



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Manresa



TREBALL DE FI DE GRAU GRAU EN ENGINYERIA QUIMICA

DIMENSSIONAT D'UNA EDAR

Autor: Mireia Ferrer Pladellorens

Director: Sergi Grau

Convocatòria: Juliol 2023

AGRAÏMENTS

Una especial menció a Aigües de Manresa per donar-me l'oportunitat de fer un treball com aquest, en concret a l'Albert Camarena i a la Laura Isla pel seu suport incondicional durant del treball.

També al meu tutor Sergi Grau, qui en tot moment ha estat disposat a ajudar i a vetllar pel bé del projecte, malgrat les dificultats presentades.

Finalment, vull agrair a la meva família per estar present en totes les etapes de la meva vida i ajudar-me a aconseguir les meves metes.

RESUM

A causa de la gran sequera que està patint Catalunya aquests darrers anys, les normatives sobre la gestió de l'aigua cada vegada són més restrictives i obliga a tots aquells petits municipis, que fins ara abocaven directament al riu, a autogestionar-se la seva aigua residual, instal·lant una estació depuradora. Aquest és el cas del petit poble de Marganell, situat a la falda de Montserrat.

El present projecte pretén definir tots els conceptes fonamentals sobre depuració d'aigües, conjuntament amb totes les tecnologies existents, inclús per aquells municipis més petits. Donar una pinzellada de la present normativa, tant l'estatal com l'autonòmica.

Amb l'objectiu de poder dissenyar una depuradora adequant-se a les condicions de Marganell. Analitzant les dades de partida calculades, buscant els equips més adients en funció de les necessitats del poble i fent una previsió dels costos de la maquinària escollida.

RESUMEN

Debido a la gran sequía que está sufriendo Cataluña estos últimos años, las normativas sobre la gestión del agua cada vez son más restrictivas y obliga a todos aquellos pequeños municipios, que hasta ahora vertían directamente en el río, a autogestionarse su agua residual, instalando una estación depuradora. Este es el caso del pequeño pueblo de Marganell, situado al regazo de Montserrat.

El presente proyecto pretende definir todos los conceptos fundamentales sobre depuración de aguas, conjuntamente con todas las tecnologías existentes, incluso por aquellos municipios más pequeños. Dar una pincelada de la presente normativa, tanto el estatal como la autonómica.

Con el objetivo de poder diseñar una depuradora adecuándose a las condiciones de Marganell. Analizando los datos de partida calculados, buscando los equipos más adecuados en función de las necesidades del pueblo y haciendo una previsión de los costes de la maquinaria elegida.

ABSTRACT

Due to the drought is living in Catalonia nowadays; water management rules had become more restrictive and force those little villages, who until now they spill directly to the river, to now start self-managing their own residual water, installing a water treatment plant. This is the case of Marganell, a little village on the slope of Montserrat.

The present project expects to define all the fundamental concepts of water treatments, including the existent technologies, although for those little villages. And give a brief review of the present regulations, from state to the autonomous one.

With the objective to be able to design a water treatment plant according the conditions of Marganell. Analyzing the calculated input data, searching the more adequate equipments for the village and previewing the cost of the chosen facilities.



ÍNDEX

1. Introducció	10
1. Objectius	11
2. Marc Teòric	12
2.1 Procés de depuració d'aigües	12
2.1.1 Composició de l'aigua residual	12
2.1.2 Contaminants	13
2.1.3 Classificació dels sistemes de tractament	16
2.1.4 Etapes del procés de depuració convencional	19
2.2 Selecció de tecnologies en nuclis petits	28
2.3 Normativa	36
2.3.1 Normativa Europea	36
2.3.2 Normativa Estatal	37
2.3.3 Normativa Autonòmica	38
3. Dades de partida	39
3.1 Població	39
4. Disseny EDAR	40
4.1 Estudi de Població	40
4.2 Dimensionat de les instal·lacions	48
4.2.1 Càlculs Pretractament	49
4.2.2 Càlculs tractament primari	53



4.2.3 Càlculs tractament secundari	54
5. Conclusions	59
6. Referències.....	60
Annex 1 – Analítiques laboratoris.....	63



ÍNDEX IL·LUSTRACIONS

Il·lustració 1: Procés bàsic de depuració d'aigua.	19
Il·lustració 2: Reixes de predebast.	20
Il·lustració 3: Cullera bivalva	20
Il·lustració 4: Cinta de desbast.	21
Il·lustració 5: Sistema de desbast.	21
Il·lustració 6: Sistema dessorrador.	21
Il·lustració 7: Dessorrador i desengreixat.	21
Il·lustració 8: Sistema homogeneïtzador.	22
Il·lustració 9: Decantador Primari.	23
Il·lustració 10: Tractament Secundari.	24
Il·lustració 11: Nitrificació i desnitrificació	26
Il·lustració 12: Diferents tipus de filtrats.	26
Il·lustració 13: Tractament de llots.	28
Il·lustració 14: Tanc Imhoff.	29
Il·lustració 15: Llacunatge.	30
Il·lustració 16: Aiguamolls artificials.	31
il·lustració 17: Filtre de sorra.	32
Il·lustració 18: Sistema de flotació.	33
Il·lustració 19: Contactador Biològic rotatiu.	34
Il·lustració 20: Llit bacterià.	34
Il·lustració 21: Sistema d'aeració prolongada.	35
Il·lustració 22: Representació reactor seqüencial.	36
Il·lustració 23: Situació EDAR.	40
Il·lustració 24: Representació d'una EDAR.	48



ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Composició típica d'aigües residuals urbanes.	14
Taula 2: Límits d'abocament segons Reial Decret.....	15
Taula 3: Paràmetres límit d'abocament al Bages.....	15
Taula 4: Requisits dels abocaments.....	16
Taula 5: Operacions unitàries utilitzades en el tractament d'aigües residuals.	18
Taula 6. Carregues per habitant equivalent	43
Tabla 7: Taula Comparativa..	45
Tabla 8: Taula Dades de Partida.....	47
Taula 9: Rendiment Pretractament.....	53
Taula 10: Catàleg Remosa.....	54
Taula 11: Rendiment tractament primari.....	54
Taula 12: Cataleg filtramas.....	55
Taula 13: Rendiment Biodiscs.....	55
Taula 14: Rendiment llits de macròfit.	57

1.Introducció

Actualment amb el tema de la sequera a Catalunya no paren de sortir notícies recurrentment sobre problemes de depuració, la majoria dirigides directament a direcció: la falta de depuració de les aigües residuals i els seus corresponents expedients i la quantitat de sancions econòmiques. Aquest problema es deu principalment a totes aquelles poblacions d'entre 1.000 i 15.000 habitants que estan obligades per la normativa europea a depurar les seves aigües residuals, però que actualment no disposen de les instal·lacions. Aquesta mancança de molts municipis juntament amb la sobrepoblació i les fuges d'aigües, suposes un risc per la salut i els ecosistemes.

L'aigua és el recurs natural mes fonamental del que disposem. Al influir sobre el cicle de l'aigua amb els abocaments industrials disminuïm la seva qualitat. Els principals problemes que podem trobar, els que generen un impacte negatiu sobre els recursos hídrics, són: contaminació per matèria orgànica, eutrofització, contaminació tèrmica, radioactivitat, acidificació i contaminació per compostos clòrics.

Tots aquests problemes que modifiquen la composició i l'estat de les aigües, són principalment degut a l'activitat humana: abocaments industrials, activitats agrícoles o desaigna d'aigües residuals, les quals poden provocar danys als recursos vius, la salut humana i a l'entorn. L'aparició de fangs i sediments als rius altera dràsticament les seves característiques, dificultant els intercanvi de nutrients i gasos dels organismes vius. En definitiva, les aigües residuals contaminades perden la seva qualitat com a conseqüència de les diferents activitats, la qual cosa és un problema que cal solucionar amb els mitjans adequats.

El conjunt de la població, com a grup d'usuaris, es val amb el Sistema Integral de Sanejament d'Aigües. Aquest sistema esta format per una sèrie de infraestructures per recollir, transportar, depurar i finalment tornar-les al domini públic amb les millors condicions possibles. La finalitat del tractament es poder reutilitzar posteriorment l'aigua, be com a aigua potable o be pel seu abocament al domini públic com aigua tractada per regadiu, processos industrials, agricultura o clavegueram, entre d'altres. També cal complir amb la normativa ambiental vigent, seguint sempre les recomanacions i límits permesos de qualitat.

Per aconseguir tots aquest objectius cal una infraestructura coneguda com Estació de Depuració d'Aigües Residuals (EDAR), gestionades per entitats responsables de manteniment i explotació.

En els processos de depuració generalment es combinant diversos tractaments físics, químics i biològics que es complementen entre si per eliminar residus com olis i grasses, matèria en suspensió, col·loides, compostos amoníacs, fòsfor i matèria orgànica, també s'aconsegueixen les característiques del cabal com el pH o la quantitat de clor.

La depuració d'aquestes aigües pretén reduir al màxim possible, la contaminació, protegir i preservar la qualitat de l'entorn per aprofitar al màxim els residus obtinguts que a la vegada estalviar energia, d'aquí la importància d'aquest treball. Concretament, es vol dissenyar una EDAR pel municipi de Marganell.

1.Objectius

El principal objectiu d'aquest projecte és el dimensionat d'una planta depuradora d'aigües residuals al municipi de Marganell. Aquesta EDAR serà l'encarregada de depurar les aigües residuals, tant les actuals com les previstes en el projecte, mitjançant processos fisicoquímics per almenys els 20 anys establerts com a meta.

La falta de una sistema de depuració eficaç en el municipi suposa un problema mediambiental a l'entorn natural, ja en concret aquest població compte amb dues indústries lactes, les quals aporten una alta càrrega contaminant a les aigües residuals. A més, al estar molt a prop de Montserrat, zona de patrimoni natural, és d'especial interès comptar amb un regim de protecció adequat que harmonitzi l'activitat humana i la conservació tan dels recursos humans com dels ecosistemes. El paisatge es un dels elements més valorats en el municipi, per tant totes les futures construccions cal que alternin el mimi la qualitat visual i de caràcter rural del poble. És per això que la nostre planta serà dissenyada en funció de l'entorn.

