és alimentada per les aigües que surten de l'aiguamoll construït.

En altres municipis, però, l'aiguamoll artificial no és un complement sinó un substitut perfecte de les depuradores convencionals. Exemples de municipis que gaudeixen d'aquesta tecnologia són: Gualba (Vallès Oriental), Arnes (Terra Alta), Almatret (Segrià), Corbins (Segrià), Alfés (Segrià), Verdú (Urgell), Cervià de Ter (Gironès), Vilajuïga (Alt Empordà) i la Fatarella (Terra Alta), entre d'altres.

Com es pot observar a la figura 21, tot i que les dades disponibles només siguin fins el 2007, a Espanya també es troben aiguamolls artificials instal·lats i en funcionament a alguns pobles. Alguns exemples són: Bustillo de Cea i Cubillas de los Oteros a León; Cañada de las Norias a Almeria; la Gravera de la Balastrea a Huelva; o els embassaments de la Cordobilla i de Malpasillo a Córdoba.

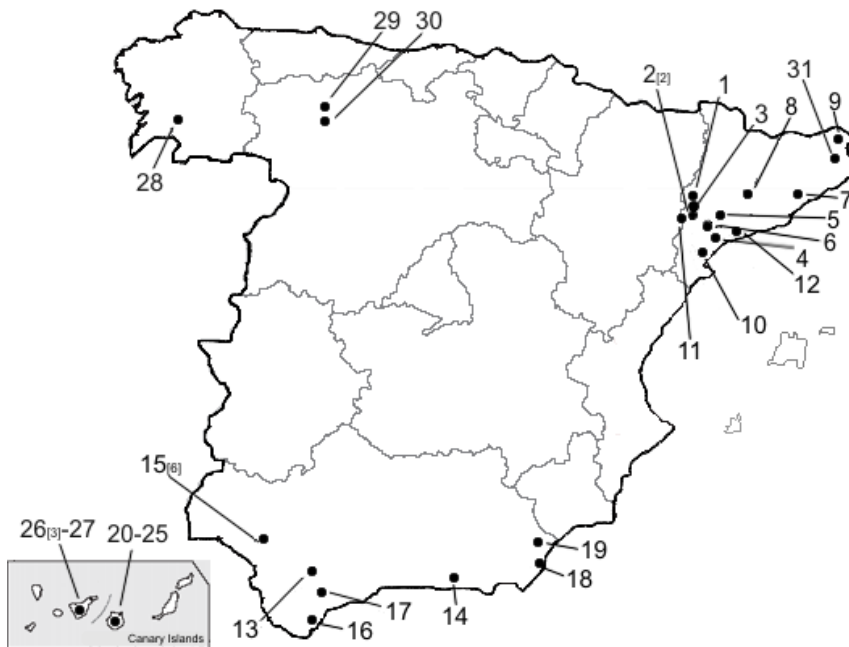


Figura 21: Localització de sistemes de "wetlands" construïts a Espanya. **Catalunya:** [1] Corbins, [2] Almatret, [3] Alfés, [4] El Masroig, [5] Verdú, [6] La Fatarella, [7] Gualba, [8] St. Martí de Sesgueioles, [9] Vilajuïga, [10] Arnes, [11] Pobla de Massalua, [12] Vilaplana, [31] Cervià de Ter. **Andalusia:** [13] La Muela (Algodonales), [14] Albondón, [15] Carrión de los Céspedes, [16] Algeciras, [17] Cortés de la Frontera, [18] Mojácar, [19] Los Gallardos. **Illes Canàries:** [20] Valleseco, [21] Las Palmas de Gran Canaria, [22] Villa de Santa Brígida, [23] Agüimes, [24]

Valsequillo, [25] Santa Lucía, [26] Buena Vista del Norte, [27] El Rosario. **Galícia:** [28] Beariz. **Castella i Lleó:** [29] Bustillo de Cea, [30] Cubillas de los Oteros. Font: Puigagut *et al.*, 2007.

- Resum

Així, 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.

Finalment, aquesta tecnologia es troba amb un marc legal favorable per a continuar la seva expansió, ja que les característiques que defineixen aquest tipus de tractament coincideixen a la perfecció amb el que seria un tractament de les aigües adequat per a poblacions de menys de 10.000 habitants equivalents.

La depuradora de Begues en el marc legal

A les cartes de presentació de la depuradora de Begues i en els fullets informatius proporcionats per l'Entitat del Medi Ambient i per l'Agència Catalana de l'Aigua apareix la zona d'abocament de les aigües tractades per la depuradora com a zona sensible. Consideren la riera de Begues com un espai d'interès natural d'elevada sensibilitat. Situant-se en el Parc Natural del Garraf, es presenta aquest medi com a un entorn l'aigua del qual requereix d'uns paràmetres de qualitat exigents característics d'una zona sensible, definida en la Llei 509/1996.

Per aquest motiu, 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.

El mateix Reial Decret 509/1996 considera zona sensible com aquella que es pot incloure en algun dels següents grups:

- Llacs, llacunes, embassaments, estuaris i aigües marítimes que siguin eutròfics o que podrien arribar a ser eutròfics en un futur pròxim si no s'adopten mesures de protecció. Entenent-se eutrofització com l'augment de nutrients a l'aigua, especialment de compostos de nitrogen o de fòsfor, que provoca un creixement accelerat d'algues i d'espècies vegetals superiors, amb el resultat de trastorns no desitjats en l'equilibri entre organismes presents a l'aigua i en la qualitat de l'aigua a la qual afecta.
- Aigües continentals superficials destinades a l'obtenció d'aigua potable que podrien contenir una concentració de nitrats superior a la que estableixen les disposicions pertinents del Reial Decret 927/1988, de 29 de juliol, pel que s'aprova el Reglament de l'Administració Pública de l'Aigua i de la Planificació Hidrològica.

- Masses d'aigua en les que sigui necessari un tractament addicional al tractament secundari establert a l'article 5 del Reial Decret Llei i en aquest Reial Decret per a complir l'establert en la normativa comunitària.

Malgrat aquesta caracterització de la zona d'abocament, al camp es pot corroborar que la riera de Begues no desemboca en cap llac ni acumulació d'aigua continental que sigui susceptible de ser eutrofitzat o contaminat. La riera de Begues no arriba enlloc, les aigües van percolant pel sòl fins als aquífers corresponents no destinats a l'obtenció d'aigua potable, ja que el terreny és molt càrstic i no permet que les aigües corrin per superfície amb una determinada continuïtat.

Per tant, es va designar sensible simplement pel fet de pertànyer a 2 espais PEIN. Aquesta conclusió s'ha corroborat amb el director de la depuradora de Begues, en Josep Gassó.

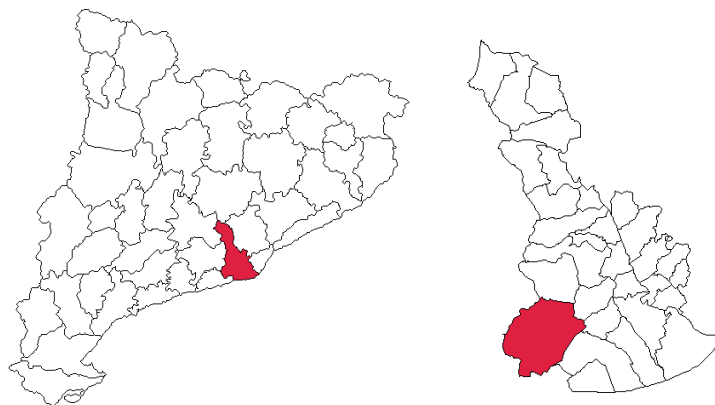
Begues

- Situació

Begues és el municipi més gran de la comarca del Baix Llobregat (Barcelona) i està situat al sud-oest de la mateixa (veure figura 22 i 23). Es troba a uns 400 metres d'altitud i el 60% es troba inclòs en 2 espais PEIN. Una part molt important del Parc del Garraf (2.952Ha) és dins el municipi, incloent els pics de Montau (658m) i de la Morella (594m). 97Ha, en canvi, pertanyen a les Muntanyes de l'Ordal. Begues està connectat amb Avinyonet del Penedès i amb Gavà per una carretera comarcal (veure figura 24).

Té una extensió de 50,42km² i limita al nord amb els termes d'Olivella, Olesa de Bonesvalls, Vallirana i Torrelles de Llobregat; a l'est amb Sant Climent de Llobregat i Gavà, i al sud i sud-oest amb Sitges.

La població s'emplaça dins una petita depressió de caràcter calcari entre els contraforts nord-occidentals del massís del Garraf constituïts per la Serra de la Guàrdia (511m) al sud-est i la serra de les Conques (532m) i el Montau (658m).



Figures 22 i 23: Situació de la comarca del Baix Llobregat i del Municipi de Begues. Font: pròpia en base als mapes de www.municat.net i www.xtec.cat, respectivament.

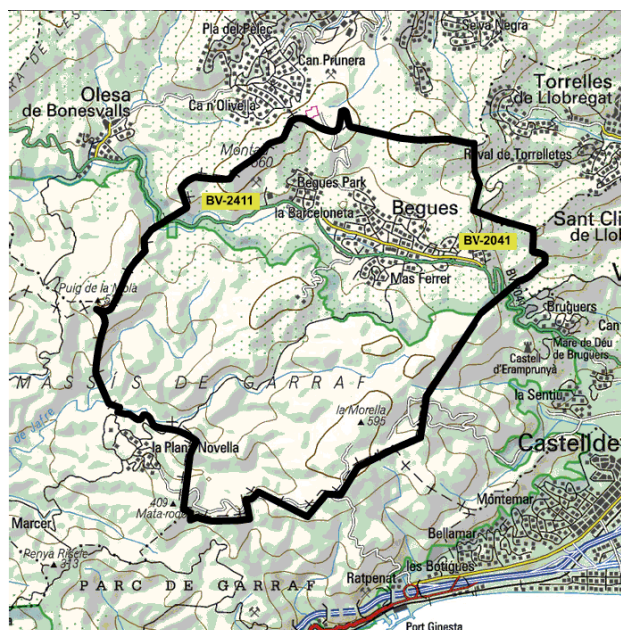


Figura 24: Mapa topogràfic de Begues, 1:250000. Font: www.diba.es.

- Geologia

Aquesta zona de la Serralada Litoral es caracteritza per ser un massís compost d'una cobertora gruixuda i compacta de dolomies i calcàries molt carstificades del juràssic i cretaci, que reposen sobre les calcàries, gresos, conglomerats i argil·lites de tons vermells del triàsic, els quals alhora es troben sobre els materials paleozoics (que afloren a la carretera de Gavà a Begues). El conjunt del massís és inclinat o cabussa cap al Sud-Oest i a l'interior hi ha nombrosos plecs i falles.

- Edafologia

La caracterització dels sòls de la zona s'agrupen taxonòmicament segons la "Soil Taxonomy" en ENTISOLS i ARIDISOLS.

Els Entisols, formats sobre el Quaternari, presenten una topografia planera, sense desenvolupar els horitzons edàfics i sense propietats químiques o mineralògiques característiques.

Dins del grup d'Inceptisols, el subordre més present a la zona d'estudi és l'Aridisol. Els Aridisols són sòls desenvolupats, però que no tenen un horitzó argílic. Normalment tenen un horitzó òcric, amb un horitzó subsuperficial càlcic o càmbic.

La resta de sòls presents a la zona són Fluvents, són sòls al·luvials recents, situats a prop de la Riera de Begues i que es caracteritzen per una bona qualitat agronòmica. Es tracta de sòls profunds, sorrencs-llimosos amb una bona permeabilitat i drenatge, que es poden incloure dins del grup dels Xerofluvents.

- Hidrologia superficial

En general el sistema hidrològic associat al Massís del Garraf presenta unes comunitats de rieres i torrents fragmentats i minsament representats, donat que l'aigua superficial és escassa

i de distribució irregular. Aquesta irregularitat fa que es pugui observar plantes pròpies d'una bardissa, d'una jonquera, d'un canyar, d'un creixenar, d'una albereda o vegetació herbàcia amb afinitats nitròfiles (per la càrrega orgànica contaminant que solen dur les aigües).

L'element més característic de la zona d'estudi és la Riera de Begues, que pertany a la conca del Garraf. Aquesta riera presenta en superfície un petit curs d'aigua, fruit del cabal abocat per l'actual depuradora i l'impermeabilització d'origen antròpic que la riera presenta en el seu tàlveg.

Aigües avall, però, les filtracions del terreny provoquen l'assecament total de la riera, que només en períodes de fortes pluges porta aigua de forma intermitent. Com tots els cursos d'aigua mediterranis, el seu règim hidràulic està extremadament lligada al règim pluvial (l'afluència d'aigües residuals tampoc és constant, donat el caràcter residencial de la zona), pel que cal suposar una exclusió de plantes estrictament hidròfiles.

Aquesta situació permet l'establiment d'espècies que aprofiten el caràcter humit de la llera i la frescor ambiental que genera la presència ocasional d'aigua o la vegetació veïna (els elements de la brolla o d'altres comunitats assoleixen més vigor de fullam en les àrees circumdants a rieres i torrents).

El càlcul de cabals realitzats per a un període de retorn de 100 anys oscil·len entre 3,5 i 90,3m³/s i per un període de retorn de 500 anys, entre 5,9 i 146,7m³/s, segons dades de l'Auditoria Ambiental de Begues.

Tot i aquestes dades, el risc d'inundació que pot afectar la població és baix donat que la conca és reduïda ja que el terreny presenta un caràcter molt permeable. La llera de la Riera de Begues és poc profunda produint-se en certes ocasions inundacions en camps agrícoles situats a les proximitats del riu.

La riera de Begues té una clara orientació est-oest i forma una àmplia vall anomenada Polje de Begues, limitada al nord pel Montau, el Pla de Sots, el coll de la Creu d'Ardenya i el Sotarro; i pel sud, pel Turó de l'Espinadar, Puig del Coscó, Puig Rovirós, Serrat Blanc de la Guardia i Puig de les Agulles. Neix a la collada del mateix nom a 400m d'altitud. Travessa el poble de Begues on rep per la dreta el Torrent de la Clota. Continua en direcció cap al poble d'Olesa de Bonesvalls fent al mateix temps de divisòria entre els massissos del Garraf i l'Ordal, a mida que va rebent diversos afluents (torrent de Can Sadurní, de la Maçana, etc.) fins rebre per la dreta el seu afluent principal a l'alçada del barri de l'Hospital d'Olesa, la riera d'Oleseta. A partir d'aquí ja segueix tot fent meandres entre les muntanyes calcàries fins al terme de Sant Pere de Ribes, on conflueix amb la riera de Ribes.

- Hidrologia subterrània

Respecte al sistema subterrani, l'elevada permeabilitat dels substrats que conformen el medi geològic del municipi i en general, del conjunt de la zona del massís del Garraf, permeten la infiltració de l'aigua superficial cap a capes inferiors formant-se petits aquífers.

Els aquífers presents a la zona són aquífers desenvolupats en formacions de grava, sorres i argiles.

- Clima

El clima de Begues es classifica, segons l'índex d'humitat de Thornthwaite, com a clima mediterrani subhúmit (entre 0 i 20) amb influència marítima, caracteritzat per unes temperatures més extremes pel que fa a les mínimes (refredament nocturn important), i més acusat a l'hivern. La considerable altitud en què es troba i el fet d'estar situat a un altiplà envoltat de muntanyes li confereixen uns trets diferencials de la resta de municipis del Baix Llobregat de clima més típicament mediterrani.

L'augment de l'altitud comporta una disminució de les temperatures (0,65°C de mitjana per cada 100 metres) i un augment de la precipitació, les muntanyes que l'envolten actuen de barrera a la influència termoreguladora del mar Mediterrani (a uns 7km de distància).

Les pluges són relativament abundants. Les dades disponibles de l'estació de Begues mostren que la mitjana anual és relativament elevada. Begues ofereix una mitjana anual de 712,7mm, valor elevat si es tenen en compte les dades enregistrades en d'altres estacions del Baix Llobregat, Penedès i Garraf, les quals se situen majoritàriament entre els 500 i 600mm. La distribució mensual de les pluges presenta un màxim a la tardor, centrat en els mesos de setembre i octubre, i un mínim d'estiu, centrat al juliol. El febrer és el mes menys plujós de l'hivern.

Les temperatures són força moderades a causa de l'efecte esmorteïdor tèrmic de l'aigua del mar. Els sectors marginals i de menys altitud registren temperatures lleugerament inferiors. Mentre en aquests les temperatures mitjanes anuals estan per sobre de 15°C, a Begues són de 12,7°C. De manera semblant, mentre Begues registra una mitjana de gener de 5,4°C, a la franja costera ronda entorn de 9°C; el fet d'estar situat en una conca tancada fa que l'aire fred s'hi acumuli, tot determinant unes temperatures mínimes hivernals més baixes i unes glaçades més freqüents que en els indrets oberts pròxims i situats en una mateixa altitud. La mitjana d'agost és de 21,1°C a Begues i entre 23 i 24°C a la costa.

- Flora

La vegetació natural de la zona és mediterrània, amb un predomini de la brolla arbrada de romaní i bruc d'hivern (*Erico-Thymelaetum tintoriae* subassoc. *ulicetosum*).

En l'estrat arbustiu hi predomina el romaní, la gatosa, el llentiscle, el garric i el càdec, afegint-s'hi, en algunes vessants, el càrritx, una gramínia enorme d'origen nord-africà que és especialment prolífica després dels incendis.

L'estrat arbori queda totalment dominat pel pi blanc (*Pinus halepensis*), essent l'alzina un element poc habitual, malgrat ser la vegetació potencial de la zona.

En les zones elevades, assolellades i rocalloses apareix un mosaic de garriga. Junt amb el llentiscle, la densa i compacta catifa vegetal que desplega el garric, fa que la diversitat d'espècies d'aquesta comunitat sigui baixa. Sota la planta no hi ha suficient llum, i fora d'ella dominen els pedregams i la humitat és molt escassa. Si per efecte del foc aquesta garriga es veu molt minvada, sovint queda succeïda per brolles esparses i pradells, on apareix el llistó, l'albellatge, l'espasí, la campanella lanuginosa o la botja d'escombres, entre d'altres.

Es pot parlar d'una certa heterogeneïtat del poblament vegetal en relació als diferents ambients. Les diferències climàtiques entre espais molt propers poden establir la persistència

veïna d'espècies molt dispers. Així, la diferència microclimàtica entre fondalades i solanes rocalloses d'una mateixa muntanya determina la presència d'espècies medioeuropees (auró negre, corner, severa, roure cerriode...) en el primer lloc, i espècies que recorden els ambients esteparis nord-africans (margalló, arçot, gatosa...) en el segon.

Com a fet destacable, també cal parlar d'un nivell de presència important de pi pinyoner (*Pinus pinea*) en els espais plans i de sòls profunds. Sempre es veuen associats als llinars de boscos de pi blanc i conreus (no es barregen amb aquesta espècie); essent també abundants en els marges de cultius de secà.

En semblants proporcions i acompanyament el pi pinyoner es troben exemplars aïllats de roure tot que aquesta espècie és una pobladora habitual de les rieres i torrents. Quan a la classificació botànica d'aquestes fagàcies, es pot dir que els grans exemplars pertanyen a l'espècie roure martinenc (*Quercus pubescens*), tot i que bona part dels roures existents en la part forestal obeeixin més a l'espècie *Quercus cerrioides* (glans proveïts de peduncles, fulles sovint glabres i asserrades).

- Fauna

El massís del Garraf presenta la fauna pròpia dels ambients rocallosos (merla blava, merla roquera, còlit ros, còlit negre...), espècies d'aus rapinyaires que niuen als penya-segats (com al gran duc, l'àliga cuabarrada o el falcó pelegrí) i espècies adaptades a les condicions ambientals, com la serp verda i la colobra de ferradura.

Entre les nombroses espècies d'aus observades que són difícils de trobar fora de l'àmbit del Parc Natural es poden destacar: la xixella, el falciot pàl·lid, la cogullada fosca, el roquerol, el trobat, la cotxa fumada, el còlit ros, el còlit negre, la merla roquera, la merla blava, el tallarol trencamates, el pardal roquer i l'oreneta cua-rogenca.

Cal destacar que les coves i avencs acullen diverses espècies de ratpenats i invertebrats. Dins dels invertebrats s'ha de fer una menció específica als cavernícoles amb la presència de pseudo-escorpins (aràcnids) i isòpodes (crustacis) que representen espècies endèmiques del Garraf.

Com a mamífers salvatges de certa grandària es poden destacar la guineu, el teixó, la geneta i el porc senglar; els dos primers tenen una gran capacitat d'aprofitar els ambients humans. Quant a mamífers més petits, es poden destacar les musaranyes, l'esquirol i la rata cellarda.

Fins a l'actualitat s'han localitzat un total de 24 espècies d'amfibis i rèptils. Això representa prop del 55% dels rèptils de Catalunya i aproximadament un 30% de la peninsular. La major part de les espècies localitzades són típicament mediterrànies i amb caràcter bastant termòfil, principalment pel que fa als rèptils. Cal destacar també algunes espècies d'amfibis com la salamandra i el gripauet, que utilitzen el sistema càrstic en diferents moments del seu cicle biològic.

Existeixen un seguit de circumstàncies que determinen la presència de fauna a la zona d'estudi:

- El municipi de Begues està situat a prop de dues zones PEIN: Muntanyes de l'Ordal i Massís del Garraf.

- La Riera de Begues és un corredor biològic per a moltes espècies de la zona, especialment amfibis i espècies aquàtiques.
 - La franja litoral és un pas migratori pel seu clima suau.
 - En general hi ha un clima benigne, per l'efecte regulador del mar.
 - L'existència de zones amb activitat agrícola enriqueix les possibilitats tròfiques de les espècies amb forta mobilitat com les aus o alguns mamífers com el senglar o la guineu.
- El parc del Garraf

El Parc Natural del Garraf es troba entre les comarques del Baix Llobregat, l'Alt Penedès i el Garraf, al sector sud-oest de l'anomenada Serralada Litoral Catalana. Els seus límits són la vall inferior del Llobregat, la mar Mediterrània i la depressió del Penedès. Ocupa una extensió de 12.376 hectàrees, la major part de les quals pertanyen al terme municipal de Begues.

El Parc Natural el formen dues grans unitats ben diferenciades geològicament: una, de roques calcàries i dolomies i una petita banda de gresos vermellosos, a l'extrem oriental del parc.

Es tracta d'un paisatge eminentment rocós i agressiu, amb nombroses cavitats subterrànies formades per l'acció de l'aigua sobre la pedra calcària. El relleu està solcat per rieres seques encaixades entre el rocam, conegudes com a fondos. Els cims més alts són la Morella (594m) i el Rascler (572m).

La gestió de l'espai protegit la duu a terme el Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona en col·laboració amb els municipis que en formen part i amb la participació de diversos sectors implicats. El principal objectiu de la gestió del parc és, mitjançant fórmules participatives i de consens, donar compliment al seu pla especial garantint:

- La preservació dels valors naturals i culturals.
- L'ús públic ordenat de la muntanya.
- Les demandes culturals, pedagògiques i científiques.
- El desenvolupament socioeconòmic.

Així doncs, com ja s'ha esmentat anteriorment, Begues és un municipi que aproximadament el 60% de la seva extensió pertany als espais protegits del Parc Natural del Garraf i de les Muntanyes de l'Ordal. A més, també és declarat com un espai de la Xarxa Natura 2000 tot i que no es pugui apreciar completament a causa del solapament d'espais en la figura 25.

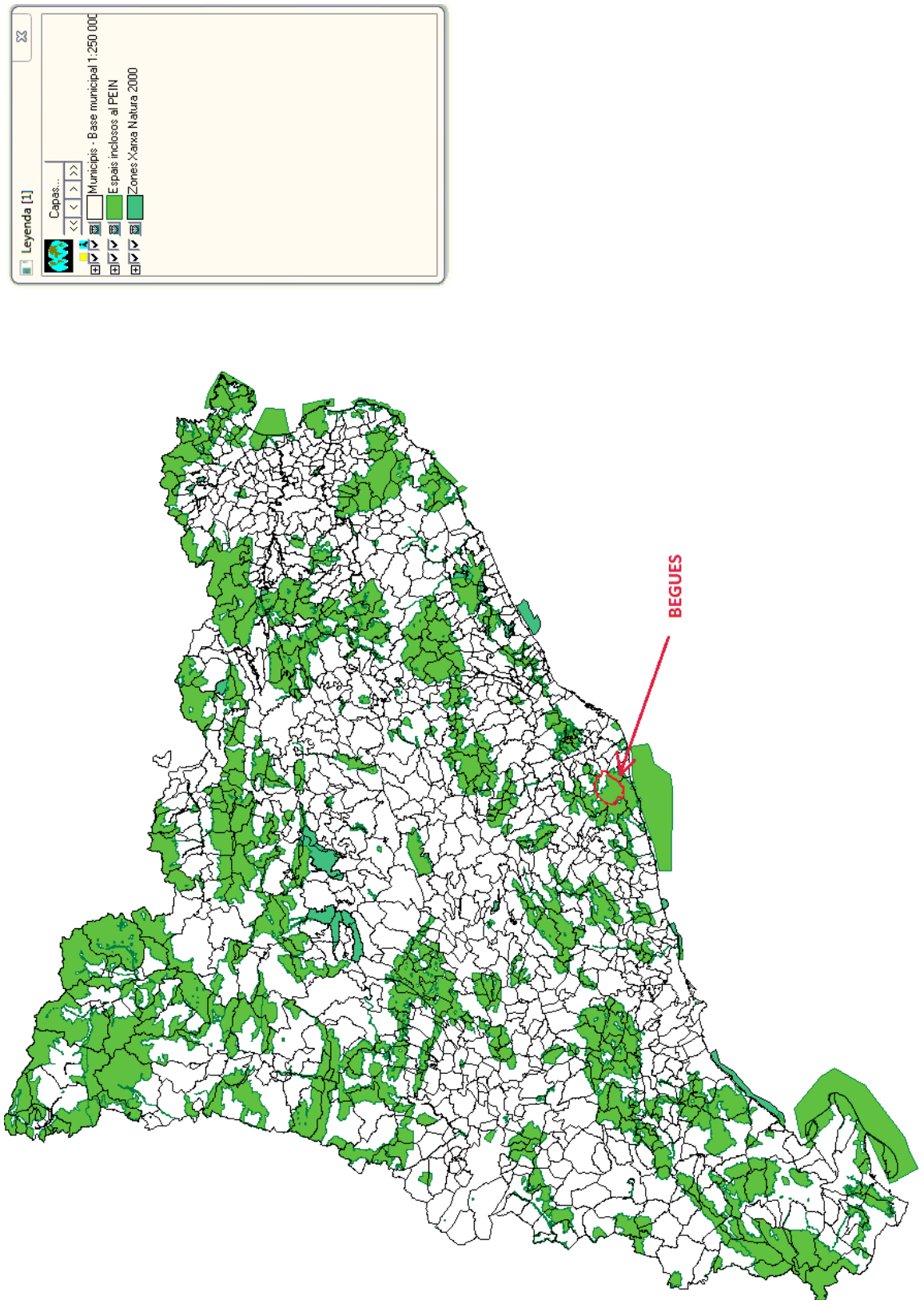


Figura 25: Superposició dels mapes de Miramon de municipis, espais inclosos al PEIN i zones de Xarxa Natura 2000, 1:250000. Font: pròpia en base a cartografia en format Miramon de <http://mediambient.gencat.cat>.

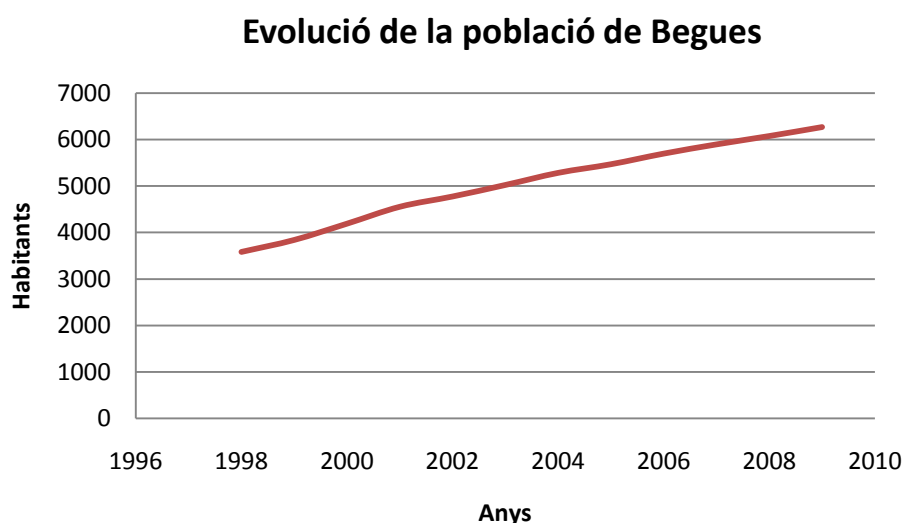
Begues, evolució de la població i de l'activitat econòmica

A la població de Begues, el primer cens que hi va haver és el de Floridablanca, l'any 1787. En aquest hi apareixien 450 habitants. A partir de llavors, la població del municipi va augmentar de manera considerable: el 1860 hi havia 857 habitants i el 1887 hi havia 1.094. No obstant, aquesta tendència es va invertir i a partir de 1910 el nombre d'habitants va anar descendent passant pels 1.003 habitants l'any 1930 i després de la Guerra Civil, el 1940, 950 censats.

Aquesta xifra no es va recuperar fins que es va arribar a la segona meitat del segle XX. El 1960 es va arribar als 1.043 habitants, i el 1981 ja hi havia 1.330. Aquesta recuperació és deguda, majoritàriament a la immigració d'aquelles persones d'Extremadura o Andalusia que venien a Catalunya en busca de treball. Quan el creixement demogràfic va assolir una tendència d'augment important fou a la dècada de 1990 (veure gràfic 2). Es pot observar com el creixement de la població adopta una tendència quasi bé lineal i que en 11 anys (des del 1998 al 2009) pràcticament ha doblat el nombre d'habitants (de 3.580 a 6.271).

La construcció l'any 1994 de l'autopista C-32, juntament amb el creixement econòmic general, incentiva l'arribada de moltes parelles joves amb nens petits a la recerca de la qualitat de vida de Begues. Això comporta un espectacular creixement urbanístic i demogràfic, de forma que si l'any 1991 hi havia 2.000 habitants, l'any 2001 ja n'hi ha 4.500. Al segle XXI, amb la construcció de la variant i de molts altres equipaments, s'arriba a superar els 6.000 habitants.

Les últimes dades demogràfiques que es tenen són que, segons l'IDESCAT, la població de Begues de l'any 2009 era de 6.271 habitants i la densitat de població era de 124,3 hab/km².



Gràfic 2: Evolució de la població de Begues des del 1998. Font: pròpia en base a les dades de www.idescat.cat.

Begues era inicialment poble agrícola i ramader, com quasi bé tots els pobles de Catalunya. Actualment es pot considerar que aquest municipi depèn principalment de la indústria de la construcció i els serveis, per la gran importància de la segona residència.

Els conreus que encara es mantenen són la carbassa, els cereals, la vinya, els arbres fruiters, les patates i els llegums. I cal destacar que l'impuls del sector de la construcció i derivats (fusters, manyans, pintors, etc.) va ser causat gairebé exclusivament de la gran demanda d'habitatges de segona residència que hi va haver entre els anys 1965 i 1975, fet que va comportar

l'edificació d'un bon nombre d'urbanitzacions. El sector terciari, o de serveis, ha augmentat paral·lelament a l'increment d'habitatges de segona residència.

Hi ha moltes urbanitzacions i torres d'estiueig que s'han anat construint al llarg de la carretera de Gavà. Exemples d'urbanització són Cal Viudo, Costeta o Begues Parc.

Població, consum d'aigua i producció d'aigües residuals

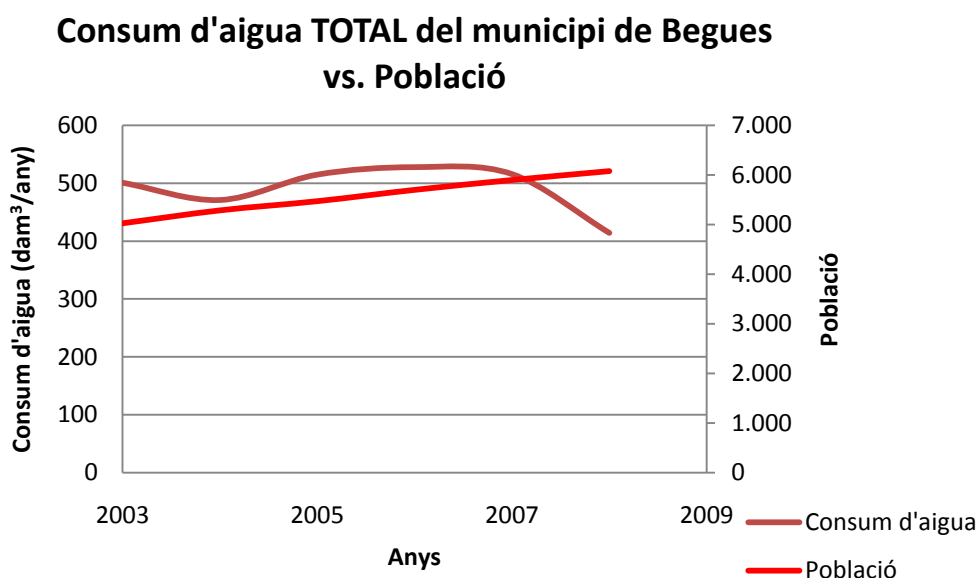
A Begues s'ha fet i es fa un ús divers de l'aigua, que en general es pot classificar en:

- Ús domèstic: el que realitzen els usuaris domèstics i les comunitats de veïns.
- Ús no domèstic: el que realitzen la indústria i el comerç.
- Ús municipal: el que realitzen els serveis municipals (neteja, reg, etc.).

El consum total del municipi serà, per tant, la suma dels consums per a aquests tres usos.

Cal dir que el principal d'aquests usos quant al seu consum és el domèstic.

Per fer una visió global del que ha estat el consum d'aigua i la producció d'aigües residuals conseqüent s'ha analitzat el període 2003-2008 perquè són 5 anys que engloben el pas de la depuradora vella a la nova (any 2005) i perquè no és tenen dades de consum més enllà de l'any 2008.



Gràfic 3: Consum d'aigua TOTAL del municipi de Begues vs. Població des del 2003. Font: pròpia en base a les dades de www.idescat.cat i els llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes proporcionats per l'EMA.

Com es pot apreciar al gràfic 3, l'evolució de la població del municipi de Begues no segueix el mateix patró que el consum d'aigua total del municipi. Mentre que la població ha patit un creixement del 21% entre l'any 2003 i el 2008 (de 5.023 a 6.078 habitants), el consum d'aigua total del municipi ha patit un decreixement del 17% en el mateix període (de 501 a 414 dam³/any).

Seria lògic pensar que davant un augment dels habitants hi ha un augment en el consum d'aigua i per tant, s'hauria de reflectir en el consum total del municipi. No obstant no és així, i això és principalment perquè en els darrers anys s'han canviat els hàbits en determinades activitats i per diverses causes:

- Davant períodes de sequera, com són l'any 2005 però sobretot el 2007 a l'àrea metropolitana, les mesures de correcció i limitació que s'apliquen fan que la reducció en el consum sigui dràstica. Aquesta és la causa que més influeix en el consum total municipal i es pot apreciar clarament al gràfic 3 a partir de l'any 2007. Amb la sequera d'aquest any es van arribar a dur a terme mesures com: la prohibició d'ús d'aigua potable pel reg de jardins i zones verdes tant públics com privats, la prohibició d'ús d'aigua potable per la neteja de carrers, per l'emplenament de piscines i fonts, tant públiques com privades, per la neteja de vehicles particulars, etc., juntament amb la reducció del 45% de les dotacions de reg (escenari d'excepcionalitat de Nivell 2 segons el Decret 84/2007 i recomanacions per la gestió municipal de l'ACA).
- Les tècniques de reg en els camps de conreu han evolucionat. S'han millorat les instal·lacions i en molts camps s'ha passat d'utilitzar tècniques de consum massiu d'aigua a tècniques de consum regulat, com són el degoteig o el reg subterrani.
- El disseny de construccions d'edificis i habitatges amb eficiència energètica però també amb limitacions en el consum d'aigua i estalvi ha anat creixent en aquests anys i s'han adoptat noves estructures i dispositius que fomenten la reducció d'aigua. Un exemple senzill i ben representatiu de Begues és la reducció de parcel·les enjardinades o els dispositius avançats de reg per les mateixes.
- Moltes instal·lacions de xarxa hidràulica i clavegueram han estat reformades i millorades perquè arribaven a perdre grans quantitats d'aigua al dia.
- L'augment de la conscienciació de la població gràcies a les campanyes publicitàries fa que aquesta adopti estratègies domèstiques que col·laborin en la reducció del consum d'aigua: aixetes monocomandament amb limitador de cabal, dutxes amb aixeta termostàtica i reguladora de cabal, cisternes amb dispositiu de doble descàrrega, etc.