Pel disseny de la EDAR l'aspecte més important és determinar l'abast, és per això que ens cal buscar els valors límits contaminants, caudals de partida, carregues contaminant, selecció de processos, dimensionat de les instal·lacions, entre d'altres.

Finalment es farà un breu pinzellada del cost dels equips per preveure el cost de la instal·lació.

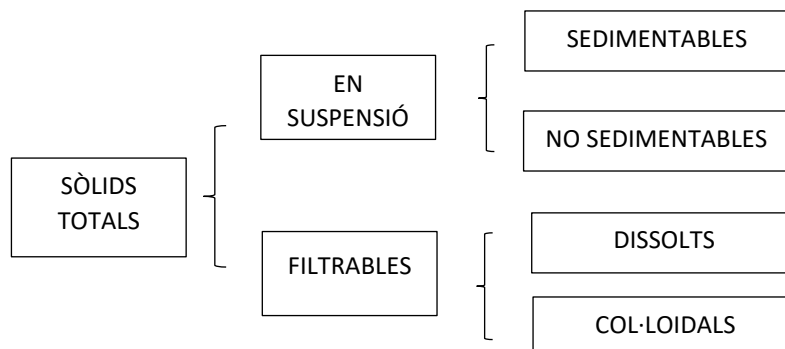
2. Marc Teòric

2.1 Procés de depuració d'aigües

Actualment l'activitat humana genera unes aigües residuals molt contaminants degut a les partícules sòlides dissoltes i l'alt contingut de matèria orgànica, de manera que calen ser tractades i abocades de forma correcta i eficaç per tal d'evitar problemes mediambientals. L'objectiu principal del tractament d'aigües residuals és modificar les seves característiques físiques (color, olor, torbesa, sòlids en suspensió, metalls pesats, temperatura) químiques (pH, gasos, nitrogen, amoníac, matèria orgànica, grasses, contaminants, oxigen dissolt) i biològiques (bacteris, algues) per eliminar la seva toxicitat i fer-les aptes per un abocament responsable amb el menys impacte ambiental possible. [5]

2.1.1 Composició de l'aigua residual

Generalment l'aigua residual té un alt contingut de sòlids per això cal distingir-los bé.



Normalment de mitjana podem trobar uns valors de sòlids en suspensió entre 120 i 360 mg/l. En el cas de no saber exactament la quantitat de sòlids en un cabal se sol estimar uns 85 grams per habitant i dia. També es considera una carga contaminant de 60 grams de DBO₅ al dia equival a un habitant equivalent. [5]

Pel que fa la **matèria orgànica**, la podem dividir en dos gran grups la biodegradable i la no biodegradable, en funció de si pot ser utilitzada o no com a font d'alimentació dels microorganismes. La matèria biodegradable serveix tan com per substrats en processos d'oxidació, o be com a sintetitzador de nous compostos com proteïnes i aminoàcids. [5]



El nivell del **pH** de l'aigua és fonamental per portar un bon control, ja que el rang en el qual es poden desenvolupar els processos biològics és molt reduït, degut a la possible aparició de la desnaturalització de les proteïnes que hi participen. També és important el control per evitar cabals corrosius o be tòxics. La toxicitat de les aigües esta relacionada amb la presència de materials pesats com el coure, el mercuri, magnesi, cadmi, cianurs, fluorurs, plaguicides i fungicides.[5]

Per últim cal destacar la presència de **nitrogen i fòsfor**, són elements molt abundants en aigües residuals urbanes a causa dels detergents i les deixalles humanes. En els processos biològics, se sol tenir 45 grams de nitrogen i 5 grams de fòsfor per cada quilo de DBO5 eliminada. El nitrogen es troba de forma orgànica a les aigües fresques passant a amoníac quan es produeix la descomposició bacteriana. Una vegada es va estabilitzant el caudal per oxidació s'obtenen nitrits i nitrats, els quals s'ha d'anar amb compte ja que poden provocar l'eutrofització.[5]

Les aigües residuals es poden classificar en dos grups urbanes o industrials. Les urbanes son abocaments generats per la població en la seva vida quotidiana, inclouen aigües d'us domèstic, aigües de neteja publica, aigües de pluja, aigües fecals i lixiviats. Els abocaments industrials procedeixen de les diferents activitats industrials les quals tenen un cabal i una composició molt variable. Esta composes per una carga contaminant molt superior a les urbanes. [5]

2.1.2 Contaminants

Els agents contaminants de les aigües poden estar dissolts o en suspensió, els principals indicador per mesurar el seu nivell són els següents:

-**DBO₅** (Demanda biològica de oxigen en cinc dies): S'utilitza per quantificar la matèria orgànica biodegradable. És la quantitat d'oxigen consumida pels microorganismes per oxidar la matèria orgànica per via biològica del caudal residual total, amb unes condicions concretes: temperatura 20°C, temps de retenció cinc dies i pH de 7-7,5. [5]

-**DQO** (Demanda química d'oxigen): Quantifica la matèria orgànica total. És la quantitat d'oxigen consumida per les matèries oxidables (Compostos orgànics i sals minerals) per oxidar la matèria orgànica per via química. [5]

-**SST** (sòlids en suspensió totals): És un paràmetre molt important ja que uns nivells alts de sòlids en suspensió poden afectar el rendiment dels sistemes de filtració, els equips essencials i els sistemes de canonades.

[5]

- **COT** (Carbó orgànic total): determina el contingut en matèria orgànica de l'aigua mitjançant la conversió d'aquest carbó a CO₂ a altes temperatures i en presència d'un catalitzador. Aquesta tècnica és especialment aplicable quan les concentracions de matèria orgànica són petites. [5]

La DQO oxida tota la matèria orgànica, i la DBO₅ oxida només la biodegradables. Això suposa una relació de DBO₅/DQO serà sempre menor que la unitat, de manera que ens donarà una idea del nivell de biodegradabilitat del cabal de les aigües residuals. Pels efluent domèstics, aquesta relació tindrà valors entre 0,3 i 0,5, mentre que les industrials aquesta relació es converteix en inferior a 0,2, el que vol dir efluent molt poc biodegradables. En efectes generals, una composició típica d'aigües residuals urbanes en ppm és: [5]

Component	Rang mitjà	Valor típic
Sòlids totals (mg ST / L)	375-1800	740
Suspensió (mg SS / L)	120-360	230
Fixos	30-80	55
Volàtils	90-280	175
Sedimentables (mL/L)	5-20	10
Dissolts (mg SD / L)	250-800	500
Fixos	145-500	300
Volàtils	105-300	200
Matèria orgànica (mg O ₂ / L)	110-400	210
DBO ₅	200-780	400
DQO	80-290	150
COT		
Nitrogen total (mg N / L)	20-85	40
Nitrogen orgànic	8-35	20
Amoni	12-50	20
Nitrits i nitrats	0	0
Fòsfor total (mg P / L)	4-15	8
Orgànic	1-5	3
Inorgànic	3-10	5
pH	6,7-7,5	7

Taula 1: Composició típica d'aigües residuals urbanes.

Font: http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/gestio_aigues_residuals/pag/capitol3.htm#OLE_31Les_aigues_residuals



La directiva Comunitària (91/271/CEE) transposada pel Reial Decret Llei 11/1995 en el territori nacional, fixa els valors límits dels abocaments d'aigües depurades:

PARÀMETRES	VALOR LÍMIT
DBO ₅	25 mg/l
DQO	125 mg/l
SOLIDS EN SUSPENSÍO TOTALS (SST)	35 mg/l

Taula 2: Límits d'abocament segons Reial Decret. **Font:** Elaboració pròpia.

Els principals paràmetres tractables a les EDAR i amb un impacte poc significatiu sobre els objectius de qualitat de la Mancomunitat de Municipis del Bages pel Sanejament és:

Paràmetres	Valor límit	Unitats	
T (°C)	40	°C	
pH (interval)	6-10	pH	
MES (matèries en suspensió)	750	Mg/l	
DQO	1500	mg/l	O ₂
TOC (carboni orgànic total)	450	Mg/l	C
Relació DBO ₅ /DQO	>0.3	-	-
Olis i greixos	250	Mg/l	
Clorurs	2500	Mg/l	Cl ⁻
Conductivitat	6.000	μS/cm	
Diòxid de sofre	15	Mg/l	SO ₂
Sulfats	1000	Mg/l	SO ₄ ²⁻
Sulfurs totals	1	Mg/l	S ²⁻
Sulfurs dissolts	0,3	Mg/l	S ²⁻
Fòsfor total	50	Mg/l	P
Nitrats	100	Mg/l	NO ₃ ⁻
Amoni	60	Mg/l	NH ₄ ⁺
Nitrogen Kjeldhal	90	mg/l	N

Taula 3: Paràmetres límit d'abocament al Bages.

Font: <https://www.santfrutos.cat/seu-electronica/informacio-oficial/normativa-ordenances-generals/ordenanca-dabocament-daigues-residuals-de-la-mancomunitat-de-municipis-del-bages-per-al-sanejament.pdf>

El paràmetre més rellevant per mesurar l'eficiència de la depuració s'expressa en un % de disminució de la DBO. Com major sigui el nivell de matèria oxidable orgànica i inorgànica en un cabal, més elevada és de DBO per tant la qualitat de l'aigua és pitjor. Una bona EDAR pot arribar a eliminar un 95% de la DBO inicial.

Requisits pels abocaments procedents d'instal·lacions de tractament d'aigües residuals urbanes subjectes al que disposen els articles 4 i 5 de la present Directiva (1)		
PARÀMETRES (3)	CONCENTRACIÓ	PERCENTATGE MÍNIM DE REDUCCIÓ (2)
DBO ₅ A 20°C sense nitrificació	25 mg/l O ₂	70 - 90%
DBO	125 mg/l O ₂	75%
Total de sòlids en suspensió	35 mg/l	90% (4)

Taula 4: Requisits dels abocaments. **Font:** Elaboració pròpia.