És important destacar que quant a la variació del consum domèstic vers la mitjana calculada per als darrers cinc anys, Begues destaca com al municipi de tota l'àrea metropolitana de Barcelona amb una disminució major de consum, seguit de Pallejà i Sant Cugat del Vallès. Per contra, el municipi on s'ha produït una disminució menor de consum domèstic ha estat Badia del Vallès, seguit dels municipis de Badalona i Santa Coloma de Gramenet (EMA, Dades Ambientals Metropolitanas 2008).

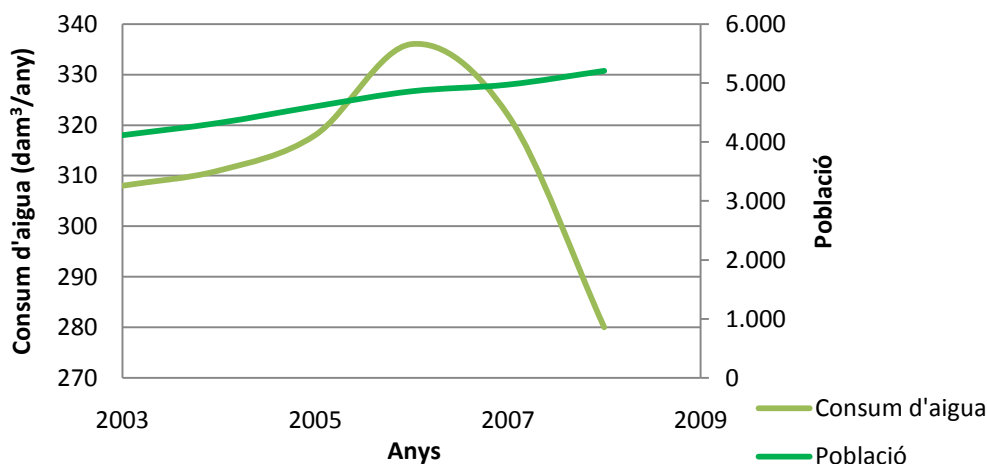
Tot i així, per poder valorar el grau de reducció en el consum que s'ha donat en el municipi objecte d'estudi, s'ha optat per analitzar les dades d'un altre municipi de característiques similars quant a població i activitats econòmiques desenvolupades: Torrelles de Llobregat.

Aquest municipi tenia una població a l'any 2009 de 5.430 habitants i l'evolució demogràfica des del 2003 és considerablement similar a l'experimentada pel municipi de Begues.

S'observa al gràfic 4 que l'evolució de la població del municipi de Torrelles de Llobregat tampoc segueix el mateix patró que el consum d'aigua total del municipi. En aquest cas, però, mentre que la població ha patit un creixement del 27% entre l'any 2003 i el 2008 (de 4.115 a 5.208 habitants), el consum d'aigua total del municipi ha patit un decreixement del 9% en el mateix període (de 308 a 280 dam³/any).

Així doncs, l'evolució amb direccions contràries de les dues variables és una tendència habitual que s'ha marcat des del 2003 al 2008, almenys en municipis de característiques demogràfiques semblants. És clar, que les causes i canvis en la gestió de l'aigua en el municipi no han estat úniques de Begues, sinó que s'han donat per tot el territori català.

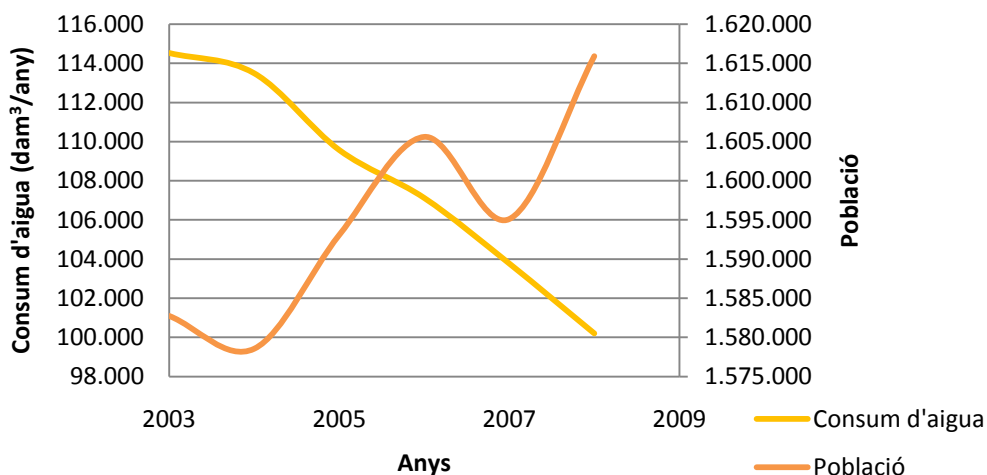
Consum d'aigua TOTAL del municipi de Torrelles de Llobregat vs. Població



Gràfic 4: Consum d'aigua TOTAL del municipi de Torrelles de Llobregat vs. Població des del 2003. Font: pròpia en base a les dades de www.idescat.cat i els llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA.

Per veure, no obstant, que ha succeït en municipis de demografia totalment diferent s'ha estudiat el cas de Barcelona (veure gràfic 5).

Consum d'aigua TOTAL del municipi de Barcelona vs. Població



Gràfic 5: Consum d'aigua TOTAL del municipi de Barcelona vs. Població des del 2003. Font: pròpia en base a les dades de www.idescat.cat i els llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA.

El cas de Barcelona és molt més complex que els dos anteriors. Gràcies a les dades de l'IDECAT i als llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA és pot afirmar que la població del municipi de Barcelona ha patit un creixement del 2% entre l'any 2003 i el 2008 (de 1.582.738 a 1.615.908 habitants). I quant el consum d'aigua total municipal, ha patit un decreixement del 13% en el mateix període (de 114.531 a 100.201 dam³/any).

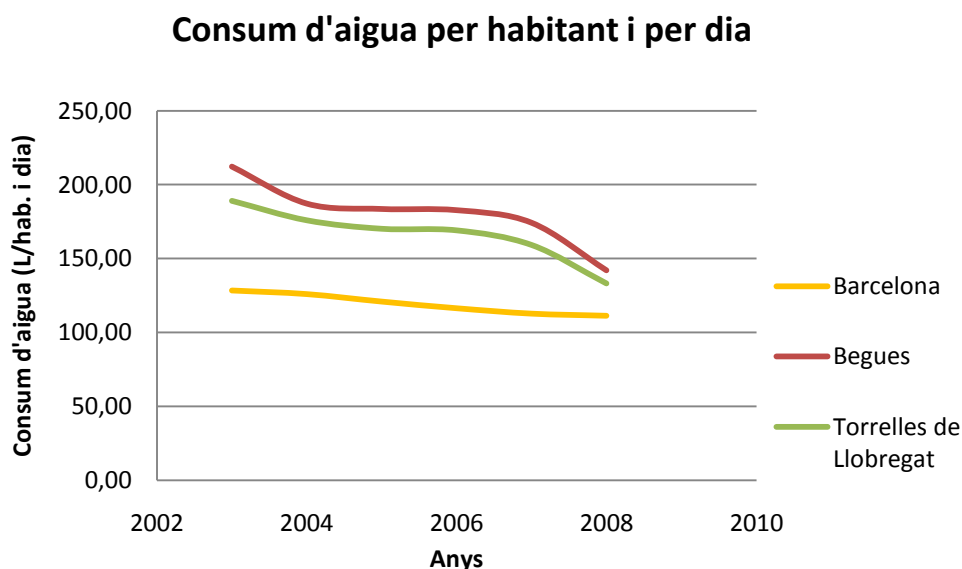
És clar que Barcelona no pugui experimentar un creixement demogràfic tan important com els 2 municipis anteriors, cal tenir en compte que la densitat poblacional a Barcelona és 129 vegades més gran que la del municipi de Begues (15.999,4 front 124,3 hab./km²). Una elevadíssima densitat de població dificulta l'acollida de nous habitants ja que l'espai és una variable limitant i és pràcticament la determinant. Moltes d'aquelles persones que ja disposen d'un poder decisiu i econòmic suficient per poder comprar un habitatge opten per marxar fora de Barcelona en busca de més qualitat de vida, de preus més baixos, de menys contaminació, de més espai per viure, etc. Begues o Torrelles de Llobregat, per exemple, són municipis que s'ajusten a aquestes últimes característiques. És important destacar les oscil·lacions que es donen en aquesta variable. La gran variabilitat dels fluxos migratoris és la principal causa que explica aquests canvis tan sobtats.

Pel que fa al consum d'aigua total municipal es pot apreciar clarament al gràfic 5 que el patró d'aquesta variable és molt similar als dos vistos anteriorment. Per tant, tot i ser el municipi més gran de Catalunya, els canvis de gestió en el consum d'aigua també han estat implantats.

- Consum d'aigua per habitant i per dia

Una altra variable important a tenir en compte és el consum d'aigua per habitant i per dia. Aquesta representa el consum relatiu mig dels habitants de cada municipi.

Al gràfic 6 s'aprecia que l'habitant de Barcelona consumeix molta menys aigua que l'habitant dels municipis de Torrelles de Llobregat i Begues, tot i tenir un consum d'aigua total municipal molt més gran que els altres municipis. Això és així perquè aquests últims tenen una altra estructura urbanística, les cases solen gaudir de jardins i piscines, fet que fa ascendir el consum relatiu de manera destacada. El consum absolut d'aigua de la gran ciutat és molt més elevat, doncs, simplement perquè el nombre d'habitants del municipi de Barcelona és 259 vegades superior que al de Begues, posant un exemple.



Gràfic 6: Consum d'aigua per habitant i per dia des del 2003. Font: pròpia en base a les dades dels llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes proporcionats per l'EMA.

Després de Sant Cugat, amb un consum domèstic de 149,13 L/hab. i dia, les dades de l'EMA mostren que Begues ha estat el segon municipi amb un major consum domèstic (141,91 L/hab.

i dia). És, per tant, una dada rellevant ja que li està conferint a l'habitant de Begues un dels consums relatius més elevats de tota la regió metropolitana. Com s'ha dit abans, l'estructura urbanística del municipi és la principal causa d'aquesta posició entre tots els municipis.

En el mateix gràfic es pot apreciar també que el consum relatiu ha disminuït en el període 2003-2008 fet que explica que els canvis en la gestió de l'aigua no només afecten al consum absolut del municipi, sinó també al consum de cada habitant del mateix.

Seguint amb aquesta variable, per tal de contextualitzar-la en tot el territori metropolità, cal esmentar que el consum domèstic mitjà a l'àrea metropolitana de Barcelona l'any 2008 fou de 109,96L/habitant i dia. Així, els 141,91 L/hab. i dia de Begues estan molt per sobre de la mitjana de la regió fet que situa al municipi en una posició molt important quant a litres d'aigua consumits des del punt de vista relatiu a la població.

- Resum

Lògicament, l'evolució del consum d'aigua total dels municipis va estretament lligada a l'evolució de la producció d'aigües residuals. El consum d'aigua total és la variable de referència per estimar les aigües residuals municipals produïdes, ja que no es disposa de cap registre d'aquestes últimes.

Així, centrant-nos en aquest vector i amb la relació anterior analitzada, l'augment de la població no ha influït negativament augmentant el nombre de litres residuals per tractar. Podríem considerar-les, per tant, dues variables relativament independents, almenys amb el que s'ha pogut veure fins l'actualitat.

La depuradora de Begues, doncs, ha rebut una quantitat d'aigua global per tractar menor en els últims anys gràcies a tots els canvis produïts en la gestió del consum de l'aigua tant a nivell municipal, com regional, com autonòmic.

Malgrat això, s'ha de tenir en compte que tot i que el consum d'aigua ha disminuït amb el pas del temps, la concentració de càrrega contaminant ha augmentat. La quantitat de càrrega contaminant municipal per habitant és pràcticament la mateixa amb el temps i la quantitat de càrrega contaminant global pel municipi és més gran perquè la població ha crescut i les activitats que aquesta hi desenvolupa també. Per tant, si la càrrega contaminant total és major i la producció d'aigua residual derivada del consum d'aigua total és menor, la concentració final de càrrega contaminant a les aigües és més elevada.

Per tant, la tendència general en la recepció d'aigües que ha regit en els últims 5 anys en la depuradora de Begues és: menys cabal però amb més concentració de càrrega contaminant.

Primera depuradora de Begues

La primera depuradora que abastia el municipi de Begues va ser construïda l'any 1965 i va estar funcionant fins l'any 2005, quan es va posar en marxa la nova depuradora. Llavors, el municipi de Begues disposava d'un sistema de sanejament mixt en alta que conduïa les aigües residuals domèstiques i part de les aigües pluvials a la depuradora. Pràcticament la totalitat de les vivendes estaven connectades a la xarxa de col·lectors, amb l'excepció d'algunes masies a les afores del nucli urbà. La seva situació exacta és al costat oest del municipi de Begues, tocant amb la riera, a la carretera de Gavà a Avinyonet (BV 2411) de Begues. Li corresponen,

segons l'ICC, les coordenades de E408513.5, N4576463.4 (ED50UTM31N); Longitud: 1º 54' 20.00" i Latitud: 41º 19' 57.41" (GPS) (veure figura 26).

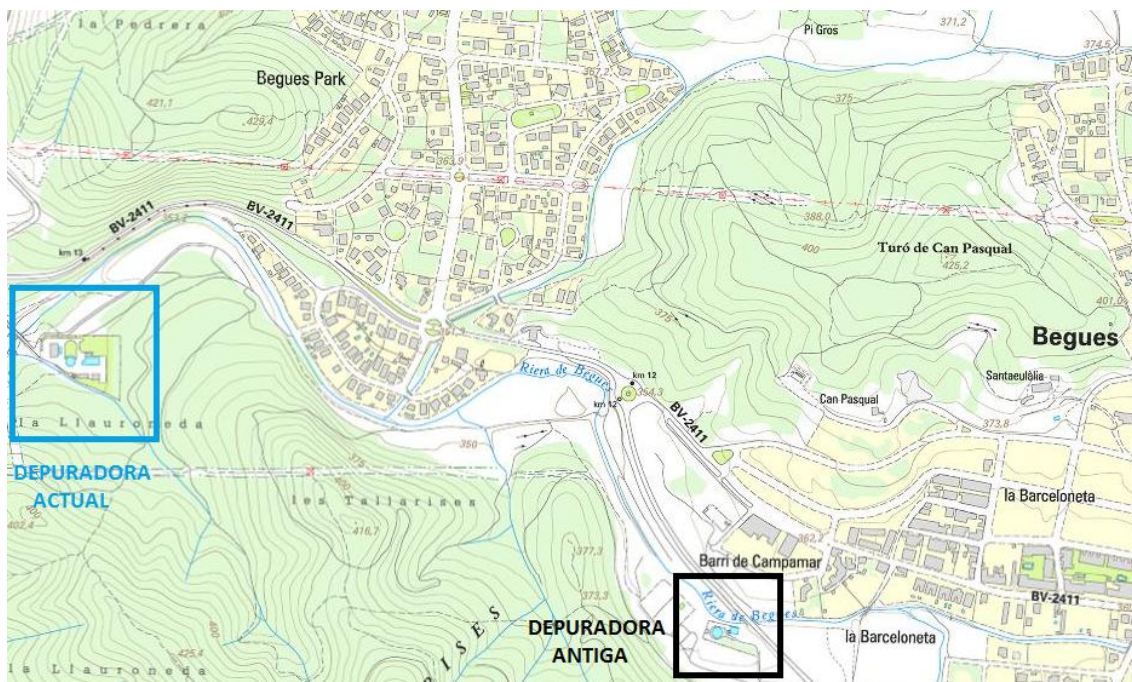


Figura 26: Mapa topogràfic de les depuradores de Begues, l'actual i l'antiga, 1:10.000. Font: www.icc.cat.

Les aigües del municipi de Begues eren interceptades per un col·lector principal. Aquest començava a la zona de la Rectoria. El col·lector presentava inicialment un diàmetre nominal de 400mm que més tard s'incrementava fins a 800mm després de creuar la zona denominada Bon Soleil.

A aquesta depuradora arribaven les aigües residuals de les diferents zones del municipi de Begues mitjançant el col·lector ja esmentat. La depuradora rebia també les aigües que eren impulsades des de la urbanització de Begues Park, que es barrejaven amb les altres en una arqueta d'entrada.

A continuació d'aquesta arqueta existia un sobreixidor lateral instal·lat en el canal d'arribada, per on s'abocaven les aigües excedents de la planta a la riera de Begues mitjançant una canonada destinada a tal efecte. El canal d'entrada a la planta disposava d'una comporta motoritzada que s'utilitzava per controlar el cabal que arribava.

L'aigua discorria inicialment a través d'un tamisat abans d'entrar al tractament biològic. Els sòlids que s'eliminaven s'abocaven directament a un contenidor. Per mesurar el cabal es disposava d'un sensor ultrasònic que detectava el nivell d'aigua que passava pel canal d'entrada i l'autòmat convertia aquests senyals en cabals.

El tractament biològic de llavors funcionava com a mescla completa en dos passos. Els reactors biològics tenien un volum útil de 376m³ i una profunditat útil de 4m i funcionava com a fang actiu a mitja càrrega amb una càrrega màssica de 0,20-0,25Kg de DBO₅/Kg de MLSS. El decantador secundari era circular amb una superfície de 45m³ i una profunditat de 3,30m i funcionava amb una velocitat ascensional a un cabal màxim de 60m³/h de 1,3m³/m²/h.