- (1) O procés equivalent. S'hi aplicarà el valor de concentració o el percentatge de reducció.
- (2) Reducció relacionada amb la càrrega del cabal d'entrada.
- (3) Aquest paràmetre es pot substituir per un altre: carboni orgànic total (COT) o demanda total de oxigen (DTO), si es pot establir una correlació entre la DBO₅ i el paràmetre substitut.
- (4) Aquest requisit és optatiu. Les anàlisis d'abocaments procedents de sistemes de depuració per llacunatge es duran a terme sobre mostres filtrades; no obstant això, la concentració de sòlids en suspensió a les mostres d'aigua sense filtrar no haurà de superar els 150 mg/l.

2.1.3 Classificació dels sistemes de tractament

Una vegada coneixem les necessitats i el objectius de la depuració de les aigües residuals, ens cal elegir el sistema de tractament mes adequat i que millor s'adapti a les nostres necessitats. Podem distingir els diferents sistemes més utilitzats en funció de diferents criteris:

1) Segons la complexitat **tecnològica i el cost d'explotació:**

Podem trobar-nos amb tractaments extensius, utilitzats en pobles petits, amb baixos costos, manteniments i equips senzills. Però aquests tractaments tenen limitacions de cabal i nivells de contaminació a tractar. Un altre tip de tractament són els convencionals, s'utilitzen en grans ciutats, amb uns bons resultats de depuració, però amb un gran consum energètic i alts costos



d'exploració. Aquest tipus de tractaments són els habituals a les EDARS convencionals, ja que inclouen processos fisicoquímics i de tractament de fangs. [10]

2) Segons el **mètode d'eliminació** dels contaminants:

Els contaminants es poden eliminar aplicant forces gravitatòries, centrífugues o bé mitjançant retencions dins els processos físics (desbast, sedimentació, flotació, filtració o adsorció entre d'altres). Els processos químics permeten l'eliminació de contaminants a través de l'addició d'altres químics (coagulació, floculació, oxidació o intercanvi iònic entre d'altres). Per últim, els processos biològics es basen en utilitzar microorganismes per eliminar les substàncies orgàniques biodegradables (fangs actius, biodisques o filtres bacterians entre altres). [11]

3) Segons la **fase de depuració**:

Podem distingir diverses etapes de tractament.

- Pretractament
- Tractament Primari
- Tractament Secundari
- Tractament Terciari
- Tractament de Llots

En una EDAR convencional, segons arriba el cabal de les aigües residuals, el procés comença amb tractaments previs al desbast, desensorrat i desengreixat, per després poder començar el tractament primari de decantació/sedimentació. El pretractament i el tractament primari són comuns a tots els sistemes de depuració, només els diferencia el seu nivell d'automatització. Una vegada acabada la decantació, se segueix amb el tractament secundari. Aquesta etapa és de tipus biològica, el procés més utilitzat és el de fangs actius en basses d'aeració on s'injecta aire. Seguidament es fa la decantació secundària, i es comença amb el tractament terciari, el qual permet la reutilització de les aigües amb el ús de membranes i processos de cloració per regenerar per complet el cabal d'aigües. Els residus obtinguts al llarg del procés, s'han de tractar adequadament



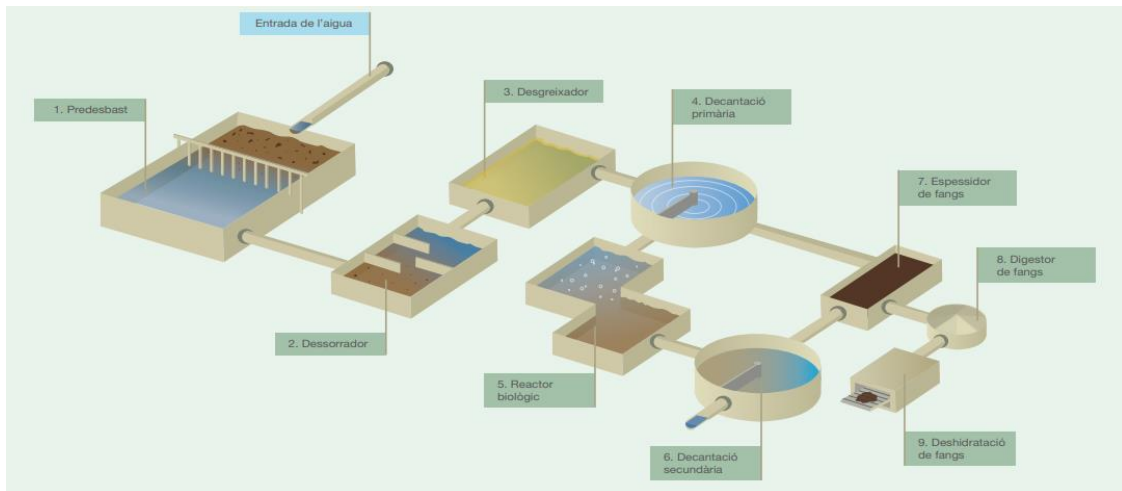
perquè siguin estables i manejables. Una avantatge del tractament de fangs es la possibilitat de produir energia elèctrica fruit de turbines i generadors moguts pels gasos biològics que desprèn la digestió d'aquests. [11]

4) Segons el tipus de contaminant:

Contaminant	Operació unitària o sistema de tractament
Sòlids en suspensió	Sedimentació Flotació Coagulació-floculació i sedimentació Filtració
Matèria orgànica biodegradable	Tractament biològic Sistemes fisicoquímics
Patògens	Oxidació química per: <i>cloració</i> <i>hipocloració</i> <i>ozonització</i>
Nitrogen	Eliminació biològica per nitrificació i desnitrificació Eliminació de l'amoniac per extracció de volàtils (<i>stripping</i>) Intercanvi iònic
Fòsfor	Precipitació química amb: <i>clorur fèrric</i> <i>sulfat d'alumini</i> <i>calç</i> Eliminació biològica
Matèria orgànica refractària	Adsorció en carbó actiu Oxidació química
Metalls pesants	Precipitació química Intercanvi iònic
Anions inorgànics	Intercanvi iònic Osmosi inversa Electrodialisi

Taula 5: Operacions unitàries utilitzades en el tractament d'aigües residuals.

Font: http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/gestio_aigues_residuais/pag/capitol3.htm#OLE_31Les_aigues_residuais



Il·lustració 1: Procés bàsic de depuració d'aigua.

Font: https://aca.gencat.cat/web/.content/20_Aigua/01_gestio_del_cicle_de_laigua/03_Depuracio/ProcesDapuracioAiguesResiduals.pdf

2.1.4 Etapes del procés de depuració convencional

Els processos d'una EDAR consten de 3 línies hidràuliques:[8]

- **Línia d'aigües:** Pretractament, Tractament Primari, Secundari i Terciari.
- **Línia de fangs:** Espessament, Estabilització/Digestió, Condicionament, Deshidratació i Evacuació dels llots.
- **Línia de gas:** Producció de biogàs i metà.

2.1.4.1 Pretractament

L'objectiu principal és eliminar o reduir al màxim els sòlids de gran dimensió a través del desbast; olis i grasses pel flotació i sorres amb dessorrat. Es disposa de dipòsits o basses d'homogeneïtzació que permeten regular el pH, els nutrients i contaminants dels cabals d'aigua. També podem trobar un mesurador del cabal d'aigües d'entrada a la planta. [5]



- Pou de grollers i predebast

A l'entrada d'aigua bruta es separen els sòlids voluminosos de grans dimensions mitjançant reixes de fins 150mm de separació entre barrots, garbells, tamisadors i culleres bivalves, perquè no obstrueixin la instal·lació, i seguidament es fa una elevació de l'aigua bruta. Aquestes operacions es fan, al igual que les de desbast, per evitar possibles embussaments a les diferents etapes del procés degut a la presència d'aquests sòlids, i perquè no interfereix en el rendiment de les següents etapes del procés. [5]



Il·lustració 3: Cullera bivalva

Font: <https://promedio.dip-badajoz.es/post.php?txt=156832>

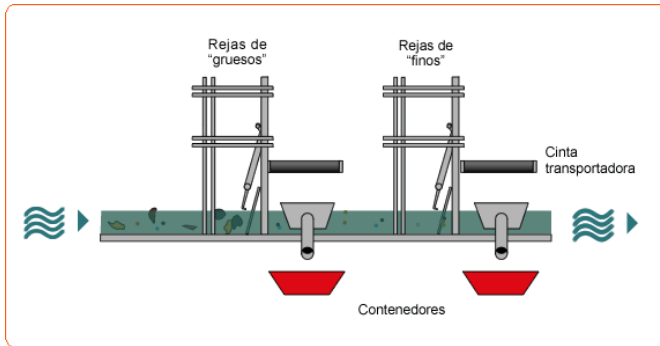


Il·lustració 2: Reixes de predebast.

Font: <https://iesmunoztorrero.educarex.es/web/agua-serena/buey/depuradora/depuradora.html>

- Desbast

Per a la primera separació i eliminació dels sòlids en suspensió de les aigües residuals, s'utilitzen reixes verticals i inclinades per sòlids fins (6-10 mm) i grollers (10-40 mm), i tamisos estàtics o rotatius. La neteja d'aquestes reixes pot ser tant manual com automàtica, i es convenient disposar d'almenys dues reixes, per poder fer correctament el manteniment de cada una d'elles sense haver d'aturar el procés. Els residus generats es descarreguen mitjançant cintes transportadores o de cargol fins un contenidor. [5]



Il·lustració 5: Sistema de desbast.

Font: <https://iesmunoztorrero.educarex.es/web/aguasarena/activid/edar/edar.htm>



Il·lustració 4: Cinta de desbast.