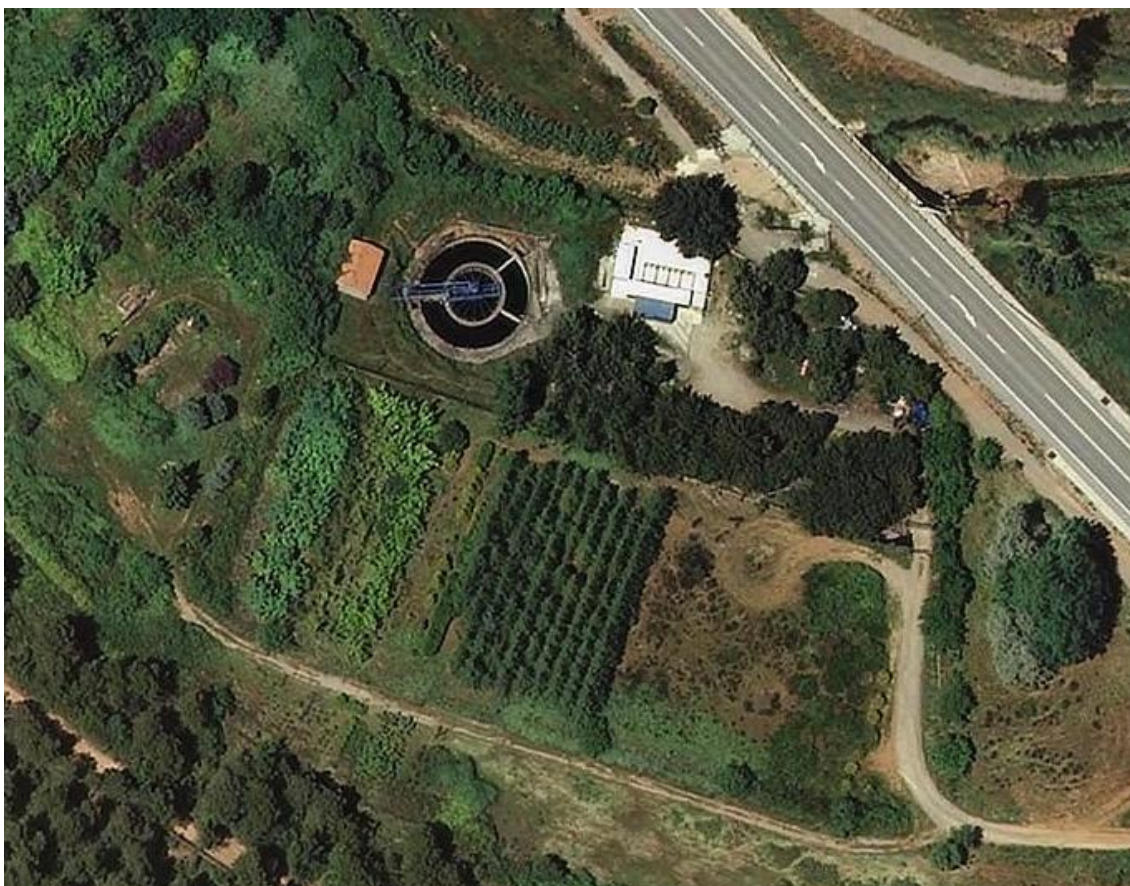


Figura 27: Ortofotomapa de la depuradora antiga de Begues, 1:2.500. Font: www.icc.cat.

La recirculació de fangs era en continu mitjançant una bomba de tipus “air lift”, utilitzant el mateix aire que s'utilitzava en el tractament biològic. La purga de fang en excés i l'eliminació de flotants del decantador secundari era també per “air lift”, però el seu funcionament estava temporitzat.

Els equips d'aireig estaven compostos per 3 bufadors tipus “Roots”, 72 difusors de bombolla fina de EPDM, i difusors de bombolla gruixuda instal·lats a la zona de digestió aeròbica.

L'aigua clarificada passava per una petita arqueta dotada d'una bomba submergible que enviava una mostra de l'efluent al mesurador de terbolesa. A continuació l'aigua vessava a la riera a través d'una canonada de diàmetre nominal 600mm.

La línia de fangs la composaven el digestor aerobi i les eres d'assecat. El digestor aerobi era d'uns 250m³ de volum útil i rebia el fang en excés del tractament biològic i els flotants del decantador secundari. No s'utilitzaven equips d'aireig i el tanc funcionava com a espessidor. El tanc anava dotat d'una bomba de tipus “air lift” per a retornar l'aigua sobrenedant al reactor biològic, i d'una bomba submergible per a enviar el fang espessat a les eres d'assecat.

La instal·lació disposava de 4 eres d'assecat d'uns 35m² de superfície cada una. El fang enviat a les eres era tractat mitjançant l'addició de polielectròlit. L'aigua resultant de les eres es reincorporava per gravetat, a l'obra d'entrada. El fang una vegada sec es transportava al seu destí final.

- Problemàtica que va fer decidir la construcció de la nova depuradora

El Pla d'Ordenació del municipi de Begues aprovat el 15 d'octubre de 1997 va determinar que en 10 anys la població podria arribar als 7.000 habitants, xifra que requeriria d'un tractament de cabal d'aigües residuals de 1.200m³/dia aproximat. La previsió és considerablement precisa tenint en compte i com ja s'ha vist anteriorment que la població de Begues a l'any 2009 és de 6.271 habitants.

Amb data de desembre de 1999, per tal d'analitzar a nivell tècnic la problemàtica que presentava la infraestructura en alta de sanejament del municipi de Begues i establir aquelles actuacions a realitzar per la seva millora, va ésser elaborat "l'Estudi de millora del sanejament del municipi de Begues".

Els límits de vessat de DBO₅ < 25mg/L i SS < 35mg/L es complien. No obstant, la depuradora era difícil d'explotar, requerint d'una atenció constant per a garantir els resultats.

A més, no es disposava de processos de nitrificació/desnitrificació, fet que era un argument afegit per tal de canviar de planta ja que el medi receptor ho requeria.

Per evitar l'elevació de l'aigua residual i que tot funcionés per gravetat, la depuradora va ser construïda per sota la cota natural del terreny. La planta, doncs, era inundable fet que dificultava el manteniment de la mateixa.

El disseny es va fer per a una planta de tractament compacta, de forma que no es va preveure una possible ampliació que hagués requerit d'una estructura modular. Això impedeix l'addició de nous mòduls i ampliacions.

De la mateixa manera, la instal·lació era poc flexible per avaries o operacions de manteniment del tractament biològic. L'aigua bruta havia, en circumstàncies molt específiques, de ser desviada directament a la riera.

Un altre problema era que la planta no disposava de pretractament, processos unitaris que millorarien de manera important l'operació de la instal·lació.

A més, es va determinar que les condicions hidràuliques de la xarxa de sanejament de llavors presentava pèrdues. Certes infiltracions es donaven al col·lector en època de pluja. El col·lector, doncs, no presentava les adequades condicions.

El cabal màxim admissible diàriament era de 600-720m³/dia i era el cabal que precisament s'enregistrava quan es va fer l'estudi. Això significava que la planta estava en el límit de la seva capacitat i qualsevol augment de cabal, per petit que fos, podia tenir repercussions importants en la qualitat de l'efluent tractat.

Altres deficiències puntuals en el tractament biològic:

- La distribució de l'aire era aleatòria, sense mesuradors de cabal d'aire.
- La velocitat del mecanisme escombrador del decantador secundari era massa alta.
- Si s'aturaven els bufadors també ho feien per la recirculació i purga de fang, ja que eren els mateixos que feien totes funcions.
- La separació de flotants del decantador era deficient.
- Hi havia necessitat d'anivellar el vessat del decantador secundari.

Quant a la línia de fangs, donat que no s'utilitzava una digestió aeròbia, el fang produït no era estabilitzat i podia considerar-se com a un fang jove. Des que s'utilitzava clorur fèrric en el reactor biològic per a controlar el "bulking", s'havia observat que el sobrenedant del digester

es tornava ràpidament negre, senyal que el fang en el digestor era fermentat per les condicions anaeròbies, produint-se gas sulfur d'hidrogen, precipitant-se posteriorment el sulfur per la presència del ferro. Això representava la producció de males olors. Tot i que aquest problema no succeïa de forma continuada, era un afegit més a la llista.

En resum, la depuradora de Begues construïda a finals del anys 60 es trobava en el límit de la seva capacitat a l'objecte de tractar en condicions correctes i de forma continuada les aigües residuals del municipi. El factor principal era el decantador secundari, que obligava a limitar el cabal punta d'entrada a la planta. El fet de limitar el cabal i la carència de pretractament era la causa principal de l'enviament, de manera puntual i fonamentalment en cas de pluja, d'aigua amb dilució insuficient a la riera. I finalment i com ja s'ha dit, donades les característiques del medi receptor, eren necessaris els processos de nitrificació/desnitrificació i eliminació biològica del fòsfor.

De les diferents propostes analitzades en l'estudi a nivell tècnic i econòmic, i d'acord amb els serveis tècnics de l'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus, de l'Ajuntament de Begues i de l'Agència Catalana de l'Aigua es va concloure com a millor solució per al municipi la construcció d'una nova depuradora. Aquesta seria construïda en un nou emplaçament aigües avall del sector de Begues Park, en el marge esquerre de la riera de Begues, amb l'objecte d'allunyar dita instal·lació del nucli urbà. Dita solució feia també necessària la prolongació de l'actual col·lector d'arribada a la planta, a fi de conduir les aigües del municipi, fins el nou emplaçament de la depuradora.

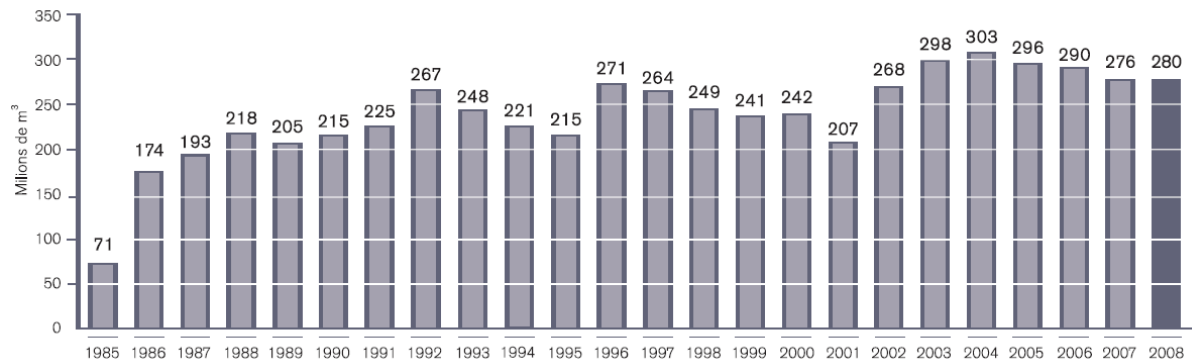
Així, es va construir una nova depuradora, l'actual. La situació dels seus diferents elements es va fer de manera que es provoqués el menor impacte medi ambiental, que es minimitzessin els costos de manteniment, que s'agrupessin les zones de tractament, que s'aprofités al màxim la parcel·la i que es permetés si fos necessària una futura ampliació de la planta.

Canvi de depuradora a Begues

- Cabal tractat de l'àrea metropolitana de Barcelona

Com ja s'ha vist, el consum d'aigua municipal a nivell domèstic s'ha vist reduït en els últims anys (des del 2003) per tot el seguit de motius esmentat, destacant sobretot les reduccions en el consum d'aigua dutes a terme per la sequera de principis de segle XXI.

Tot i així, des que es tenen dades en el registre d'aigües residuals tractades per depuradores de la regió metropolitana de Barcelona, 1985, els milions de metres cúbics (hm³) d'aigües residuals tractats han passat de 71 fins a 280,15 enregistrats al 2008. Això és perquè la població de l'àrea metropolitana ha crescut gairebé exponencialment des de llavors i, conseqüentment, les necessitats de tractament d'aigua degut a una major concentració d'activitats humanes són majors (veure gràfic 7).



Gràfic 7: Evolució del cabal tractat a la regió metropolitana de Barcelona. Font: Llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA.

Cal destacar que l'evolució de cabals dóna una idea de la quantitat d'aigua tractada, però depèn en gran mesura de les variacions de la pluviometria anual i d'aportacions complementàries que es realitzen a les depuradores. Per exemple, l'any 2005 es van tractar una mitjana de 296hm³, un 2% menys que l'any 2004 (303hm³), reducció caracteritzada per la sequera del 2005. I al 2006 es van tractar en total 290 hm³ d'aigües residuals, cabal inferior al del 2005 com a conseqüència d'una pluviometria més baixa. Pel mateix motiu de pluviometria, el cabal que es va tractar al 2007 fou un 4,5% inferior al del 2006 (de 290 a 276hm³). Al 2008, en canvi, el cabal tractat va ser un 1,4% superior al del 2007 (de 276 a 280hm³) degut a l'augment de la pluviometria en el segon semestre, però ha estat inferior al cabal d'anys precedents, atès que la pluviometria dels anys 2007 i 2008 va ser més baixa que en anys anteriors.

S'ha de tenir en compte, també, que la major quantitat d'aigua depurada, sumada a nivells de qualitat de l'aigua tractada cada vegada més elevats, comporta una elevada producció de residu sòlid (fangs) a les depuradores que ha de ser tractat correctament i disposat per tal de minimitzar l'impacte ambiental.

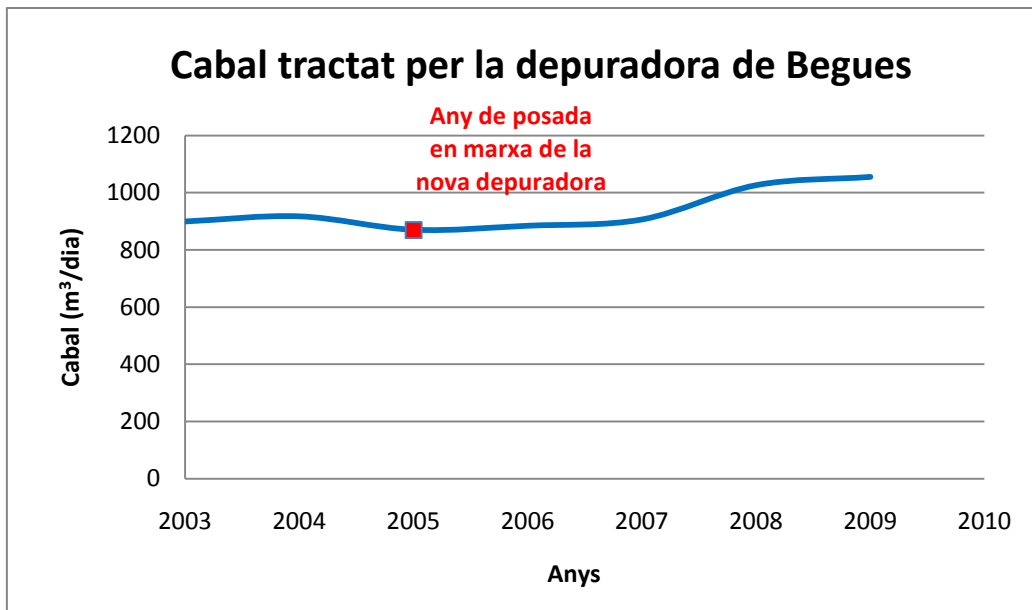
- Cabal tractat de Begues

Quant a Begues, la proporció de cabal que ha tractat la seva depuradora és considerablement petita dins el context de l'àrea metropolitana.

La proporció de cabal tractat total anualment en el municipi d'estudi front a tot el cabal que es tracta en el mateix període a nivell metropolità és aproximadament d'un 0.1%, per exemple i de les últimes dades disponibles dels llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA., al 2008 es van tractar 384dam³ front els 280hm³ de tota l'àrea metropolitana.

És per això, que és més pràctic treballar en unitats de cabal tractat per dia.

Amb la depuradora antiga, els cabals tractats per dia enregistrats l'any 2002 i 2003 foren de 913 i 899m³/dia respectivament, calculats com a mitjana anual (veure gràfic 8).



Gràfic 8: Cabal tractat per la depuradora de Begues. Font: pròpia en base a les dades dels llibres de les Dades Ambientals Metropolitanas proporcionats per l'EMA i a les taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Es pot apreciar al gràfic que a partir del 2005, any de posada en marxa de la depuradora actual de Begues, el cabal tractat es va mantenir en la línia de la depuradora antiga (entorn els 900m³/dia). L'any 2008 i 2009, en canvi, el cabal tractat va ascendir a 1026 i a 1055m³/dia, respectivament. La nova depuradora es va construir amb un disseny de tractament de més capacitat (1.200m³/dia) amb la idea de poder tractar més cabal diàriament. Així, va ser a partir del 2008 quan va començar a funcionar amb l'eficàcia que marca els seus paràmetres de disseny, fins llavors, encara no s'havia assolit un cabal major per tal de trobar-se en adaptació.

Es veu, doncs, com la instal·lació de la nova depuradora al terme municipal de Begues ha estat un important avanç atès que, tot i que la producció d'aigües residuals ha pogut disminuir per causes independents al creixement demogràfic, la població necessita d'una planta que sigui capaç d'atendre les noves necessitats i pugui abastar un creixement demogràfic en els pròxims anys i capaç de resoldre tots aquells problemes que tenia l'antiga depuradora.

MARC D'ESTUDI

Depuradora de Begues

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 (veure figura 28). Li corresponen, segons l'ICC, les coordenades de E407447.5, N4576920.0 (ED50UTM31N); Longitud: 1º 53' 33.90" i Latitud: 41º 20' 11.77" (GPS). Està situada a la conca de les Rieres del Garraf i aboca les aigües a la Riera de Begues (veure figura 29).



Figura 28: Ortofotomapa de Begues i situació de la depuradora, 1:27788. Font: pròpia en base a <http://maps.google.es>.

Geològicament:

- La zona exacta es troba inclosa a la Serralada Litoral. Aquesta unitat està ocupada per terrenys mesozoics, bàsicament carbonats i gresos del Triàsic i Juràssic.
- Els materials existents a la zona són essencialment un recobriment inferior a un metre de materials quaternaris llim-argilosos, i materials del substrat mesozoic, fonamentalment roques carbonatades i lutites en menor proporció.
- El gruix mig de terra vegetal estimat a l'emplaçament és d'uns 20cm.

La parcel·la d'ubicació de la depuradora té una vegetació típica mediterrània: pi blanc (*Pinus halepensis*), pi pinyoner (*Pinus pinea*), i alguns roures (*Quercus sp.*) i alzines (*Quercus ilex*). L'estrat arbustiu d'aquesta comunitat està format per llentiscle (*Pistacia lentiscus*), romaní (*Rosmarinus officinalis*), esparraguera (*Sparragus silvaticus*), etc.