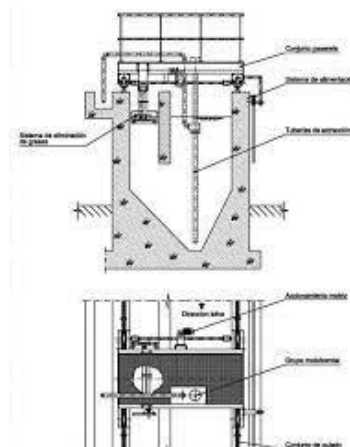
Font: <http://www.gtmediterraneo.com/productos/depuracion-de-aguas-residuales/sistemas-de-debaste/cinta-de-debaste/>

- Desensorrat i desengreixat

Les dues operacions es fan en el mateix recinte. Per separar els residus sòlids inorgànics fins ($> 200\mu\text{m}$) i sorres, amb la intenció d'evitar problemes d'abradió o be deposició a les tubàries o conductes, se separen les sorres de l'aigua residual mitjançant la sedimentació. La sorra s'acumula al terra mentre que la matèria orgànica queda en suspensió i posteriorment s'extreu mitjançant una bomba i son abocades a un classificador que les separa i neteja. En aquesta mateixa etapa se separen, flotant espumes, grasses i olis, que podrien afectar als tractaments posteriors, mitjançant la injecció d'aire des de airejadors i difusors submergibles, que produeixen un flux helicoidal que desemulsiona les grasses. Aquestes son arrossegades per les rasquetes fins una zona d'acumulació, i s'evacuen a un concentrador de grasses. [5]



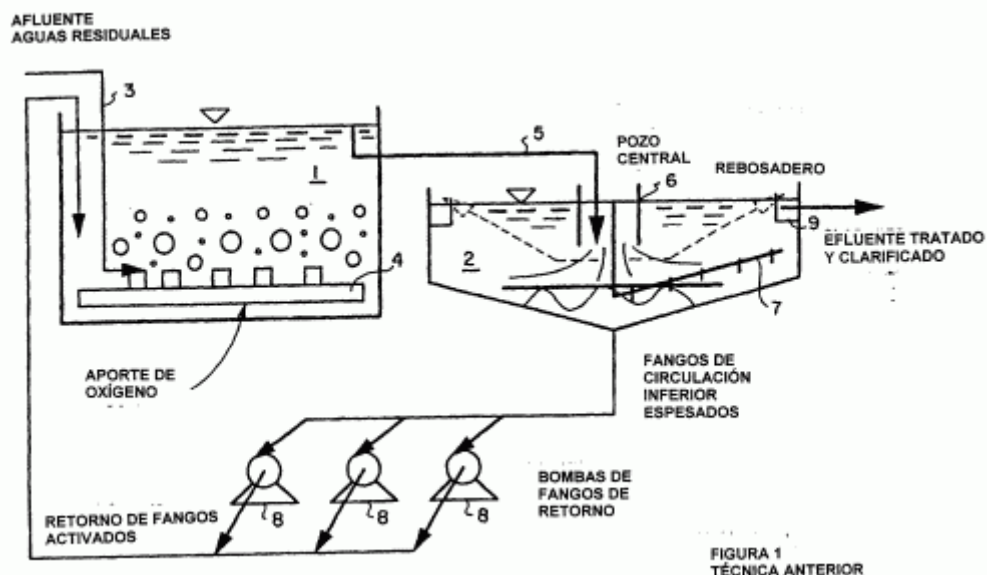
Il·lustració 7: Dessorrador i desengreixat. **Font:** <https://estruagua.com/productos/puente-desengrasador-desarenador-longitudinal-longbri/>



Il·lustració 6: Sistema dessorrador. **Font:** https://www.idm-pirineo.es/wp-content/uploads/2020/10/puente_desarenador_longitudinal_es.pdf

- Homogeneïtzació de cabal i contaminació

Els abocaments d'aigües residuals no son ni homogenis ni constants, ja que l'activitat de la depuradora tampoc ho és. Aquesta procés es fa mitjançant unes bases d'homogeneïtzació tant pel cabal com per les característiques de les aigües residuals amb l'objectiu de millorar l'eficiència. Es fan operacions de aeració i agitació per evitar la sedimentació i degradació de la matèria orgànica. També es fa una neutralització a través de l'addició de reactius químics (cal, carbonat sòdic, àcid clorhídric, entre d'altres) per tal de posar en normes el pH. [5]



Il·lustració 8: Sistema homogeneïtzador.

Font: <http://werabereaguasresiduales.blogspot.com/2010/06/>

2.1.4.2 Tractament Primari

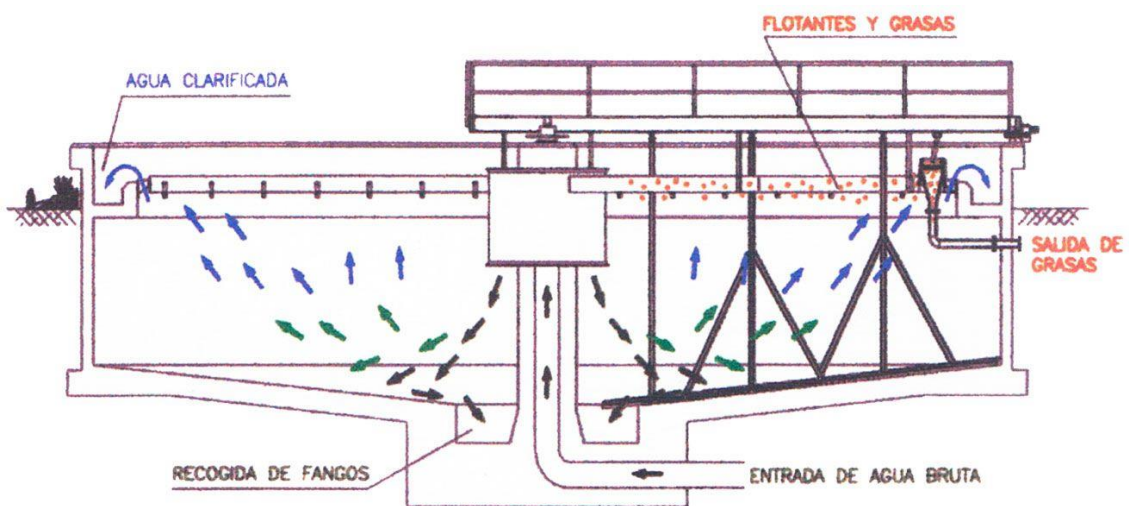
L'objectiu principal és l'eliminació dels sòlids en suspensió no eliminats en el pretractament utilitzant un decantador primari amb sedimentació, si la densitat de les partícules és major que la de l'aigua, i amb flotació si la densitat és similar o inferior. Si les partícules estan en estat col·loidal cal afegir floculant i coagulant per facilitar la sedimentació.

Amb la sedimentació les partícules més denses per l'acció de la gravetat es depositen al fons. S'eliminen aproximadament el 60% dels sòlids, el 30% de matèria orgànica i a



més també s'aconsegueix protegir els pròxims processos d'oxidació biològica i fangs. Amb les rasquetes mòbils dels ponts dels decantadors dinàmics s'arrossequen els fangs fins a unes purgues de forma periòdica. Mitjançant la flotació podem separar la matèria sòlida fent que aquesta pugi fins a la superfície del fluid. Es generen unes bombolles d'aire que també arriben a la superfície per després ser arrossegades i eliminades del sistema. Normalment es fa servir flotació per aire induït, on la generació de les bombolles es fa amb difusors d'aire a la part inferior del tanc o a través de rotor i agitadors. [5]

En el cas de que les partícules siguin molt petites, formen una suspensió col·loidal amb una velocitat de sedimentació molt lenta. Per tal de fer més eficient el procés s'afegeixen coagulants que desestabilitzen la suspensió i afavoreixen la floculació. Normalment es fan servir sals de Fe^{+3} i Al^{+3} . [5]



II-lustració 9: Decantador Primari. Font: <https://www.hidrometalica.com/decantador-por-gravedad/>

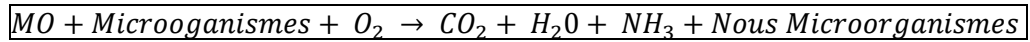
2.1.4.3 Tractament secundari

Es basa en l'eliminació de la matèria orgànica biodegradable del cabal d'aigua residual, i també en eliminar tots els compostos que continguin nitrogen i fòsfor. Aquest procés es pot fer de dues maneres segons convingui:

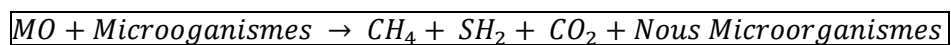
- **Procés Aerobi:** elimina els contaminants orgànics transformant-los en biomassa, CO_2 , H_2O , amb presència d'oxigen i microorganismes. Aquests últims actuen sobre la matèria orgànica i inorgànica per fer-ne la prèvia transformació. Malgrat que hi ha molts mètodes per fer aquest procés (nitrificació, llacunes



aeròbies, estabilització aeròbia), podem destacar els fangs actius com cultiu en suspensió i els llits bacterials com cultiu fixe. [5]



- **Procés Anaerobi:** Transformen les substàncies orgàniques en biogàs, metà i CO_2 , sense oxigen. Els mètodes més destacats són la digestió anaeròbia, el llit de fangs o el UASB. [5]



Il·lustració 10: Tractament Secundari. **Font:** <https://www.tecpa.es/edar-inteligente/>

- Tractament de fangs actius

És el procés aerobi més utilitzat en el tractament d'aigües residuals urbanes. Consta de tancs o reactors biològics juntament amb decantadors. Al reactor biològic s'elimina la matèria orgànica biodegradable mitjançant oxidació i síntesis incrementant la biomassa del reactor. [5]

Comença en quan el cabal entra als tancs i allà es crea un cultiu biològic ric en organismes formant flòculs que s'alimenten de la matèria orgànica biodegradable. La població bacteriana es manté equilibrada amb la carga contaminant a eliminar de l'aigua residual. Per poder fer el tractament calen processos d'aeració com turbines, difusors, airejadors superficials o turbocompressors. També ens cals agitació per tal d'evitar la sedimentació de flòculs i poder homogeneïtzar el cabal dels llots. Una vegada s'han metabolitzat com a nutrients els contaminants del cabal s'envia la barreja a un decantador on se separen per un cantó el cabal d'aigües i per l'altre els flòculs. Una petita part