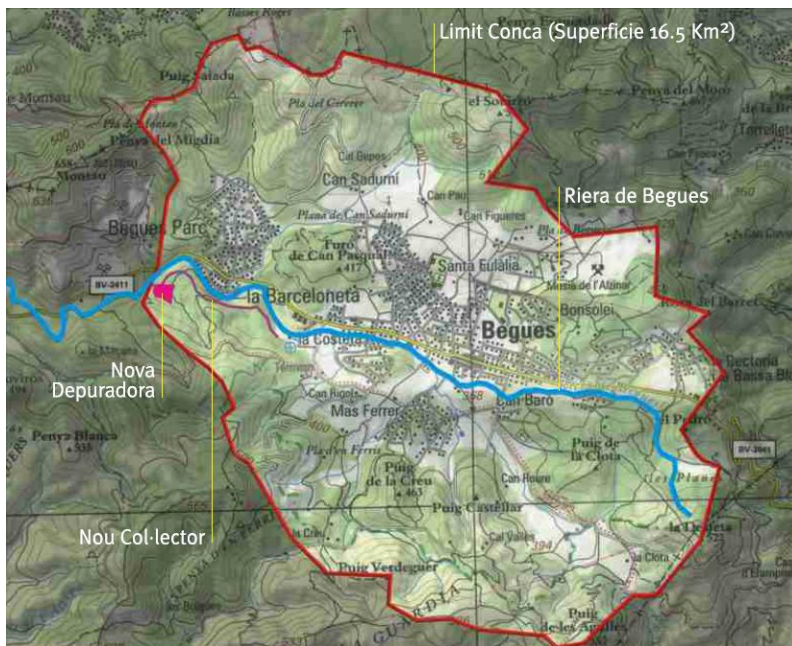


Figura 29: Delimitació de la conca de les Rieres del Garraf; 1:50000. Font: fitxa tècnica de la depuradora de Begues proporcionada per l'EMSSA.

Aquesta planta de tractament d'aigües, que únicament dona servei al municipi de Begues, forma part del servei de sanejament metropolità. L'Entitat del Medi Ambient presta el servei de sanejament (xarxa de col·lectors i depuradores) a 33 municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. La prestació del servei es realitza a través de l'Empresa Metropolitana de Sanejament SA (EMSSA) (veure taula 2).

L'Entitat Metropolitana dels Serveis Hidràulics i del Tractament de Residus (EMSHTR), habitualment coneguda com Entitat Metropolitana del Medi Ambient (EMMA) o Entitat del Medi Ambient (EMA), és una entitat local creada per la Llei catalana 7/1987, de 4 d'abril.

En l'àmbit territorial de l'EMMA, s'hi inclouen els municipis de Badalona, Badia del Vallès, Barberà del Vallès, Barcelona, Begues, Castellbisbal, Castelldefels, Cerdanyola del Vallès, Cornellà de Llobregat, el Papiol, el Prat de Llobregat, Esplugues de Llobregat, Gavà, l'Hospitalet de Llobregat, Molins de Rei, Montcada i Reixac, Montgat, Pallegà, Ripollet, Sant Adrià de Besòs, Sant Andreu de la Barca, Sant Boi de Llobregat, Sant Climent de Llobregat, Sant Cugat del Vallès, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern, Sant Vicenç dels Horts, Santa Coloma de Cervelló, Santa Coloma de Gramenet, Tiana, Torrelles de Llobregat i Viladecans.

La Llei 7/1987, de creació de l'Entitat Metropolitana, li atribueix competències en matèria d'obres hidràuliques i abastament d'aigua potable, de sanejament i evacuació d'aigües residuals, de tractament i aprofitament de residus municipals i de residus industrials no especials o inerts, i de coordinació dels serveis municipals corresponents.

Per altra banda, l'Empresa Metropolitana de Sanejament SA (EMSSA), empresa pública de l'EMA-AMB, gestiona el servei de sanejament en alta a l'àrea metropolitana de Barcelona, explotant i mantenint totes les infraestructures en servei:

- Xarxa de col·lectors en alta
- Estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR)
- Emissaris submarins
- Estacions de bombeig

La nova depuradora ha estat finançada per l'Agència Catalana de l'Aigua en el marc del PSARU (Programa de Sanejament d'Aigües Residuals Urbanes). Els fons gestionats per l'Agència provenen bàsicament de la recaptació del cànon de l'aigua.

CONSTRUCCIÓ I GESTIÓ	
Titular del servei	Entitat del Medi Ambient de l'Àrea Metropolitana (EMA)
Empresa explotadora	Empresa Metropolitana de Sanejament, SA (EMSSA)
Municipi	Begues
Municipis als quals dóna servei	Begues
Any de posada en marxa	2005

Taula 2: Taula resum de construcció i gestió. Font: pròpia en base a www.amb.cat.

La depuradora de Begues és una de les plantes de sanejament d'aigües residuals i pluvials més petites de l'EMA; amb el càlcul d'àrees de l'ICC s'obté una superfície de 9.900m², 1Ha aproximadament. Té capacitat per tractar només 1.200.000 litres per dia, l'equivalent a l'ús d'aigua de 7.000 habitants i les activitats econòmiques associades (habitants equivalents) i està connectada a la xarxa de clavegueram del municipi mitjançant un col·lector que transporta les aigües a tractar (veure taula 3).

Les aigües que tracten són residuals domèstiques i assimilables; aigües usades a llars, oficines, comerços, escoles i qualsevol altre espai on no s'hi aboquen contaminants especials.

DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ	
Funcions	Tractament de les aigües residuals i pluvials
Cabal de disseny	1.200m ³ /dia
Capacitat de tractament	7.000 habitants equivalents (hab-eq)
Superfície	1Ha
Tipus de tractament d'aigües	Biològic amb eliminació de nutrients
Tipus de tractament de fangs	Espessiment i deshidratació

Taula 3: Taula resum de disseny de la instal·lació. Font: pròpia en base a www.amb.cat.

Cal destacar que disposa d'uns sistemes de tractament avançats per a l'eliminació de nutrients, perquè el sistema de sanejament de Begues s'ubica a una zona protegida: el Parc Natural del Garraf. Per a complir aquest objectiu, 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.

A més, un altre tret distintiu és que funciona amb un alt grau d'automatització, mitjançant un sistema d'intel·ligència distribuïda o e-intel·ligència, que es controla des de la depuradora de Gavà-Viladecans (veure figura 30). És a dir, el control i govern del procés està directament controlat per diversos PLC (Controladors Lògics Programables) locals connectats a un sistema central. El sistema informàtic recull i emmagatzema la informació del procés i genera la informació necessària per a la gestió de la planta. Així, mitjançant el telecomandament es pot realitzar part de la gestió de la planta des de la depuradora de Gavà-Viladecans.

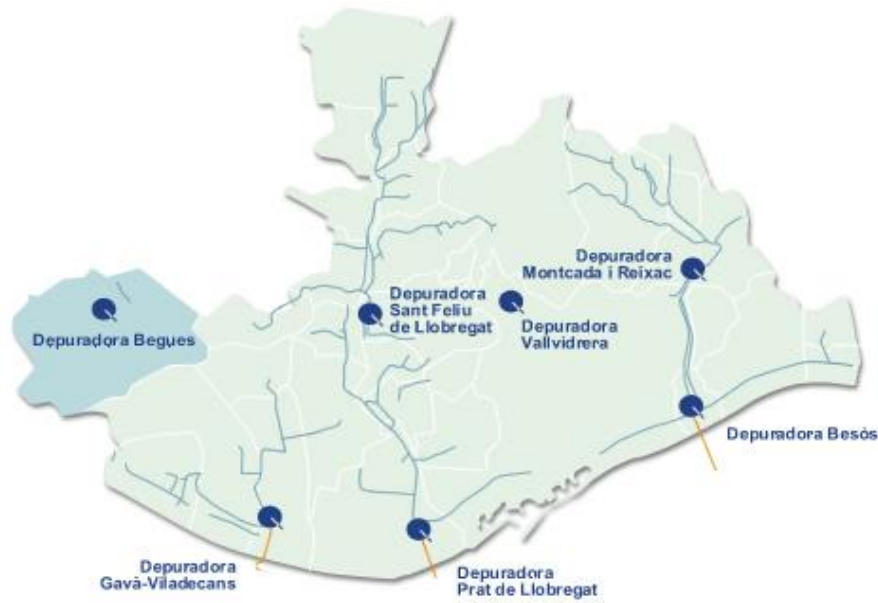


Figura 30: Situació de les depuradores de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Font: www.emssa.com.

- Procés de depuració

Com a elements singulars es pot destacar els diferents edificis de què disposa la planta (veure figura 31):

- Edifici de control (oficines, control, laboratori, taller, etc.).
- Edifici de pretractament.
- Reactor biològic i edifici de bufadors.
- Decantador.
- Centre de fangs.

Seguint el camí de l'aigua, passa primerament per una fase de **pretractament**, situada a l'entrada de la depuradora.

- Inicialment hi ha un pou de graves que permet la deposició dels elements pesants arrossegats (pedres i altres). A més, hi ha una cullera bivalva per extreure els sòlids fins a un contenidor.
- A continuació es troba l'etapa de desbast, on hi ha unes reixes de gruixuts que separa els sòlids superiors a 50mm i uns tamisos de fins, que separen els sòlids de mides superiors a 3mm. Existeix un tercer canal, amb la presència exclusiva d'una reixa de gruixuts, com a canal by-pass. Els residus separats per les reixes són enviats mitjançant cargols sense fi fins al contenidor a l'espera de la seva evacuació final de la planta.
- Finalment hi ha dos desarenadors rectangulars posats en paral·lel que permeten separar les sorres i els elements surants mitjançant l'agitació d'aigua amb la injecció d'aire. Protegeixen els elements mecànics de l'abrasió i l'excessiu desgast, redueixen la formació de dipòsits pesats a l'interior de les canonades, canals i conduccions i redueixen la freqüència de neteja dels reactors provocada per l'excessiva acumulació de sorres. Les sorres són recollides en un canal longitudinal que les condueixen fins on un pou.

Cal destacar que totes les instal·lacions que formen part del pretractament estan en un mateix edifici per tal d'estalviar espai i minimitzar l'impacte ambiental, principalment per les olors.

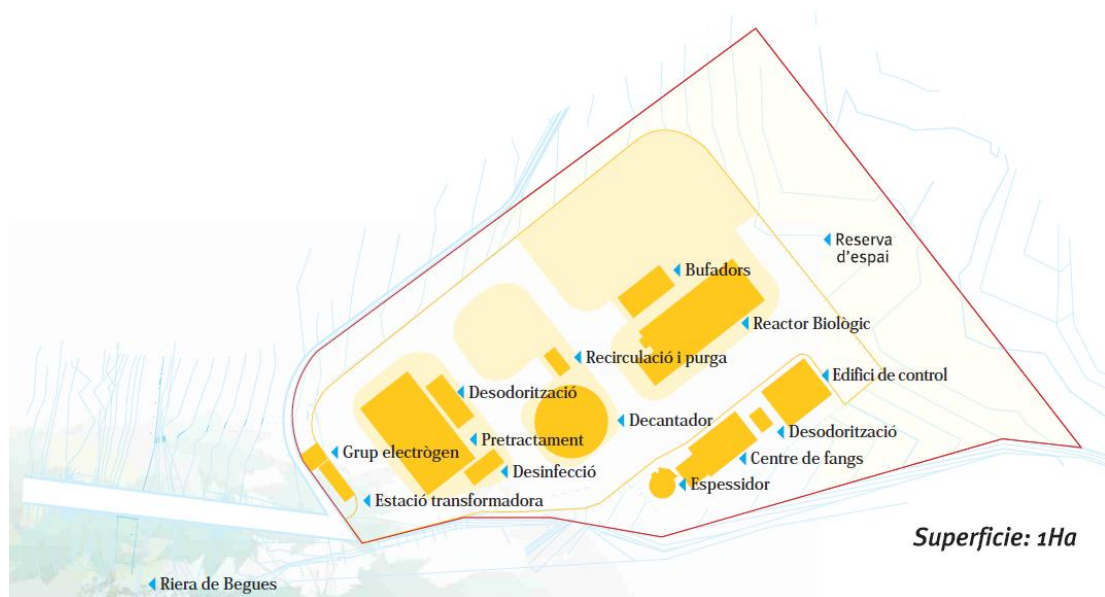


Figura 31: Situació de les diferents etapes de la depuradora de Begues. Font: fitxa tècnica de la depuradora de Begues proporcionada per l'EMSSA.

Atesa la major capacitat del pretractament ($500\text{m}^3/\text{h}$) amb relació al tractament biològic ($100\text{m}^3/\text{h}$), abans del bombament de l'aigua al reactor biològic, hi ha un sobreexidor que permet, fonamentalment en cas de pluja, abocar a la riera l'excés d'aigua pretractada.

La depuradora de Begues no té tractament primari ja que és habitual en plantes relativament petites pel fet de disposar de poc espai i de tractar unes aigües poc carregades; així que, 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 1.200m^3 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 diverses bacteris que degraden la matèria orgànica i eliminen els nutrients (fòsfor i nitrogen). S'ha de tenir en compte que com la riera de Begues és considerada com a una zona natural sensible, el tractament biològic incorpora l'eliminació de nutrients.

El reactor s'ha dimensionat per tal que es produeixi l'eliminació de DBO_5 i la nitrificació i desnitrificació fins als límits establerts en el projecte. La tipologia del reactor és de 5 etapes.

La primera etapa és anaeròbica i es barregen les aigües d'entrada amb el fang recirculat procedent del decantador, millorant el rendiment d'eliminació de fòsfor.

La segona etapa és anòxica i es produeix el procés de desnitrificació on la font de carbó utilitzada per garantir el procés és el propi substrat. Aquesta etapa està composta per dues zones per tal de garantir una mescla més homogènia del licor.

La tercera etapa és aeròbia i es produeix la reducció de la matèria carbonosa i la nitrificació. Aquesta primera zona òxica està completament airejada, la injecció d'aire es produeix

mitjançant difusors de membrana de bombolla fina. La primera zona d'aquesta etapa té una agitació mecànica que permet funcionar com a zona anòxica en cas que sigui necessari.

La quarta etapa és anòxica de nou i s'afavoreixen els mecanismes de desnitrificació sent la font d'electrons el carbó endogen.

Finalment, la cinquena etapa és aeròbia és relativament petita i s'utilitza per garantir l'eliminació del nitrogen gas abans d'arribar al clarificador.

Els avantatges que presenta aquest sistema són:

- La reducció del volum d'aire necessari per aconseguir la nitrificació i l'eliminació de la DBO₅.
- L'eliminació de la necessitat de fonts de carboni suplementàries necessàries per la desnitrificació.
- L'eliminació dels clarificadors intermitjos.

Tres bufadors són els encarregats de subministrar a través de difusors de membrana l'oxigen necessari per la degradació de la càrrega contaminant de disseny. Els bufants regulen l'oxigen de la bassa en funció de la consigna de les sondes d'O₂ dissolt, la regulació es realitza mitjançant variadors de freqüència que permeten optimitzar el règim de voltes de les màquines i per tant el consum de potència, en funció de la demanda d'oxigen dins el reactor biològic.

L'edifici dels bufadors es situa adjacent al reactor biològic.

Posteriorment, l'aigua passa al decantador circular, de 14m de diàmetre, on el fang generat en el reactor es separa de l'aigua. Aquest decantador està dotat d'un pont de rasquetes giratòries per la recollida dels fangs del fons i d'un sistema d'extracció d'escumes i flotants en superfície.

L'aigua residual que prové del reactor biològic entra per la campana central on es tranquil·litza i passa a la zona de floculació del decantador, on per sedimentació decanten les partícules i l'aigua ja clarificada surt per les entalles del vessador perimetral. Un deflector també perimetral evita que els flotants s'escapin cap a la sortida.

Els flotants i escumes separats són conduïts fins a la capçalera de planta. Els fangs decantats passen a un pou de bombament adjacent per la seva recirculació i purga del sistema. Comença doncs, l'etapa de **tractament de fangs**.

Part dels fangs decantats retornen al reactor per mantenir el procés biològic, i la resta es conduït a les instal·lacions de tractament del fang. S'ha de destacar, no obstant, que els fangs produïts en el tractament anterior són molts escassos.

L'essessiment dels fangs es fa per gravetat mitjançant un tanc circular de 4m de diàmetre. L'essessiment és un procediment que s'utilitza per augmentar el contingut de sòlids del fang, optimitzant el procés de deshidratació.

S'ha dissenyat amb una coberta, evitant l'emanació d'olors a l'ambient. Un sistema de rasquetes accionada amb motor reductor central manté una lenta agitació en el recinte. Seguidament hi ha un grup de bombament que envia els fangs fins el dipòsit d'emmagatzematge de fangs previ a la deshidratació.

El sistema de deshidratació de fangs instal·lat es basa en el condicionament de fangs amb polielectròlit i la decantació per centrifugació.

La instal·lació del condicionament de polielectròlit consisteix en tres dipòsits dotats d'electroagitadors. S'addiciona una solució mare al 0,3% de polielectròlit en pols.

La centrifugació mecànica s'utilitza per la separació de líquids de diferent densitat, obtenint així la deshidratació del fang. L'entrada de la matèria a la centrífuga, ve conduïda a l'interior del tambor a través del tub d'alimentació. La fase més sòlida, més pesada, es precipita contra les parets del tambor, i la fase líquida forma un anell de líquid concèntric. Per les obertures de sortida els líquids són tretts a l'exterior i la fase sòlida és arrossegada i expulsada a l'exterior.

Cal destacar que, tant l'addició de Cl_3Fe per l'eliminació del fòsfor, com l'addició de NaClO per la desinfecció de les aigües, com el sistema de desodorització amb biofiltres no es duen a terme a la depuradora de Begues. Tot i haver estat dissenyats, l'eliminació del fòsfor amb productes químics va ser considerada innecessària per part de l'ACA, ja que amb els reactors biològics ja s'eliminava un suficient percentatge com per a invertir en l'addició de productes químics. L'addició d'hipoclorit sòdic tampoc es duu a la pràctica perquè l'aigua no s'utilitza per finalitats antròpiques que requereixin d'aigua desinfectada. I, finalment, el sistema de desodorització de l'aire no s'utilitza perquè es necessita un consum energètic important i els gestors de la depuradora han optat per no fer-ne ús argumentant que no compensa la depuració de l'aire per evitar olors amb la inversió econòmica que s'ha de fer.

Tot el procés de tractament de la depuradora actual es pot veure clarament esquematitzat a la figura 32.