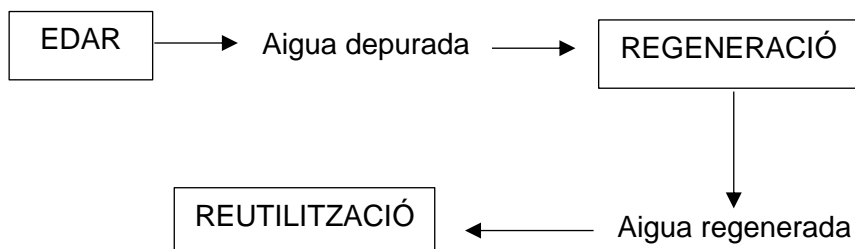
dels fangs es recirculen al dipòsit per mantenir la concentració adequada de biomassa. [5]

El dimensionat i forma del decantador han de ser els adequats per assegurar la correcta decantació i espessiment dels llots per evitar retencions prolongades d'aquests. Aquest procés requereix un tanc biològic per fer l'aeració, l'agitació, la metabolització i un decantador secundari que sol ser troncònic o circular de rasqueta, similar als primaris. [5]

- Tractament llit bacterià

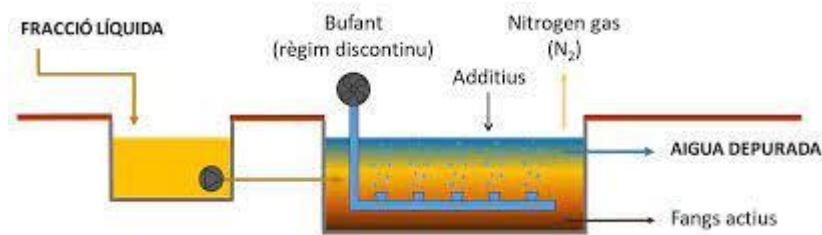
Es fa mitjançant tancs cilíndrics plens de materials sintètics amb pedres que actuen com a filtres amb un gran nombre de cavitats per augmentar la porositat. El cabal residual s'aboca amb sortidors sobre el llit filtrant donant lloc a la formació d'una petita capa de bacteris alimentades per la matèria orgànica del cabal, la qual cobreix tots els materials filtrants que ens permeten extreure-la juntament amb tot l'oxigen dissolt. Aquest mètode no necessita aportació d'energia i normalment s'utilitza en poblacions petites. [5]

2.1.4.4 Tractament Terciari



L'objectiu d'aquest tractament és eliminar els contaminants específics que no s'han pogut atrapar prèviament com són minerals, fòsfors o virus mitjançant processos fisicoquímics amb l'objectiu de purificar efluents industrials.

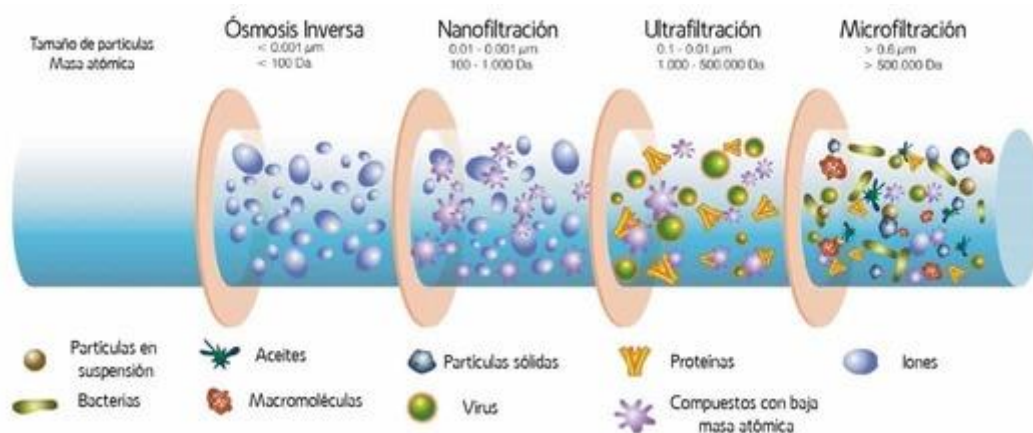
Si la EDAR conte el tractament terciari i de desinfecció, es podran reutilitzar les aigües depurades per regadiu o oci. Les principals operacions en aquest procés són la precipitació, filtració, cloració i nitrificació o densificació. A la nitrificació es transforma el nitrogen amoniacal en nitrat a causa de les bacteris nitrificants. En la desnitrificació es transformen els nitrats en nitrogen molecular a traces de les bacteris heteròtrofes i facultatives. Als dos processos les bacteris utilitzen energia procedent de les reaccions d'oxidació. Cal destacar que en alguns casos aquests processos es fan conjuntament en el tancs biològics dels fangs actius del tractament secundari. [5]



II-Il·lustració 11: Nitrificació i desnitrificació.

Font: https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/9672436/5_FitxaNDN.pdf/0e4019b7-5dd4-4462-a582-bf269aeae3a5

A l'etapa de **filtrat i microfiltrat** es fa passar el cabal d'aigua residual a través d'un llit de sorra per captar mitjançant adsorció la major quantitat possible de matèria en suspensió i se sotmet a una osmosis inversa. En alguns casos també poden existir processos d'osmosi inversa i electrodiàlisis per dessalinitzar aigua però no acostumen a ser molt usuals. [5]



II-Il·lustració 12: Diferents tipus de filtres. **Font:** <https://www.bluegold.es/comparativa-de-membranas-para-el-tratamiento-de-aguas/>

La desinfecció del cabal d'aigua elimina els microorganismes patògens amb processos físics (calor, radiació) o químics (clor i ozó), aquests últims són els més utilitzats. El clor té un alt poder desinfectant, ja que trenca la membrana cel·lular, altera el citoplasma i inhibeix l'activitat enzimàtica. La cloració només s'utilitzarà quan existeixi risc d'infecció. El tractament amb ozó és un altre mètode de desinfecció molt eficaç i molt utilitzat avui en dia. També s'ha observat la formació de subproductes de la desinfecció com clorats o aldehids que cal minimitzar per augmentar la seguretat de la salut humana i el medi ambient. [5]

Per acabar el tractament terciari, el cabal d'aigües es abocat al llit fluvial i estarà ben depurat si té entre 20-30 mg/l de DBO₅ i SS, complint amb els valors límits permesos.

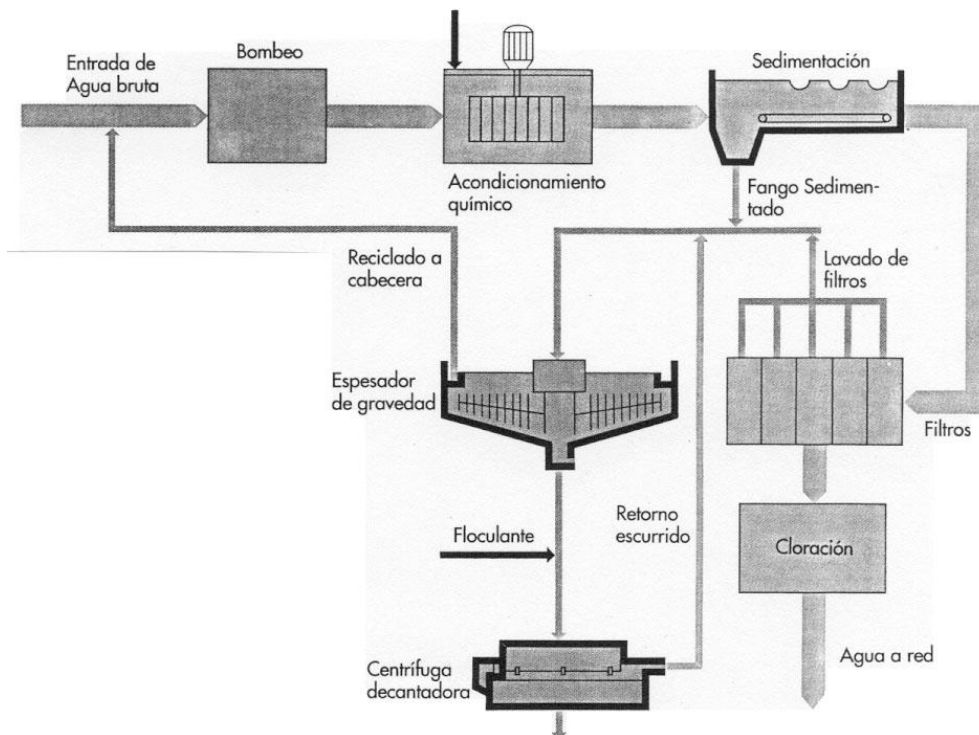
2.1.4.5 Tractament de Llots

Els llots estan compostos majoritàriament d'aigua i un 1-5% de sòlids (minerals i compostos volàtils inerts o degradables). L'objectiu del seu tractament és aconseguir reduir el seu volum i augmentar la seva estabilitat biològica. Els procediments podem variar segons la seva composició, el destí final o la disponibilitat econòmica i d'espai. [5]

Durant tot el procés de depuració s'han anat generant fangs que cal canalitzar en concentradors gravitatoris i tractar-los. Aquests es bombegen en un **espesidor** per reduir el seu volum mitjançant l'eliminació parcial de l'aigua fent-lo més densos. Una vegada allà l'espessiment es fa per flotació en els fangs més lleugers, centrifugació o acció de la gravetat (espesidors de gravetat circular i bandes de gravetat), aconseguint així reduir el volum dels tancs i equips posteriors, millorant el rendiment i disminuint el consum dels productes químics. [5]

L'etapa de l'**estabilització** permet eliminar mals olors, toxicitat i estabilitzar els llots reduint la matèria volàtil. Aquesta etapa se sol fer amb compostatge, digestió aeròbia o anaeròbia. En grans instal·lacions la més utilitzada és la digestió anaeròbia que converteix la matèria orgànica en metà en absència d'oxigen per l'acció de les bacteries i se sol fer en dipòsits tancat a gran altura on els fangs es mantenen homogenis. Per accelerar el procés de digestió, els fang s'escalfen al voltant de 40°C fent servir com a combustible el propi gas de la digestió. Posteriorment es poden utilitzar tant processos químics (amb clorur fèrric, cal o sulfat d'alumini) com tèrmics per condicionar els llots i disminuir la humitat. S'afegeixen floculats per trencar l'estructura col·loidal dels fangs, i sals de ferro (Cl₃Fe) alumini, cal (CaO), ions (Fe³⁺, Al³⁺) per millorar la capacitat de assentament. [5]