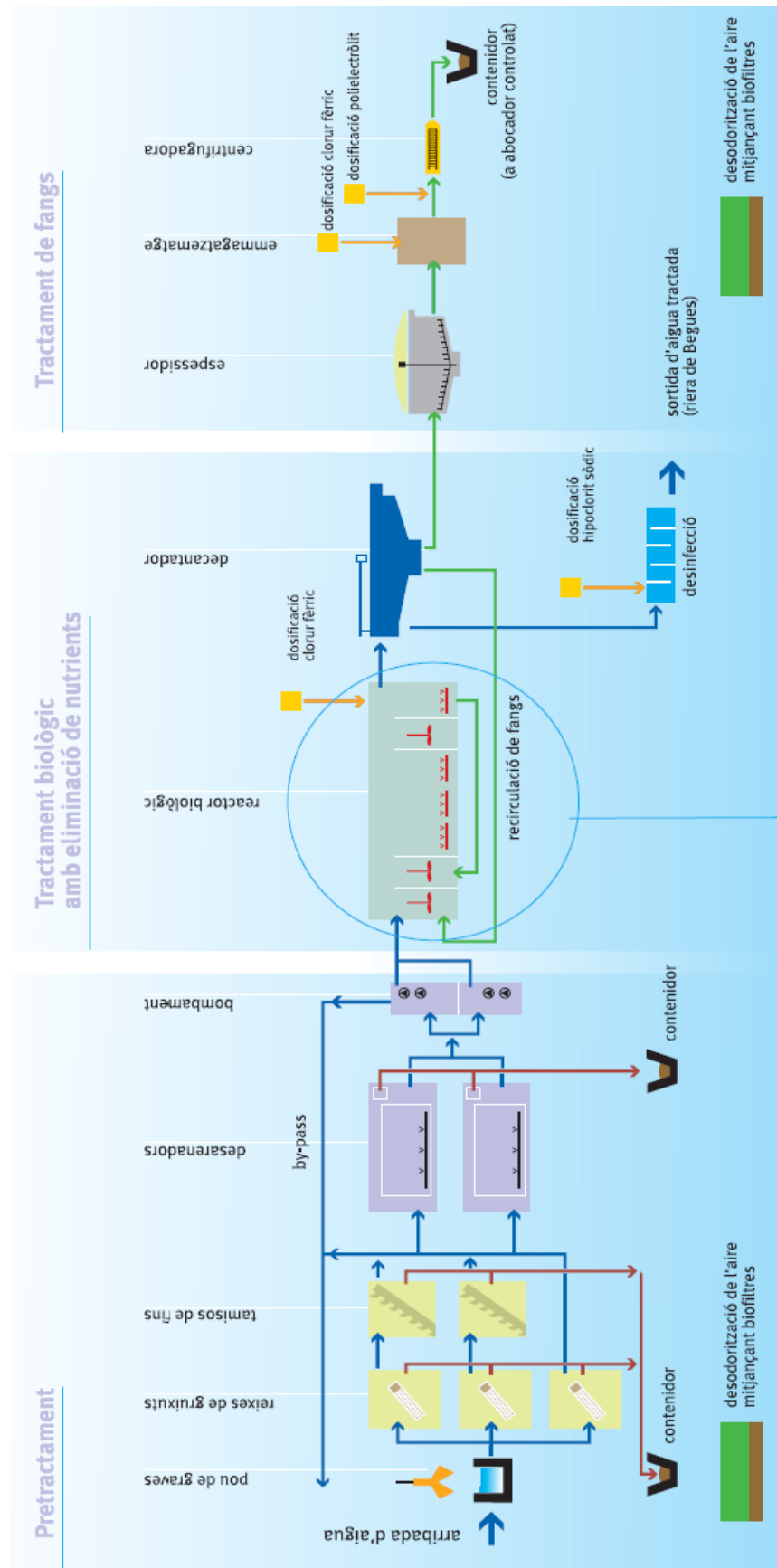


Figura 32: Esquema del procés de depuració. Font: fitxa tècnica de la depuradora de Begues proporcionada per l'EMSSA.

- Dades de disseny

Naturalesa de l'efluent:

Aigües residuals domèstiques sense tractament previ provinents de 7.000 habitants equivalents.

Cabal:

1.200 m³/dia.

Càrregues d'entrada:

- Promig DBO₅: 350mg/L
- Promig SS: 300mg/L
- Promig N Total: 75mg/L
- Promig DQO: 635mg/L
- Promig P: 12mg/L

Nivells de descàrrega requerits:

- Promig DBO₅: 25mg/L
- Promig SS: 35mg/L
- Promig N Total: 15mg/L
- Promig DQO: 125mg/L
- Promig P: 2mg/L

Col·lector:

Diàmetre: 1,0m i Longitud: 1.200m

Pretractament:

Cabal de disseny màxim: 500m³/h

Pou de graves: volum de 4,6m³ i cullera bivalva de 100L

Reixes de gruixuts: 3 unitats i pas de 50mm

Tamisos de fins: 2 unitats i pas de 3mm

Desarenadors: 2 unitats; volum de 21m³; aeració de difusió bombolla gruixuda (2 bufadors insonoritzats).

Bombament d'aigües residuals: volum del pou de 30m³ i potència de 2,5kW.

Tractament secundari:

Cabal de disseny màxim: 500m³/h

Reactor biològic: 29,8 x 11,2 x 5,0m; tipus de 4 etapes + zona prèvia anaeròbica; volum de 1.200m³; temps de retenció de 24h; aeració amb difusors tubulars i col·locats en graelles extraïbles, 3 bufadors insonoritzats, cabal d'aire 760m³/h; recirculació interna de 2 bombes de 300m³/h.

Decantador: circular de diàmetre 14m i profunditat de 4-6m.

Recirculació de fangs: 3 bombes de 37,5m³/h.

Tractament de fangs:

Edifici cobert, ventilat i desodoritzat.

Purga de fangs en excés: 2 bombes de 6m³/h.

Espressidor: circular amb rasquetes; diàmetre de 4m; profunditat 2-2,8m; volum de 32m³; temps de retenció de 3dies i concentració de sortida de 2%.

Emmagatzematge: dipòsit rectangular amb agitació; dimensions de 3,5m x 3m x 3m (37m³); temps de retenció de 3,5dies.

Deshidratació de fangs: centrifugadora de 2,7m³/h; sequedat dels fangs 18% m.s. i dosificació de polielectròlit.

El sistema s'activarà 5h al dia per poder tractar tots els fangs produïts.

Depuradora amb aiguamoll construït dissenyada

El sistema ha estat dissenyat per ARM i ARM Ibèrica.

S'ha de tractar un cabal de 1.200m³/dia d'aigües residuals domèstiques provinent del nucli urbà de Begues i una zona residencial més allunyada del nucli anomenada "Begues Park".

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. El secundari i el terciari 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.

- Dades de disseny

Els detalls del disseny es basen en l'informació proporcionada per l'empresa EMSSA. La naturalesa de l'efluent, el cabal, les càrregues d'entrada, els nivells de descàrrega requerits i el col·lector són els mateixos presos en la depuradora de Begues.

Amb totes aquestes dades s'arriba a la conclusió que el tractament adequat pel municipi de Begues és un tractament secundari i terciari, que segons el Reial Decret Llei 11/1995 és aquell tractament de les aigües residuals mitjançant un procés que inclogui un tractament biològic amb sedimentació secundària o un altre procés, en el que es respectin els requisits que s'estableixen reglamentàriament.

- Informe

Filosofia del disseny

El sistema ha estat dissenyat per tractar un cabal d'aigües residuals provinent d'un nucli urbà i una zona residencial de 7.000 persones equivalents.

Nucli urbà

Les vivendes es troben presents homogèniament en el paisatge del municipi amb petits nuclis més aïllats com "Begues Park" d'on també es tracten les aigües residuals.

Les aigües residuals domèstiques d'aquest municipi es tractaven directament a una depuradora antiga considerada obsoleta que no era capaç de dur a terme el tractament adequat de les aigües residuals i no estava preparada per l'increment de la població i de les aigües residuals produïdes pel municipi de Begues en un futur.

El disseny del sistema de tractament està basat en el flux i les càrregues de contaminants estàndard de les aigües residuals domèstiques i tindrà en compte la infiltració en l'extensa

xarxa de clavegueram. S'assumeix que aquest flux d'aigües residuals és lliure d'efluents industrials.

Objectiu de tractament de les aigües residuals

- La gamma de contaminants que inclou sòlids inorgànics i nutrients orgànics.
 - El rang de potencial de les concentracions de contaminants des dels nivells teòrics, típics i permesos.
 - El rang de potencial dels fluxos des dels nivells típics, teòrics i tenint en compte els fluxos de tempesta.
- El Disseny

La topografia i el relleu de la zona caracteritzen un descens fins a la riera. Aquest factor , junt amb el nivell inferior de la canonada d'entrada de les aigües residuals dictaminen el sistema de flux i el disseny del sistema de tractament.

Línia d'aigües:

Tots els fluxos d'aigües residuals es mesclaran en un sol punt, el col·lector, fent possible un efluent que fluirà per gravetat fins la planta de tractament.

Un cop arribin a la planta de tractament, les aigües residuals entraran per gravetat al pretractament on es retiraran els sòlids inorgànics. El pretractament es basarà en el processos de "screening"; és a dir, constarà de pous, reixes, tamisos i desarenadors.

Les aigües residuals un cop pretractades seran bombejades cap al tractament primari que constarà d'un sol decantador primari. Aquest sistema proporcionarà funcions d'equilibri, assentament i tractament dels sòlids en suspensió.

El cabal de sortida del decantador primari, es dividirà en dos efluents i cadascun entrarà per gravetat a un aiguamoll d'aeració forçada. Una vegada els dos efluents siguin tractats pels aiguamolls dissenyats, es mesclaran en una cambra específica d'on sorgirà un nou efluent que entrarà a l'últim aiguamoll d'aeració forçada.

Finalment, l'aigua tractada fluirà per gravetat des del reactor d'aiguamolls a través d'una cambra de mostreig i monitoratge fins la desembocadura a on es descarregarà directament a la riera de Begues. Aquests equips en línia de monitoratge seran localitzats a la cambra final.

Línia de fangs:

Els reactors d'aiguamolls poden emmagatzemar el fang que s'acumula en tota la superfície del llit. Bàsicament, no produeixen fangs a curt termini. La retirada de fangs i la neteja del substrat dels aiguamolls es farà cada 10 o 15 anys depenent del gruix de la capa de fangs acumulada en els llits. Tots els fangs que s'obtinguin es tractaran en una altre planta depuradora que contingui sistemes de compostatge, ja que en aquest disseny no valdria la pena invertir en sistemes de tractament de fangs secundaris per qüestió de buidatge cada 10 o 15 anys.

Per tant, la quantitat de fangs generada diàriament o anualment vindrà bàsicament deguda al tractament primari. Aquesta quantitat serà tractada amb els sistemes d'essessiment i deshidratació segons la mitjana de fangs produïts.

Els fangs deshidratats s'usaran per fer compost en altres estacions depuradores. L'aigua bruta que s'obtingui del tractament de fangs serà recirculada cap al inici de la planta i es combinarà amb el flux principal d'entrada al pretractament.

- Especificacions de components

Elèctrics i Mecànics

- Estacions de bombeig

Es requerirà d'una estació de bombeig que disposi les aigües residuals en un punt on el sistema pugui funcionar per l'acció de la gravetat, des del pretractament al tractament primari. L'estació de bombeig podrà ser amb equips estàndard o es construirà al mateix lloc. La bomba serà de 3 etapes i submergible capaç de bombejar el cabal de 1.200m³/dia.

La bomba tindrà una potència de 2,5kW i serà operada mitjançant interruptor de flotador i tindrà alarmes visuals a més d'estar connectada a una xarxa de telemetria que adverteixi de qualsevol mal funcionament.

La bomba de tractament de fangs (centrífuga) serà la mateixa que forma part del disseny de la depuradora de Begues actual i, per tant, tindrà el mateix cabal de sortida de fangs.

- Bufadors

Hi haurà tres bufadors que aportaran oxigen als aiguamolls. Cada aiguamoll tindrà un sistema d'aireació. Els bufadors estaran dintre de caixes a prova de soroll (antisonores).

Els bufadors seran de 3 etapes, hauran de tenir controls per a poder fer un ús alternatiu dels mateixos i alarmes visuals que adverteixin de qualsevol mal funcionament de l'equip. Els bufadors tindran un cabal de sortida d'aire de 13m³/min a 0,35 bar. Requeriran aproximadament una potència de 12kW. També podran ser connectats a la xarxa de telemetria per garantir la seva activació quan es requereixi; és a dir, quan la concentració de DBO₅ o amoníac sigui molt elevada a l'interior dels aiguamolls o quan la concentració d'oxigen dissolt sigui massa baixa.

- Monitorització en línia

El control dels nivells de contaminació de les aigües residuals durant tot el procés de depuració serà realitzat per diferents detectors situats a diversos punts determinats i connectats a una xarxa de telemetria que donarà la informació necessària per dur a terme una bona gestió de la planta. S'instal·laran detectors de flux magnètic a les canonades de sortida de la bomba i hauran de ser instal·lats a les estacions de bombeig i a la cambra final per mesurar els nivells de pH, oxigen dissolt i DQO finals de l'aigua tractada. S'instal·laran llums d'avertència visual que indicaran qualsevol mal funcionament de la bomba i dels bufadors.

- Font d'Alimentació

L'energia elèctrica serà proporcionada al lloc mitjançant fonts externes i es conduirà cap a una estació transformadora on s'instal·larà cablejat estàndard que anirà connectat a les bombes, als sistemes de pretractament, al motor del decantador primari, als bufadors i a l'equip de monitoratge.

Estructures

- Pretractament - "Screening"

El pretractament estarà basat en diferents processos on s'eliminaran els materials inorgànics que duguin les aigües residuals. Aquesta instal·lació es situarà dins d'un edifici per evitar olors indesitjables.

Constarà de les mateixes estructures amb idèntiques característiques a les establertes en el disseny de la depuradora actual de Begues: el pou de graves, el sistema de reixes i tamisos i els desarenadors rectangulars.

- Decantador primari

Seguidament al pretractament, l'aigua serà bombejada fins al decantador primari. La decantació primària, majoritàriament, elimina un 65% dels sòlids en suspensió. També proporciona una reducció de la matèria orgànica i conseqüentment una reducció de la DBO₅ de l'aigua residual. Aquesta estructura permetrà alliberar partícules sedimentables i flotants que no han pogut ser eliminades en el pretractament. Totes les partícules sedimentables precipitaran al fons del tanc i es retiraran per mitjà de rasquetes fins a la cambra d'abocament de fangs.

Aquesta etapa no estava present en el disseny de la depuradora actual però és necessària pel disseny de la instal·lació havent adoptat el sistema de tractament amb aigüamolls.

El decantador primari serà circular i constarà dels següents elements:

- Campana de repartiment: es situarà en el mig del decantador i repartirà l'efluent per la part superior del tanc. L'aigua residual es difondrà homogèniament pel tanc des del primer moment. En els tancs circulars on l'aigua entra pel centre s'aconsegueix un sistema de flux radial. L'aigua residual serà transportada al centre del tanc mitjançant una canonada que entri per sota de la solera del tanc. En la zona central, l'aigua residual passa per una campana circular dissenyada per distribuir el flux uniformement en totes direccions.
- Pont giratori: constarà d'un braç equipat amb rasquetes de superfície i de fons que girarà lentament, aproximadament a una velocitat de 120 m/h.
- Abocador de sortida: serà molt important pel funcionament correcte de la clarificació i caldrà dissenyar amb cura la seva anivellació.
- Deflectors: es col·locaran a l'entrada i sortida del tanc per aconseguir una bona repartició del cabal afluent i una retenció de substàncies flotants, greixos i escumes.

El decantador primari tindrà un diàmetre de 14m i profunditat de 4-6m. Es tracta d'una estructura de mida idèntica a la del decantador secundari de la depuradora actual de Begues perquè el cabal d'entrada és el mateix, tot i que la naturalesa dels fangs sigui diferent.

Es construirà elevat en el terreny de manera que les aigües puguin fluir per gravetat fins al sistema d'aigüamolls. D'aquesta manera s'hauran de fer menys excavacions en el sòl, fet que implica menys costos i menys impacte ambiental.

Si és necessari podrien afegir-se equips de dosificació de productes químics per permetre la floculació de diferents elements i així facilitar la sedimentació i eliminació de contaminants no desitjats com, per exemple, el fòsfor amb Cl₃Fe. Seria el cas estudiat, ja que el tractament terciari és necessari degut a abocar les aigües a la riera de Begues present en una zona

determinada legislativament com a sensible. La depuradora actual tracta el fòsfor en els reactors biològics via microbiana i, per tant, també és un objectiu del disseny amb aiguamolls.

- Tractament de fangs

Hi ha dos tipus de fangs:

- El fang primari, procedent de la primera decantació que sol tenir una concentració d'entre 3-8%. Habitualment la producció de fangs primaris és el 50% de la dels secundaris.
- El fang secundari o biològic, separat en la segona decantació que sol tenir una concentració menor que els primaris.

En el cas del disseny de la depuradora amb sistema d'aiguamolls, només caldrà fer el tractament de fangs primaris procedents de la primera decantació, ja que els secundaris queden retinguts dins els aiguamolls durant períodes de temps llargs. Així, en aquest cas, es tractaran, aproximadament, la meitat dels fangs que es tractaven en el disseny sense aiguamolls i seran de naturalesa diferent.

El fang primari passarà a un decantador específic, l'espessidor de gravetat, on es produirà una separació per densitat i la matèria més espessa caurà al fons del tanc per gravetat.

El dimensionament, però, es mantindrà igual. Això és perquè pel fet d'estar més dimensionat, el treball d'espessiment serà millor i si es fes una reducció de la mida únicament es podria estalviar aproximadament 1m de diàmetre.

En aquest cas, no obstant, el sistema s'activarà 2,5 hores al dia per poder tractar tots els fangs primaris produïts en el decantador primari, just la meitat del que s'activava en el cas de la depuradora existent.

Així, l'espessidor tindrà el mateix disseny que en l'EDAR actual de Begues: serà circular amb rasquetes, tindrà un diàmetre de 4m, una profunditat entre 2 i 2,8m i un volum de 32m³.

Posteriorment, la matèria sedimentada i extreta en el procés d'espessiment dels fangs haurà de passar per un sistema de centrifugació que permeti deshidratar aquests fangs i obtenir un llot amb una concentració de matèria seca més elevada. Les dades de disseny dels elements que formen part de la centrifugació són idèntiques a les del disseny de la depuradora actual.