El procés de deshidratació dels llots té per objectiu extreure la quantitat necessària d'aigua per fer els fangs més manejables. Encara que el primer sistema utilitzat van ser les eres d'assecat, l'assecat tèrmic és el que és utilitzat actualment, junt amb el filtre de bandes i la centrifugació. Es poden utilitzar assecadors rotatoris, de disc o de pisos, però també centrifugat a gran velocitat per llots prèviament condicionats i en grans poblacions. Tots aquests processos solen estar automatitzats, y en alguns casos els fangs secs es poden aprofitar com a fertilitzants. Per últim, l'etapa d'evacuació s'ha de fer complint amb la normativa agrícola i de sols, tenint en compte que el destí final ja sigui per abocadors com fertilitzants. [5]



Il·lustració 13: Tractament de llocs. Font: http://www.elaguapotable.com/tratamiento_de_lodos.htm

2.1.4.6 Producció de biogàs

Un dels processos més utilitzats per la producció de biogàs és la digestió anaeròbia, consisteix en un procés biològic on la matèria orgànica sense oxigen i amb l'acció d'unes bacteries específiques, es descomposta en productes gasos o "biogàs" i en un digestat, una mescla de productes minerals i compostos de difícil digestió. [5]

El biogàs conte un alt percentatge de metà, és per això que és pot utilitzar per a produir energia mitjançant la combustió a motors, en turbines o calderes, o bé sol o be amb altre combustibles. [5]

La digestió anaeròbia esta caracteritzada per l'existència de diferents fases consecutives diferenciades pel procés de degradació del substrat: Etapa hidrolítica, etapa acidògenes, etapa cetogènesi i etapa metagènesis. [5]

2.2 Selecció de tecnologies en nuclis petits

Entenem per nucli petit aquell població amb menys de 2000 habitants equivalents, excloent el habitatges aïllats o poblacions extremadament petites que no disposin de sistemes de col·lectors per aigües residuals. [9]

Segons el manual CEDEX [9] han seleccionat aquestes tecnologies en funció del seu tractament en nuclis petits:

Pretractament: Desbast, dessorrat i desengreixat.

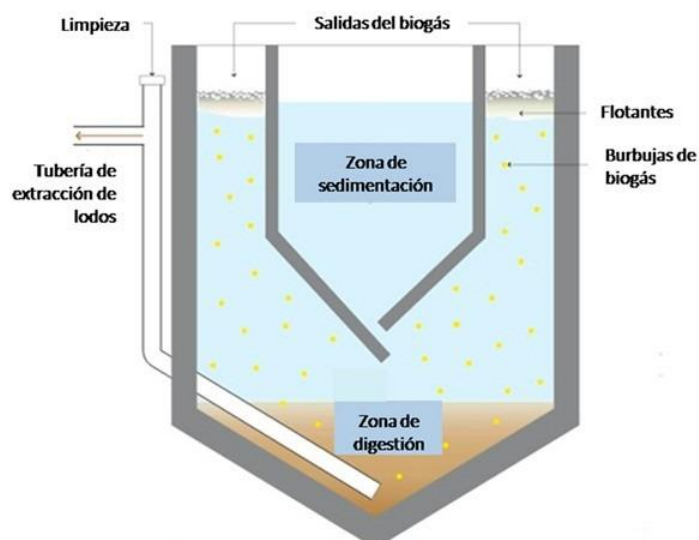
Tractament primari: Foses sèptiques, tanc Imhoff, decantació primària.

Tecnologies extensives: Humitats artificials, filtres de sorra, infiltració- percolació, filtres de turba i llacunatge.

Tecnologies intensives: Aeració prolongada, llits bacterians, biodiscs, reactors seqüencials i reactors de bio-pel·lícules.

En concret com que la nostra població es troba entre 200- 500 habitants-equivalents es recomana utilitzar les següents tecnologies:

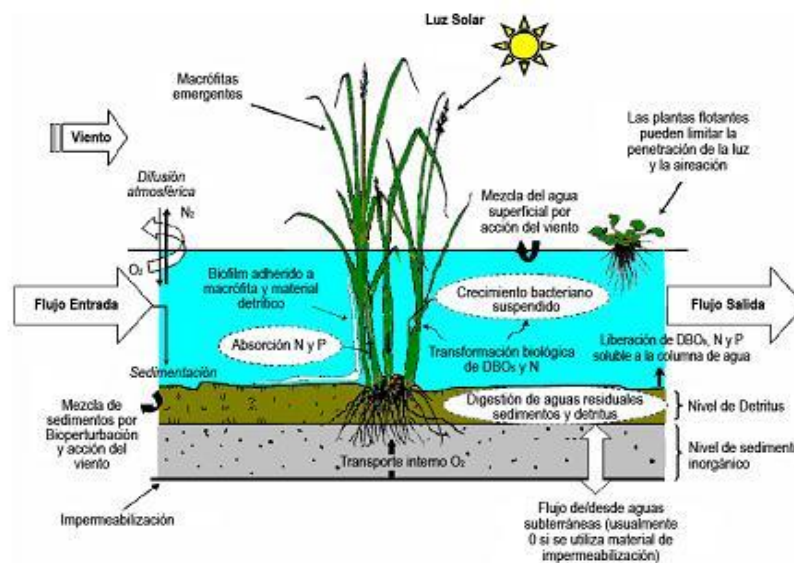
Tanc Imhoff: El tanc Imhoff consisteix en un dipòsit on es distingeixen dues zones. Una part superior anomenada zona de sedimentació, on es produeix la decantació dels sòlids, i una part inferior, anomenada zona de digestió on s'emmagatzemen i digereixen els sòlids decantats. Les dues zones es troben separades físicament per una estructura en forma de casa invertida oberta al fons, que impedeix el pas dels gasos de la zona de digestió a la zona de sedimentació evitant així que afectin a la decantació dels sòlids. Se sol utilitzar en rangs menors a 1000 hab-eq. [9]



II-lustració 14: Tanc Imhoff.

Font: <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/modesto-tanque-imhoff-fundamentos-y-diseno>

Llacunatge: Consisteix en reproduir de forma natural els processos de autodepuració que tenen lloc durant els diferents cursos de l'aigua. La tecnologia del llacunatge consta de diverses llacunes connectades en sèrie, on es produeixen processos físics, químics i biològics, depurant-se gradualment les aigües residuals. En funció del tipus i configuració de les basses, aquesta tecnologia es pot utilitzar com un tractament primari (llacuna anaeròbia), secundari (llacuna facultativa) o terciari (llacuna de maduració). [9]



Il·lustració 15: Llacunatge.

Font: <https://tecnologiasostenibilitat.cus.upc.edu/continguts/tractaments-i-depuracio-daigues/4.-els-processos-de-tractaments/4.3-la-depuracio-daigues-residuals.html>

Aiguamolls: Els aiguamolls artificials són sistemes de depuració en què es reproduïxen els processos d'eliminació de contaminants que tenen lloc a les zones humides naturals. Els aiguamolls compten amb dos elements principals:

- Substrat filtrant:** l'aigua circula a través del substrat filtrant o a través de la vegetació. El substrat serveix com a suport de la vegetació i permet la fixació de la població microbiana encarregada de la majoria dels processos d'eliminació de contaminants.[9]
- Vegetació:** les plantes emergents aquàtiques proporcionen superfície també per a la formació de pel·lícules bacterianes, faciliten els processos de filtració i



adsorció de constituents de l'aigua residual i contribueixen fonamentalment a l'oxigenació del substrat. També afavoreixen l'eliminació de nutrients i controlen el creixement d'algues en limitar la penetració de llum solar.[9]

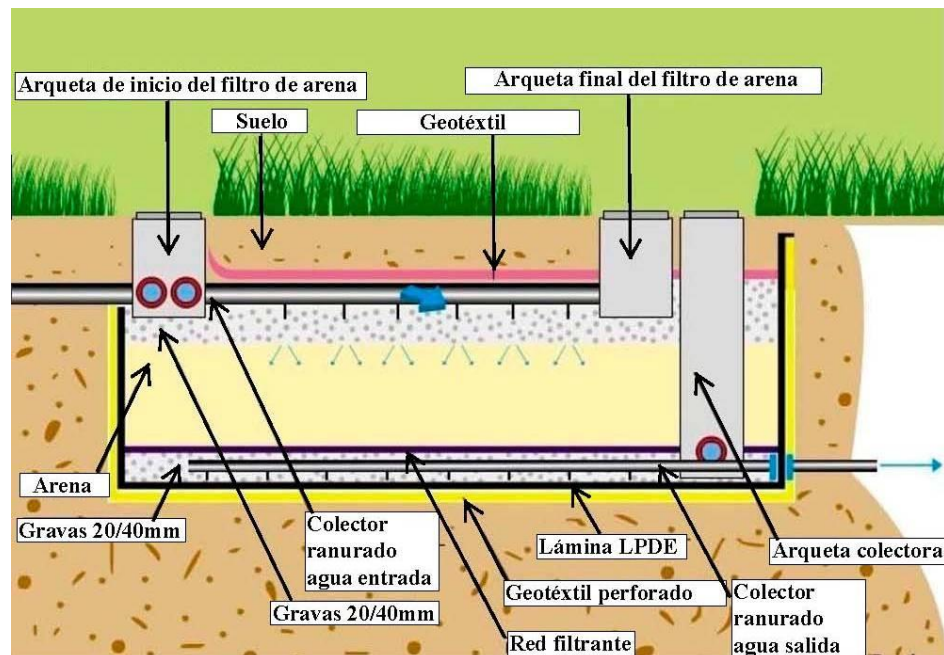
Els aiguamolls artificials poden classificar-se en 4 tipus en funció del model de circulació de l'aigua i de la disposició de la vegetació: Flux superficial (HAFS), flux subsuperficial (HAFSs), macròfits en flotació (FMF). [9]



Il·lustració 16: Aiguamolls artificials.

Font: <https://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2013/05/16/131891>

Filtre de sorra: Els filtres intermitents de sorra són llits poc profunds, on l'aigua, un cop pretractada, es fa circular verticalment i de forma intermitent a través del llit filtrant sobre el qual es genera una pel·lícula bacteriana. A aquests sistemes predominen els mecanismes de filtració, oxidació biològica i adsorció, procés pel qual es produeix la fixació a la superfície de les partícules. Aquest sistema de depuració es pot utilitzar tant com a tractament secundari com a terciari. [9]



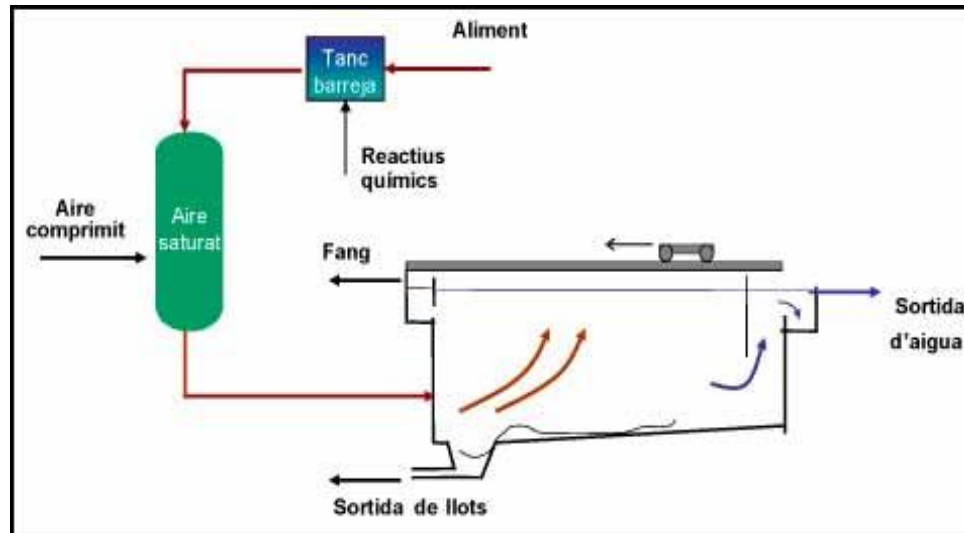
il·lustració 17: Filtre de sorra.

Font: <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/filtros-de-arena/>

Infiltració-percolació: Als tractaments d'infiltració-percolació es fa passar l'aigua a través d'un medi granular insaturat que serveix de suport per a la fixació de la població bacteriana, responsable de la degradació i eliminació dels contaminants. És necessari un sistema de pretractament de l'aigua residual. Una modalitat d'aquests tractaments és el sistema conegut com a: "tractament de les aigües residuals mitjançant aplicació superficial al terreny". Es basa en utilitzar el terra com a element depurador, aprofitant la seva capacitat com a mitjà filtrant per eliminar sòlids, i la seva activitat bacteriana per degradar la matèria orgànica i eliminar altres substàncies.[9] Els sistemes d'aplicació al terreny es classifiquen en dos grups:

- **Filtres verds:** s'aplica l'aigua residual, prèviament tractada, mitjançant algun mètode de reg sobre un terreny de característiques determinades en què creixen una o diverses espècies vegetals. El reg es realitza de forma rotativa en carrers o parcel·les, afavorint que el sòl tingui fases d'entollament o humectació i fases de repòs per a la seva re-oxigenació natural. Les espècies vegetals han de ser de mínimes exigències de manteniment, ràpid creixement, tolerants a sòls humits i una gran capacitat d'assimilar nutrients i consum d'aigua. [9]

- **Rases filtrants:** s'infiltra l'aigua residual prèviament tractada al terreny mitjançant unes rases de grava. Aquest tipus de sistema se sol emprar també per a l'evacuació d'efluents ja depurats. [9]

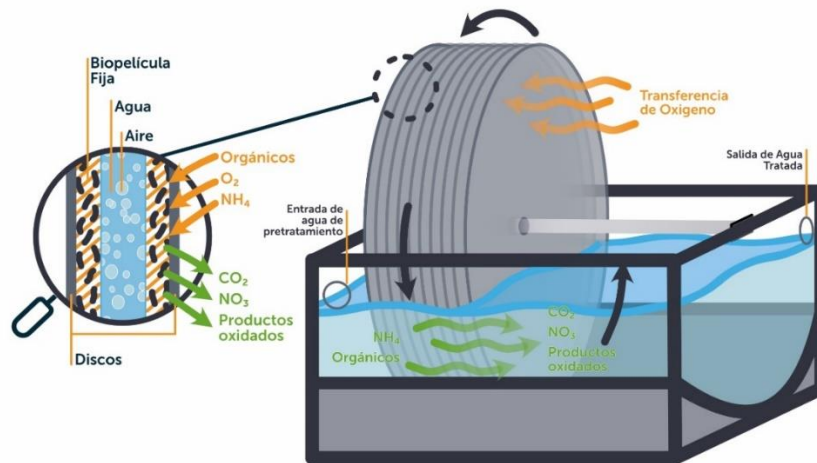


Il·lustració 18: Sistema de flotació.

Font: http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/gestio_aigues_residuals/pag/capitol3.htm#OLE_33tractaments_fisicquimics

Contactador biològic rotatiu (Biodiscs): En aquesta tecnologia els microorganismes responsables de la depuració es troben adherits formant una pel·lícula a un suport que gira submergit. L'aireig es produeix en estar el suport en contacte amb el aire en fer-se el gir.[9] Requereix el pas per dos elements:

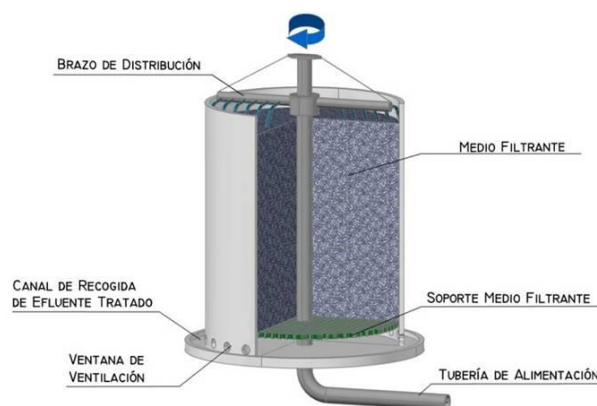
- **Contactador:** un dipòsit, normalment enterrat, acull els suports giratoris. Aquests contactors poden ser discos de material plàstic col·locats en paral·lel i units per un eix central, gàbia cilíndrica perforada amb material plàstic a la seva interior o sistemes híbrids.[9]
- **Decantador secundari/clarificador:** en aquesta etapa s'extreu l'excés de fang generat. Els CBR es cobreixen per evitar danys per agents atmosfèrics i preservar de les avaries. Es pot circular part de l'efluent final al tractament primari.[9]



Il·lustració 19: Contactor Biològic rotatiu. **Font:** <https://es.biorotor.com/como-funciona-biorotor/>

Llit bacterià: També anomenats filtres percoladors. Aquesta tecnologia es basa en una depuració mitjançant processos aerobis amb biomassa immobilitzada. Aquest sistema consta de les parts següents:

- **Reactor biològic o llit bacterià.** L'aigua travessa per gravetat un farcit de gran superfície específica sobre el que es desenvolupen microorganismes formant una pel·lícula que creix fins a un gruix límit a partir del qual es desprèn i és arrossegada pel aigua. Disposa de sistemes d'alimentació d'aigua (fixos o mòbils) i ventilació (natural o forçada). [9]
- **Decantador secundari o clarificador:** on s'aclareix l'aigua i s'hi extreu l'excés de fang (biomassa) generada.
- **Recirculació de l'aigua clarificada** al reactor (no sempre necessària).



Il·lustració 20: Llit bacterià.

Font: <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/lechos-bacterianos-tecnologia-robusta-pero-tanto-olvidada>



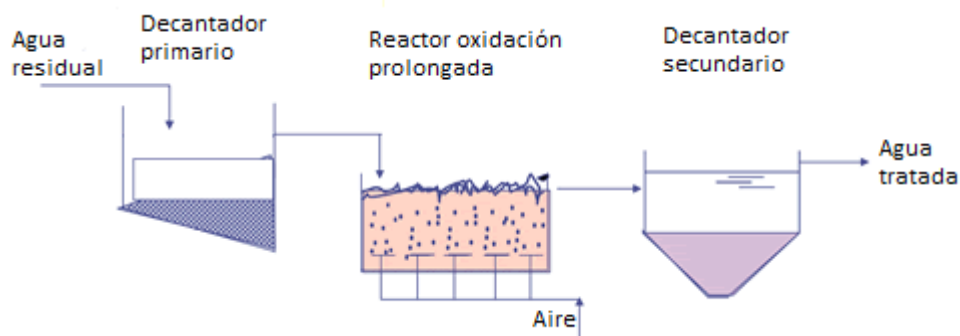
Aeració prolongada: És una variant del sistema convencional de fangs actius. El procés consta de quatre parts diferenciades:

- Oxidació biològica:** l'aigua entra al reactor biològic o cuba de ventilació que conté un cultiu bacterià en suspensió format per microorganismes agrupats en flocs. La degradació de la matèria orgànica pels microorganismes es realitza en condicions aeròbies. L'aireig es realitza mitjançant equips electromecànics, ja sigui amb airejadors mecànics o per difusió.[9]

- Decantació secundària:** consisteix en la separació de sòlid – líquid per mitjà d'un decantador o clarificador.

- Recirculació de fangs:** el fang és retornat al reactor, per mantenir la concentració de microorganismes.

- Extracció dels fangs en excés:** requereix periòdicament purga del fang en excés conseqüència del creixement continu de la biomassa bacteriana.