Un cop els fangs siguin deshidratats s'abocaran en un contenidor que es buidarà quan sigui necessari en un abocador de fangs controlat i s'utilitzarà per fer compost en altres depuradores. L'aigua obtinguda de l'espessiment es combina directament amb les aigües residuals de l'inici de la depuradora.

- Aiguamolls construïts – “Reed Beds”

El reactor d'aiguamolls consistirà en tres llits (2-1) separats per pantalles o deflectors 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 (1m de profunditat de procés i 0,4 de profunditat d'espai lliure pel creixement vegetal i acumulació de fangs fins al nivell de superfície). El conjunt d'aiguamolls juntament amb l'espai de separació i accés serà d'aproximadament 75m x 80m, és a dir 6.000m².

Els diferents reactors s'excavaran i s'ompliran amb grava de la zona de diàmetres mitjans entre 5 i 8mm. La mà d'obra també serà local. S'utilitzarà una membrana de polietilè de baixa densitat i d'1mm d'espessor per formar una barrera impermeable amb el sòl circumdant. La membrana estarà protegida a ambdues bandes per una capa de geotèxtil de 250g.

El reactor d'aiguamolls estarà dividit en tres zones mitjançant pantalles o deflectors i el nivell de l'aigua en el reactor d'aiguamolls estarà controlat per un dispositiu localitzat en una cambra adjacent al mateix reactor. S'instal·larà un bufador i un sistema d'aeració en cadascun dels 3 aiguamolls dissenyats.

- Cambres

Estació de bombament: s'instal·larà allà on es requereix una força d'impulsió sobre les aigües per passar d'una etapa a una altra. Transportarà l'aigua residual des del pretractament fins al decantador primari. També es requerirà d'una altra estació per bombejar els fangs produïts cap al tractament de fangs.

Cambres de control de nivell: seran capaces de controlar el nivell de l'aigua dins l'aiguamoll.

Cambra de divisió i direcció de flux: tindrà la funció de dividir el flux d'entrada al reactor d'aiguamolls.

Cambra de combinació i direcció del flux: s'instal·larà per combinar els fluxos produïts pels dos aiguamolls principals i dirigir-los cap al tercer i últim aiguamoll dissenyat.

Cambra de mostreig i monitoratge: estarà situada després del sistema d'aiguamolls i servirà per avaluar l'estat de l'aigua després de ser tractada i abans de ser abocada a la riera de Begues. És la mateixa que hi ha en l'EDAR existent, adjacent a l'edifici de pretractament.

- Desembocadura

Es construirà una estructura de desaigua allà on es descarregui l'aigua tractada en la riera de Begues.

- Vies d'accés i circulació

Les vies d'accés i circulació seran construïdes mitjançant formigó estàndard, asfalt o camins de gespa natural.

- Tancat perimetral

El tancat perimetral serà construït mitjançant xarxes encadenades recobertes de plàstic dur, de mínim 2m d'altura, que estaran suportades per pals disposats a dos metres dels centres. S'instal·larà una porta d'accés mecànica per controlar l'entrada de vehicles a les instal·lacions.

A diferència del disseny de l'EDAR sense sistema d'aiguamolls, el tancament perimetral no reposarà sobre el terreny, sinó que es deixarà a una alçada de 20cm per tal de mantenir la permeabilitat de la fauna de la zona. Els aiguamolls construïts creen tot un seguit de beneficis auxiliars, entre tots ells la creació d'un hàbitat propi el que requereix d'una certa permeabilitat amb el parc natural del Garraf exterior.

INVENTARI DE LA DEPURADORA ACTUAL

Diagrama de flux

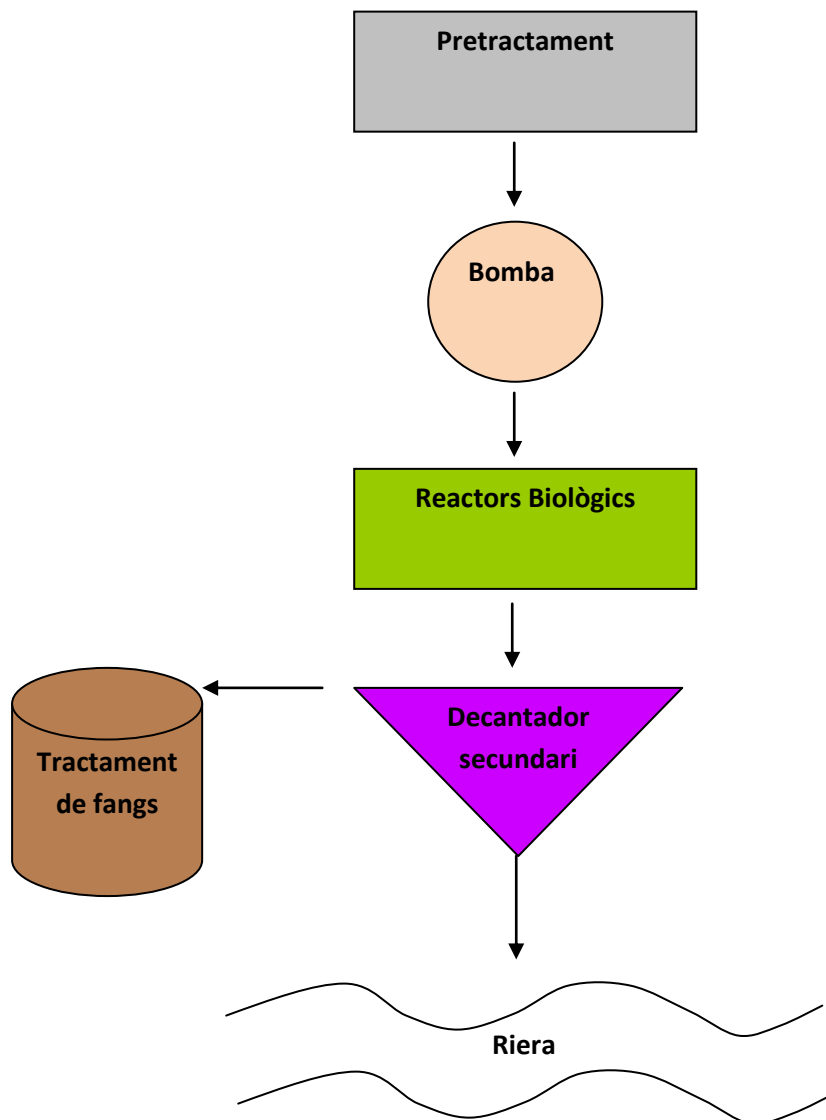


Figura 33: Diagrama de flux de la depuradora actual. Font: pròpia.

Dades de font pròpia.

Superfície



Figura 34: Ortofotomapa de la depuradora de Begues, 1:5.000. Font: www.icc.cat.

Analitzant l'espai únicament comprès dins la tanca perimetral s'obté que ocupa una superfície aproximada d'1Ha, 9.900m² més exactes, calculats amb l'eina de superfícies de l'ICC.

Fent un estudi de l'ocupació amb la mateixa eina de cadascuna de les etapes del procés de depuració s'obté el següent: l'espai destinat al pretractament és d'uns 655m², el destinat al decantador secundari és d'uns 195m², el destinat als reactors biològics és de 920m², el destinat a l'oficina de control és d'uns 180m², el destinat al tractament de fangs és d'uns 380m² i aquell destinat a l'espai de reserva per tal de poder acollir noves ampliacions davant la necessitat de tractar més cabal d'aigües residuals és d'uns 4.050m² aproximats (veure figura 35).



Figura 35: Ortofotomapa de la depuradora de Begues, àrees dins la tanca perimetral. 1:2.500. Font: www.icc.cat.

Tot i així, la superfície requerida per la instal·lació de la depuradora de Begues actual no només es limita per la tanca perimetral; s'ha de tenir en compte també, el camí d'accés principal i la resta d'expropiacions i servituds que limiten els marges de la zona.

Les afeccions que es van realitzar per a la instal·lació d'aquesta planta van ser les següents:

- Expropiacions: ocupa la zona del camí d'accés i la superfície ocupada per la depuradora incloent la reserva d'espai per a una ampliació futura (veure figura 36).



Figura 36: Ortofotomapa de la depuradora de Begues, expropiacions. 1:5.000. Font: www.icc.cat.

- Servitud: la superfície s'ha calculat considerant una franja d'1m d'amplada a cada banda del camí d'accés (veure figura 37).

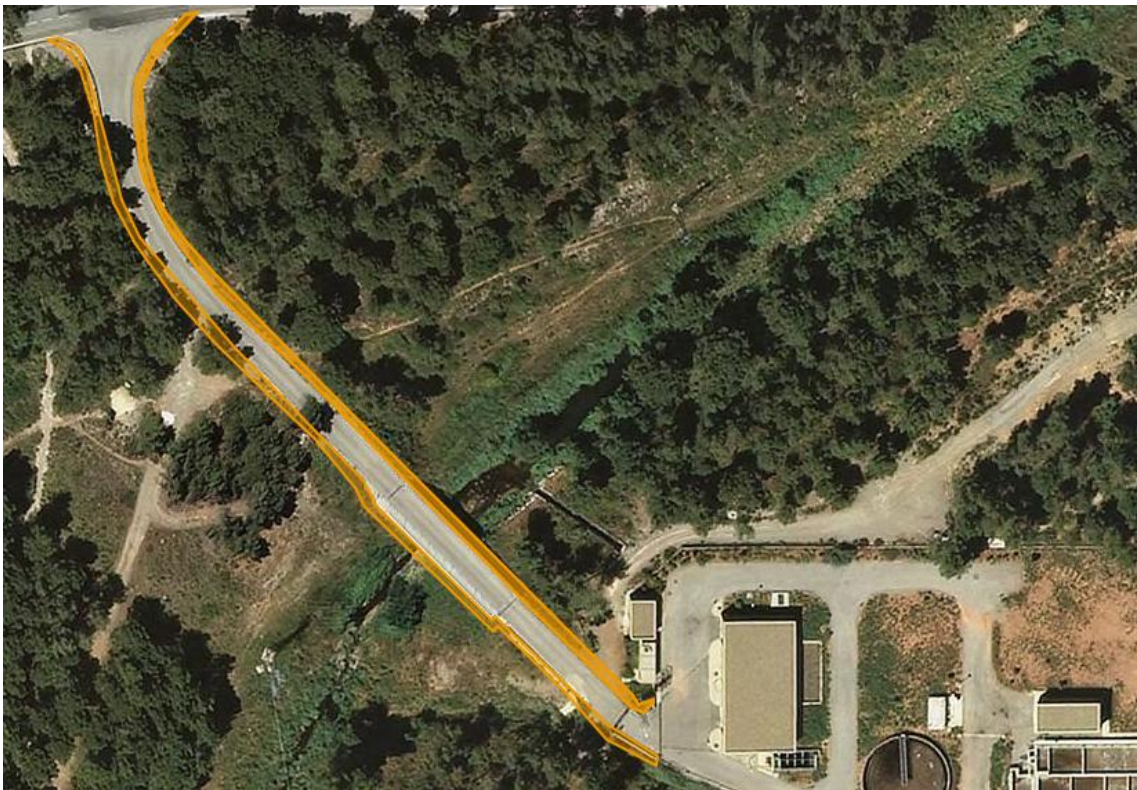


Figura 37: Ortofotomapa de la depuradora de Begues, servitud. 1:2.500. Font: www.icc.cat.

- Ocupació temporal: comprèn les superfícies definides considerant una franja de 4m per cada costat del camí d'accés en tota la seva longitud i una altra franja de 3m d'amplada seguint el perímetre de la depuradora (veure figura 38).



Figura 38: Ortofotomapa de la depuradora de Begues, ocupació temporal. 1:5.000. Font: www.icc.cat.

Les superfícies resultants són:

Afectació Zona Privada			Afectació Zona Pública	
Superfície Expropiació (m ²)	Superfície Servitud (m ²)	Superfície Ocupació Temporal (m ²)	Superfície Servitud (m ²)	Superfície Ocupació Temporal (m ²)
10.343,30	303,84	3010,70	44,19	554,67
Total en Zona Privada: 13.657,84m ²			Total en Zona Pública: 598,86m ²	
Total: 14.256,7m ²				

Taula 4: Superfície implicada en la instal·lació de la depuradora de Begues. Font: pròpia.

Es destaca la diferència entre zona privada i pública perquè el tram que passa sobre la llera de la riera de Begues és d'afectació pública i, per tant, la servitud i l'ocupació temporal s'han de diferenciar de la zona privada.

Quant als serveis a la depuradora:

- Electricitat i telefonia: El traçat es va realitzar pel camí d'accés a l'EDAR. No tenien, per tant, afeccions suplementàries.
- Aigua potable: Agbar va ser partidària de fer el traçat per la carretera de Begues a Avinyonet i pel camí d'accés a l'EDAR, sense afeccions suplementàries.

Per tant, la superfície total que ocupa la depuradora actual de Begues és de 14.256,7m², 1,43Ha.

Dades obtingudes de la memòria del projecte Millora del sanejament d'aigües residuals al municipi de Begues, Projecte constructiu de la nova depuradora i font pròpia.

Consum energètic

- **Consum total** = 750kWh/dia
- Aeració: 61% del consum total

Hi ha 3 bufadors a la planta, però només es posa en funcionament 1 perquè no és necessita més aeració; amb 1 s'aconsegueix l'efectivitat desitjada.

Potència del bufador = 19kW

Consum del bufador = 19kW · 24h = 456kWh/dia

- Deshidratació: 10% del consum total

Potència de la centrífuga = 15kW

Consum de la centrífuga = 15kW · 5h = 75kWh/dia

- Elevació: 8% del consum total

Potència de la bomba = 2,5kW

Consum de la bomba = 2,5kW · 24h = 60kWh/dia

- Altres consums: 21% del consum total

Consum de:

- Pretractament
- Agitadors dels reactors anòxic i anaeròbic
- Bomba de recirculació interna-externa
- Rotació de les rasquetes del decantador secundari i de l'espessidor
- Altres

= 159kWh/dia

Dades proporcionades pel director de la depuradora de Begues, en Josep Gassó.

Antiga depuradora: 2002	ENERGIA ELÈCTRICA		
	Consum (kWh)	Total	Consum (kWh/m³) Específic
Gener	12.326		0,48
Febrer	11.364		0,59
Març	12.376		0,47
Abril	12.280		0,34
Maig	12.974		0,37
Juny	11.901		0,48
Juliol	12.604		0,59
Agost	12.095		0,45
Setembre	11.568		0,49
Octubre	12.206		0,40
Novembre	11.425		0,39
Desembre	12.479		0,36
TOTAL	145.598		-
PROMIG	12.133		0,45

Taula 5: Consum energètic de l'antiga depuradora, 2002. Font: taules de registre de l'EDAR antiga de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Antiga depuradora: 2003	ENERGIA ELÈCTRICA		
	Consum (kWh)	Total	Consum (kWh/m³) Específic
Gener	12.622		0,42
Febrer	11.427		0,43
Març	12.154		0,34
Abril	8.349		0,41
Maig	11.185		0,43
Juny	11.085		0,46
Juliol	11.477		0,44
Agost	11.568		0,45
Setembre	11.064		0,45
Octubre	11.340		0,41
Novembre	11.033		0,36
Desembre	12.622		0,42
TOTAL	135.926		-
PROMIG	11.327		0,42

Taula 6: Consum energètic de l'antiga depuradora, 2003. Font: taules de registre de l'EDAR antiga de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Depuradora actual: 2005	ENERGIA ELÈCTRICA	
	Consum Total (kWh)	Consum Específic (kWh/m ³)
Gener	30.497	1,28
Febrer	26.874	1,07
Març	28.136	1,09
Abril	27.410	1,19
Maig	29.468	1,15
Juny	28.382	1,13
Juliol	28.199	1,1
Agost	23.023	0,9
Setembre	22.111	0,77
Octubre	24.288	0,83
Novembre	30.752	0,94
Desembre	33.317	1,31
TOTAL	332.457	-
MITJANA	27.205	1,06
MÀXIM	33.317	1,31
MÍNIM	22.111	0,77

Taula 7: Consum energètic de la depuradora actual, 2005. Font: taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Depuradora actual: 2008	ENERGIA ELÈCTRICA	
	Consum Total (kWh)	Consum Específic (kWh/m ³)
Gener	22.899	0,77
Febrer	21.701	0,69
Març	23.655	0,84
Abril	23.206	0,85
Maig	21.558	0,49
Juny	19.866	0,57
Juliol	20.787	0,68
Agost	20.766	0,74
Setembre	20.495	0,72
Octubre	20.014	0,63
Novembre	19.953	0,62
Desembre	21.533	0,58
TOTAL	256.433	-
MITJANA	21.369	0,68
MÀXIM	23.655	0,85
MÍNIM	19.866	0,49

Taula 8: Registre d'energia elèctrica consumida per la depuradora de Begues, 2008. Font: taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Depuradora actual: 2009	ENERGIA ELÈCTRICA	
	Consum Total (kWh)	Consum Específic (kWh/m ³)
Gener	22.481	0,48
Febrer	17.607	0,44
Març	24.739	0,71
Abril	20.989	0,52
Maig	19.892	0,71
Juny	20.154	0,73
Juliol	21.975	0,73
Agost	20.998	0,82
Setembre	19.244	0,78
Octubre	20.793	0,73
Novembre	20.540	0,79
Desembre	20.846	0,66
TOTAL	250.258	-
MITJANA	20.855	0,68
MÀXIM	24.739	0,82
MÍNIM	17.607	0,44

Taula 9: Registre d'energia elèctrica consumida per la depuradora de Begues, 2009. Font: taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Dades proporcionades per l'EMSSA.

Integració en el medi

La integració en el medi de la depuradora s'estudia principalment avaluant els impactes ambientals que suposa la fase d'obra i explotació del projecte constructiu. Una vegada identificats i avaluats segons el seu grau d'importància (nul, compatible, moderat, sever i crític) es proposen i es realitzen un seguit de millores per tal de minimitzar-los o, sempre que es pugui, eliminar-los completament. Consultant el projecte constructiu de la depuradora actual i analitzant l'estudi d'impacte ambiental que es va fer com a part obligatòria del mateix document, s'ha realitzat la taula 10 en la que es resumeix quina va ser la identificació d'impactes i l'avaluació dels mateixos per part dels experts.

MEDI AFECTAT	IMPACTE	FASE
ATMOSFERA	Increment de les partícules en suspensió i altres contaminants derivats de la utilització de maquinària pesant durant la realització d'obres. <i>Moderat</i>	Obra
	Problemes d'abocaments dels materials i residus transportats a les vies i accessos. <i>Moderat</i>	Obra

ACÚSTICA	Augment dels nivells sonors (continus i puntuals) degut a l'ús de maquinària pesada pel moviment de terres i el transport de materials. <i>Compatible</i>	Obra
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Generació de residus (olis, greixos, formigó, llots de perforació, etc.) que són potencialment generadors d'impactes. <i>Moderat</i>	Obra
HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA	Generació de residus (olis, greixos, formigó, llots de perforació, etc.) que són potencialment generadors d'impactes. <i>Moderat</i>	Obra
GEOLOGIA I GEOMORFOLOGIA	Moviment de terres. <i>Moderat</i>	Obra
	Trànsit de camions. <i>Moderat</i>	Obra
EDAFOLOGIA	Generació de residus (olis, greixos, formigó, llots de perforació, etc.) que són potencialment generadors d'impactes. <i>Moderat</i>	Obra
	Pèrdua de terra vegetal en les zones d'afectació de la depuradora (6m al voltant del seu perímetre) i 3m a banda i banda del camí d'accés. <i>Moderat</i>	Obra
FAUNA	Destrucció directa de la fauna edàfica, invertebrats amb reduïda capacitat de mobilitat o fases larvàries. <i>Moderat</i>	Obra
	Molèsties a la fauna present a la zona a conseqüència de sorolls i per l'augment de la freqüentació humana. <i>Moderat</i>	Obra
	Afecció a la fauna associada als ambients forestals i fluvials. <i>Moderat</i>	Obra
VEGETACIÓ	Afecció a la vegetació existent en la zona d'obres i voltants, especialment a la zona d'emplaçament i a la zona propera a la Riera de Begues. <i>Moderat</i>	Obra
	Desaparició de la vegetació de pinàcies que existeix a la zona d'emplaçament. <i>Moderat</i>	Obra
PAISATGE	Alteracions paisatgístiques degudes a la desaparició de la vegetació de la zona i la ubicació de la depuradora. <i>Moderat</i>	Obra Explotació

Taula 10: Impactes ambientals que suposa la presència de l'EDAR actual. Font: informe ambiental del projecte Millora del sanejament d'aigües residuals al municipi de Begues, Projecte constructiu de la nova depuradora.

Mesures correctores proposades al projecte i dutes a terme

- Atmosfera

Per reduir les partícules en suspensió es va realitzar un reg periòdic per tal de reduir al màxim les emissions de pols i partícules a l'atmosfera.

També s'utilitzà maquinària en bon estat i així que les emissions siguin menors.

La localització dels acopis de materials es va situar en zones resguardades dels vents o, en els casos que eren necessaris, protegits amb malles, sobretot amb els materials fàcilment dispersables.

Es va minimitzar el temps entre les operacions de moviments de terres i les operacions a realitzar.

Finalment, es van utilitzar malles per tal de tancar el material i els residus transportats i així evitaven l'abocament sobre els accessos o vies de circulació.

- Acústica

Es va evitar les obres en horaris nocturns com a mesura preventiva.

També es van revisar els sistemes silenciadors de la maquinària i es va vetllar perquè l'emissió del soroll no superés en cap moment els nivells màxims permesos per la normativa vigent.

- Hidrologia superficial

S'evitaren abocaments dels residus generats establint un sistema de gestió dels residus generats en l'obra segons el que estableix la llei 6/1993 del 15 de juliol. Les prioritats eren impedir l'abocament d'olis i greixos al netejar els motors, col·locar barreres per retenir els sediments durant l'obra, utilitzar basses de decantació i formular plans i mesures d'emergència pels abocaments accidentals.

S'evitaren, també, l'emplaçament de la maquinària, les zones d'acopis, les plantes formigoneres, etc. prop de zones fluvials.

- Hidrologia subterrània

S'evità l'abocament dels residus generats de la mateixa manera que en el cas anterior.

- Geologia i geomorfologia

Com els materials remoguts són calcaris i dolomies es van vendre pel seu reaprofitament.

Es van definir zones d'acopi i d'extracció, degudament legalitzades i amb un programa de restauració.

Es va crear una bona xarxa de camins de servei, controlant que l'amplada fos la mínima possible.

Es va revegetar i restaurar els accessos provisionals fins aconseguir les condicions inicials.

- Edafologia

S'evità l'abocament dels residus generats de la mateixa manera que en els casos d'hidrologia superficial i subterrània.

Es van aprofitar els primers 20-30cm del sòl (horitzó A) i posterior acopi en piles d'alçada màxima de 2m.

Es va evitar la compactació de la terra pel pas de la maquinària i la barreja amb altres horitzons.

Finalment, es dugué a terme tasques de manteniment per a conservar les característiques d'oxigenació, adobament, etc.

- Fauna

La restauració de la vegetació va ajudar a desenvolupar la fauna terrestre associada.

S'exigí un bon funcionament de la maquinària tenint cura durant l'època de la reproducció.

- Vegetació

Durant les obres es van regar els camins de circulació així com les zones afectades pels treballs que poguessin produir l'increment de partícules de pols i indirectament afectar la vegetació del voltant.

Es va revegetar la zona que envolta la depuradora amb vegetació autòctona, amb plantació de sureres (*Quercus suber*), romaní (*Rosmarinus officinalis*) i arboç (*Arbutus unedo*).

Es va definir prèviament la zona d'actuació, amb cura de no envair els camps amb les piles de terres que es formaven durant el decurs de les obres.

- Paisatge

Es va revegetar al voltant de la depuradora amb la utilització d'espècies presents a la zona d'estudi i que fossin autòctones, per tal de disminuir l'impacte visual.

Finalment, es pintà la tanca de l'entorn de l'emplaçament de color verd i així disminuir també l'impacte visual.

Dades obtingudes de l'informe ambiental del projecte Millora del sanejament d'aigües residuals al municipi de Begues, Projecte constructiu de la nova depuradora.

INVENTARI DE LA DEPURADORA AMB AIGUAMOLLS CONSTRUÏTS

Diagrama de flux

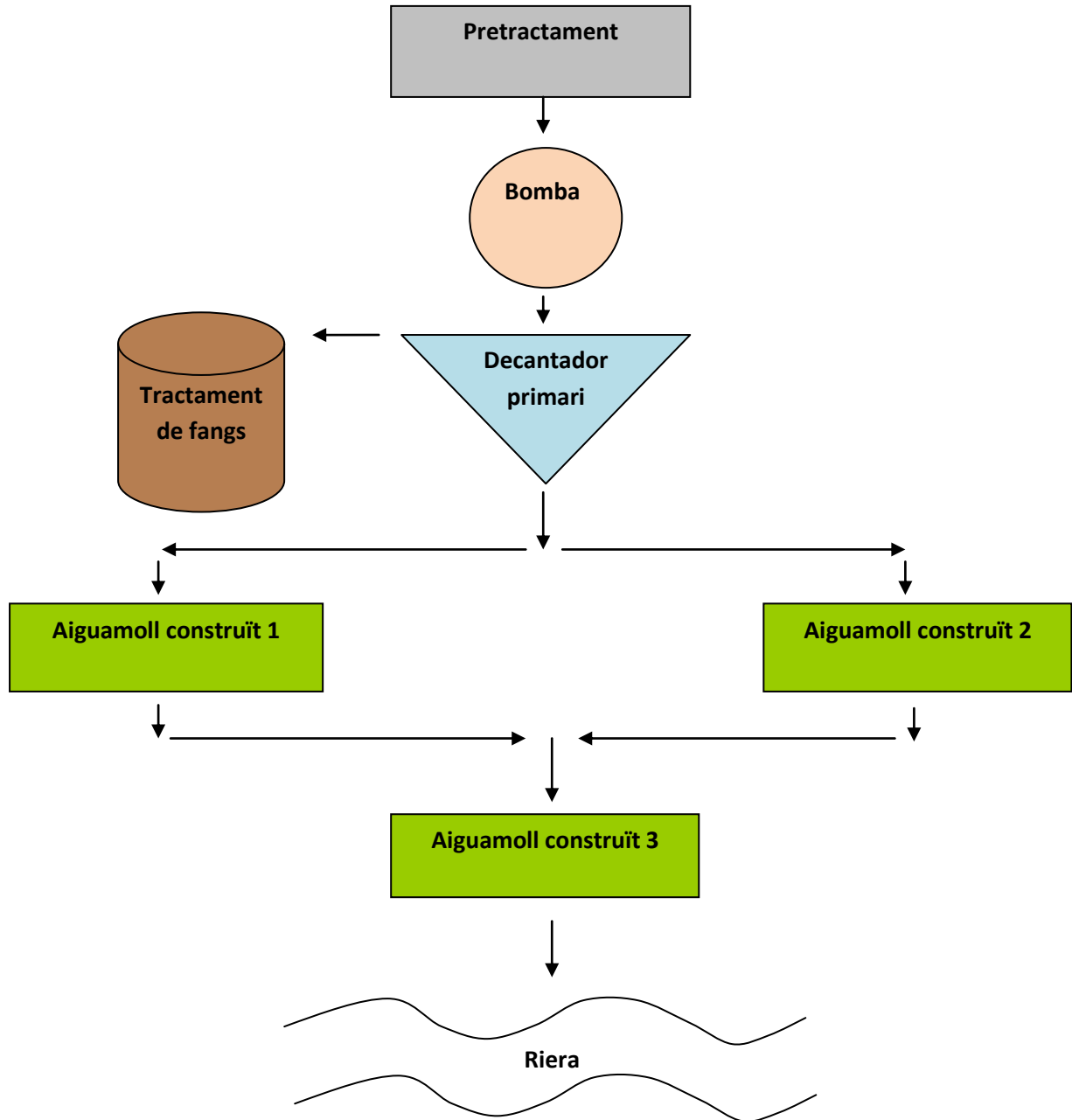


Figura 39: Diagrama de flux de la depuradora amb aiguamolls construïts.

A.R.M. i font pròpia

Superfície

Cada aiguamoll d'aeració forçada té una extensió de 20m d'amplada x 70m de longitud.

Superfície d'1 aiguamoll construït FBA = $20\text{m} \cdot 70\text{m} = 1.400\text{m}^2$

Superfície dels 3 aiguamolls construïts FBA = $1.400\text{m}^2 \cdot 3 = 4.200\text{m}^2$

Tot i així, el requeriment de superfície global del sistema de "reed bed" és de 75m x 80m, tenint en compte no només les parcel·les d'aiguamoll, sinó també els marges perimetrals i les vies d'accés entre elles proposats per ARM, per tant tota l'etapa de tractament secundari i terciari: $75\text{m} \cdot 80\text{m} = 6.000\text{m}^2$

Quant a les altres etapes i edificis corresponents, es mantindran les mateixes. Es requereix d'un pretractament que pot ser la mateixa instal·lació, d'un tractament de fangs que també pot ser la mateixa, l'oficina de control es pot mantenir i el que era llavors el decantador secundari funcionarà ara com a tractament primari, el decantador primari. Tot i així, caldrà fer una reestructuració de les instal·lacions per tal d'optimitzar l'espai disponible dins la tanca perimetral.

A més, es consideraran la mateixa ocupació que en el cas de la depuradora actual quant a les zones d'expropiació, de servitud i d'ocupació temporal, així com els serveis d'electricitat i telefonia i aigua potable.

A.R.M. i font pròpia

Consum energètic

- **Consum total** = 669,5kWh/dia
- Aeració dels aiguamolls construïts: 65% del consum total

La potència energètica de cada aiguamoll d'aeració forçada (FBA) de 20m x 70m és de 12kW.

Potència total dels 3 aiguamolls construïts = $3 \cdot 12\text{kW} = 36\text{kW}$

Consum dels aiguamolls construïts = $36\text{kW} \cdot 12\text{h} = 432\text{kWh/dia}$

S'assumeix, sobredimensionant, un funcionament dels bufadors de 12 hores diàries ja que el sistema operarà amb una detecció connectada a la xarxa de telemetria que garantirà la seva activació quan la concentració de DBO_5 o amoníac sigui molt elevada a l'interior dels aiguamolls o quan la concentració d'oxigen dissolt sigui massa baixa.

- Deshidratació: 6% del consum total

Per la deshidratació i adoptant el mateix model de tractament de fangs ja existent en la depuradora actual:

Potència de la centrífuga = 15kW

Consum de la centrífuga = $15\text{kW} \cdot 2,5\text{h} = 37,5\text{kWh/dia}$

S'activarà 2,5 hores al dia (la meitat que en el cas existent) per poder tractar tots els fangs primaris perquè s'assumeix una producció de fangs d'aproximadament la meitat de fangs secundaris que es produeixen en la depuradora actual.

- Elevació: 9% del consum total

Adoptant el mateix model d'elevació d'aigües ja existent en la depuradora actual:

Potència de la bomba = 2,5kW

Consum de la bomba = $2,5\text{kW} \cdot 24\text{h} = 60\text{kWh/dia}$

- Altres consums: 20% del consum total

Consum de:

- Pretractament
- Bomba de recirculació interna-externa
- Rotació de les rasquetes del decantador primari i de l'espessidor
- Altres


= 140kWh/dia

S'ha de tenir en compte que ja no es comptabilitza l'energia per l'agitació dels reactors anòxic i anaeròbic pel fet de no estar presents en aquest disseny.

A.R.M. i font pròpia

Integració en el medi

La instal·lació d'una planta de tractament amb un sistema de "reed bed" comporta una sèrie d'impactes ambientals que afecten a l'emplaçament i al seu entorn. ARM té una taula d'identificació i avaluació d'un seguit d'impactes generals característics d'aquests sistemes produïts durant la fase d'obra (veure taula 11).

					
EIA Nº.	<input type="text"/>	Data:	<input type="text"/>	Escrit per:	<input type="text"/>
FASE	<input type="text" value="Fase d'obra"/>				

Exemples de Perills Comuns:

Vessaments d'olis	X	Altres fugues de la instal·lació	X	Fuga de gas		Enderrocs/Deixalles	X	Fauna silvestre en perill	
Vessaments Químics		Escapament d'aigües residuals	X	Aixecament de pols	X	Contaminació del sòl	X	Escorrentia superficial	X

Comentari

Adicional:

Perills Significants:	Àrea de Risc	Probabilitat 1 a 3	Severitat 1 a 3	Risc 1 a 9
		(1=baixa, 3=alta)	(1=baixa, 3=alta)	(= probabilitat x severitat)
1. Vessaments d'olis	Sòl	2	3	6
2. Altres fugues de la instal·lació	Sòl	2	3	6
3. Enderrocs / Deixalles	Entorn	3	2	6
4. Aixecament de pols	Entorn	3	2	6
5. Contaminació del sòl	Sòl	2	3	6
6. Escapament d'aigües residuals	Sòl	2	2	4
7. Escorrentia superficial	Hidrologia	2	2	4

S'ha de donar prioritat als perills on hi hagi persones en risc, on la probabilitat o severitat siguin elevades. S'ha d'incloure qualsevol control que redueixi els riscos dels perills significants.

Mesures de Control:	Àrea de Risc	Probabilitat 1 a 3	Severitat 1 a 3	Risc 1 a 9
		(1=baixa, 3=alta)	(1=baixa, 3=alta)	(= probabilitat x severitat)
1. Olis ben etiquetats i dotats de mesures protectores pels seus vessaments	Sòl	1	3	3
2. Subministrar cubetes de goteig i sistema de drenatge	Sòl	1	3	3

3.	Assegurar-se que tots els materials i residus són dipositats en els seus contenidors específics. A més, hi ha d'haver contenidors suficients i ben etiquetats	Entorn	2	2	4
4.	Totes les màquines han de tenir el certificat de legalitat i bon funcionament i ser revisades abans de posar-se en marxa. Les excavacions han de ser inspeccionades per una persona competent, a l'inici de cada torn o després d'alguna modificació significativa.	Entorn	2	2	4
5.	Disponibilitat d'un pla d'actuació davant vessaments i accidents incontrolats	Sòl	1	3	3
6.	Assegurar l'eliminació d'aigües residuals abans de començar el treball de construcció	Sòl	1	2	2
7.	Assegurar-se que el sòl no té excessiva humitat per evitar escorrentia en l'agitació de la terra	Hidrologia	1	2	2
Nom del supervisor a aquesta Declaració de Medi Ambient.					
<i>Altres notificacions:</i>					

Taula 11: Identificació i avaluació qualitativa d'impactes GENERALS d'una planta de tractament amb sistema de "reed bed". Font: A.R.M.

Quant a la fase d'exploació, ARM no disposa d'una taula d'identificació i avaluació d'impactes general com l'anterior ja que considera que la planta de tractament d'aigües residuals amb un sistema secundari/terciari d'aiguamolls no té quasi bé impactes ambientals. Això és perquè es duu a terme un control, manteniment i vigilància *in-situ*, de manera que els petits impactes que podrien esdevenir d'aquest sistema s'eliminen completament.

De totes maneres, fent una pròpia avaluació de la zona tot prenent de referència els impactes identificats en el projecte constructiu de la depuradora ja existent i tenint en compte les modificacions que hi poden haver degut a ser un altre tipus d'instal·lació amb un sistema d'aiguamolls, els impactes que s'han identificat pel cas estudiat en aquest projecte són els següents:

- Impactes generats a la fase d'obra de l'EDAR amb sistema de "reed bed"
 - Contaminació atmosfèrica per augment principalment dels sòlids en suspensió com a conseqüència dels moviments de terra, les tasques d'extracció de materials i el transport d'aquests.
 - Contaminació de l'aigua, tant superficial com subterrània, per vessaments o per infraestructures necessàries per la construcció.
 - Alteració de la vegetació, de la fauna i dels usos del sòl en la zona d'obres i voltants. Eliminació d'individus, canvis en el seu hàbitat, etc.
 - Contaminació del sòl i modificacions en l'estructura del mateix fruit dels moviments de terra i extracció de materials i possibles vessaments.
 - Alteració paisatgística per l'aparició de casetes, pistes i deposició de materials d'obra.
 - Soroll procedent tant d'instal·lacions de l'obra com de la circulació de camions.

- Impactes generats a la fase d'exploració de l'EDAR amb sistema de "reed bed"
 - Alteració dels costums i hàbits de les aus.
 - Producció de llots resultants del procés de depuració.
 - La presència de la infraestructura projectada pot produir un impacte sobre el paisatge.
 - Presència de sorolls pel funcionament dels equips que componen l'EDAR.
 - Males olors.

A.R.M. i font pròpia