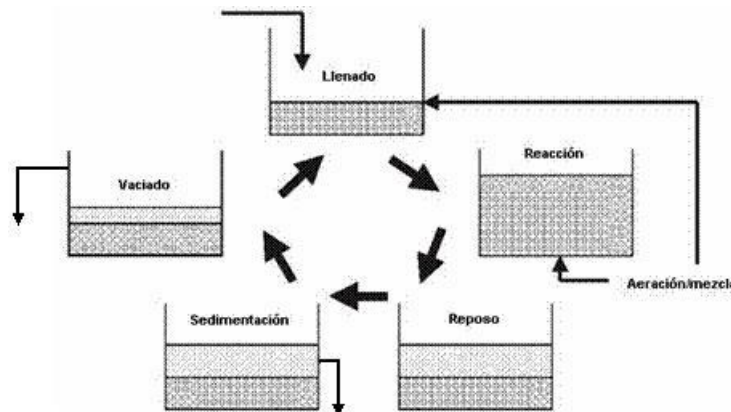
Il·lustració 21: Sistema d'aeració prolongada.

Font: <https://www.gedar.com/domesticos/vertidos-residuales/oxidacion-prolongada.htm>

Reactor seqüencial: Aquest sistema és una variant del tractament d'aireig prolongat amb la peculiaritat que tant la degradació de contaminants com la clarificació de l'efluent es fan en un mateix reactor en etapes separades temporalment: [9]

- **Etapa 1. Ompliment:** en una primera etapa es realitza l'ompliment del reactor.

- **Etapa 2.** Reacció: un cop ple es porta a cap la degradació aeròbia de la matèria orgànica. Es poden alternar fases d'anòxia anaerobiosi amb etapes airejades per a la eliminació de nutrients.
- **Etapa 3.** Sedimentació: se cessa l'aireig i es deixa decantar el fang.
- **Etapa 4.** Buidatge: l'aigua residual clarificada es retira del reactor per tornar tot seguit a repetir el cicle.
- **Fase inactiva**



Il·lustració 22: Representació reactor seqüencial.

Font: <https://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2006/12/01/53336>

2.3 Normativa

2.3.1 Normativa Europea

El primer document internacional en relació a la gestió d'aigües residuals va ser la Carta de l'Aigua, aprovada al 1968 pel consell d'Europa. En aquesta es redactaven 12 articles remarcant la importància de l'aigua a les nostres vides per tal de promoure una bona gestió d'ella. [16]

La primera norma en l'àmbit de la depuració d'aigües residuals va ser la Directiva 91/271/CEE, relativa a la recollida, tractament, sanejament i control d'aigües residuals urbanes i industrials, seguida de la Directiva 2000/60/CE. Els seus propòsits eren fixar els objectius i línies d'acció per a la protecció dels recursos hidràulics i el medi ambient, intentant rendibilitzar al màxim els recursos econòmics.[16]

La directiva 91/271/CE anava dirigida a tot els Estat Membres, però amb obligacions regionals, incloent les aigües domèstiques. El principal objectiu era que les "aglomeracions urbanes" a partir de 15.000 habitants disposessin de

sistemes de captació i depuració de les aigües residuals, i que a les zones de més “sensibilitat” apliquessin les mesures especials detallades. Aquesta directiva necessitava la cooperació de les Administracions Públiques, però l'estat és en última instància el responsable del ordenament públic. Així va ser com a Europa va començar a ser obligatòria la depuració d'aigües residuals. Amb l'actualització d'aquesta directiva per part de la Unió Europea (98/15/CE), van determinar diferents nivells de tractament en funció de la població, i en nuclis urbans majors de 2000 habitants equivalents ja es va exigir tenir sistemes de depuració. [16]

El principal objectiu a nivell estatal és controlar la qualitat abans del tractament, la instal·lació de depuració, els processos de tractament de les aigües residuals, i els límits establerts en relació als abocaments de les depuradores per així poder elaborar un informe cada dos anys per presentar a la Comissió. Al febrer del 1993 es van establir les directius ambientals de aigües residuals pels Estats Membres, i la política comunitària va establir unes pautes per seguir amb els objectius generals d'impedir la contaminació d'aigües superficials, subterranis i la seva contaminació a l'origen. [16]

Al cap d'uns anys, com a conseqüència de la directiva IPPC de Prevenció i Control Integrat de la Contaminació, va sorgir la Directiva 2000/60/CE com a model de gestió i polítiques europees en matèria d'aigües, establint així un marc comunitari de actuació per tal de poder homogeneïtzar els ordenaments polítics. Els seus objectius principals eren el control dels abocaments amb el fi d'eliminar-los per complet o reduir-ne una gran part, i la gestió hidrogràfica integrada en base a criteris físics i no administratius, planificant el us racional dels recursos. També es va introduir el concepte de “masses d'aigua” referint-se a aigües continentals superficials o subterrànies, aigües de transició, aigües costeres, entre d'altres, amb l'objectiu de no contaminar-les. [16]

2.2.2 Normativa Estatal

A nivell estatal, la Constitució Espanyola indica en l'article 45 el dret que tots tenim el us i el gaudir de un medi ambient adequat. De manera que les obligacions dels poder públics de l'Estat seran les de protegir la qualitat de les aigües, evitar abocaments contaminants i aconseguir una bona depuració d'aigües. Al desembre del 1995 es va transposar la Directiva 91/271/CEE i es va elaborar el Real Decret-Llei 11/1995 amb el fi de determinar els límits dels contaminants en els abocaments d'aigües residuals, protegir la qualitat de les aigües i combatre els efectes negatius dels abocaments residuals urbans. Es va

modificar el criteri dels habitants equivalents y es va diferir a les comunitats autònomes la delimitació de les urbanitzacions. [14]

Més endavant es v aprovar el Real Decret 509/1996, complementant a l'anterior i va ser modificat pel Real Decret 2116/1998 del 2 d'octubre, que va detallar i corregir errors relatius al requisits dels abocament d'aigües residuals urbanes en zones sensibles d'eutrofització, i va fixar detalls tècnics de les instal·lacions, col·lectors, projectes de construcció i manteniment de las depuradores. Els criteri per establir zones sensibles i zones no sensibles es revisen cada quatre anys, i son les Comunitats Autònomes les que determinen aquestes zones per les conques intracomunitàries, i el Estat per les intercomunitàries. [14]

En relació a les aigües depurades, es va aprovar el Real Decret 1620/2007 del 7 de desembre, establint el regim jurídic de la reutilització del cabal de les aigües depurades, definint la reutilització d'aquestes, els requisits necessaris i els nivells de qualitat mínim obligatoris exigits. Les aigües regenerades per tant es podran utilitzar tant per usos industrials, urbans, agrícoles, ambientals i recreatius, queda prohibit aquelles usos que afectin la salut humana i el medi ambient. La gestió dels llots s'estableix conforme la Llei 22/2011 del 28 de juny sobre residus i sols contaminats. [14]

2.3.3 Normativa Autonòmica

Cada Comunitat Autònoma pot establir mesures addicionals sobre els abocaments d'aigües residuals en el clavegueram o característiques dels col·lectors o instal·lacions, abans de ser abocades en instal·lacions publiques. En la evacuació de fangs, no estan permesos els abocaments de fangs de instal·lacions d'aigües residuals a les aigües continentals, segons el Decret Llei 11/1995. El Real Decret 1310/1993 regula el us de fangs en activitats agrícoles. S'ha d'especificar el tractament, composició i paràmetres tals com matèria seca, el PH, nitrogen, fòsfor, matèria orgànica, metalls pesats, entre d'altres. [2]

En el cas de Catalunya, tot va començar quan a l'Estatut d'autonomia de Catalunya atribueixen a la Generalitat de Catalunya competències en matèria d'aigües, obres hidràuliques i protecció del medi ambient en el marc establert per uns articles de la Constitució. El primer que van fer al rebre aquestes competències van ser la Llei 5/1981, de 4 de juny, creaven un desplegament legislatiu en matèria d'evacuació i tractament d'aigües residuals, mitjançant la qual es va crear una contribució pròpia per finançar les despeses d'inversió i explotació de les infraestructures de sanejament i depuració. [2]

El 1990 van crear-se dues lleis relatives a l'actuació de l'Administració hidràulica de Catalunya: la Llei 4/1990, de 9 de març, sobre ordenació de l'abastament d'aigua a l'àrea de Barcelona, la qual per la seva singularitat havia de ser objecte d'un tractament especial, i la Llei 5/1990, de 9 de març, d'infraestructures hidràuliques de Catalunya, on s'introdueix un nou règim econòmic i financer per a l'execució d'infraestructures generals i d'abastament. [2]

L'Administració hidràulica de Catalunya va ser reformada mitjançant la Llei 19/1991, de 7 de novembre, que va reconvertir l'organisme autònom en una entitat de dret públic amb personalitat jurídica pròpia, d'acord amb la Llei 4/1985 de l'Estatut de l'empresa pública catalana. Seguint la nova orientació de la normativa europea en matèria d'aigües, es va crear, a través de la Llei 25/1998 de mesures administratives, fiscals i d'adaptació a l'euro, l'Agència Catalana de l'Aigua, com a entitat de dret públic que assumeix totes les funcions d'Administració hidràulica única. [2]

De manera que actualment a Catalunya és l'ACA qui gestiona totes les xarxes hidràuliques, també és l'encarregat d'autoritzar els abocaments i tots els tràmits que tinguin a veure en matèria d'aigües. Recentment s'ha aprovat el pla PGSAC a través del qual busquen la millora de la qualitat dels abocaments de les estacions depuradores d'aigües residuals en servei, la millora de la garantia del funcionament dels sistemes de sanejament en servei i de la pròpia EDAR, així com les actuacions en nuclis pendents de disposar de tractament de depuració, bé sigui mitjançant la connexió en aquests sistemes de sanejament ja operatius, o bé mitjançant la construcció de noves EDAR. També s'hi inclouen actuacions en relació a la gestió dels fangs generats en els processos de depuració de les aigües residuals urbanes i actuacions en relació a l'estalvi i eficiència energètica de les infraestructures de sanejament que es troben en servei. [2]

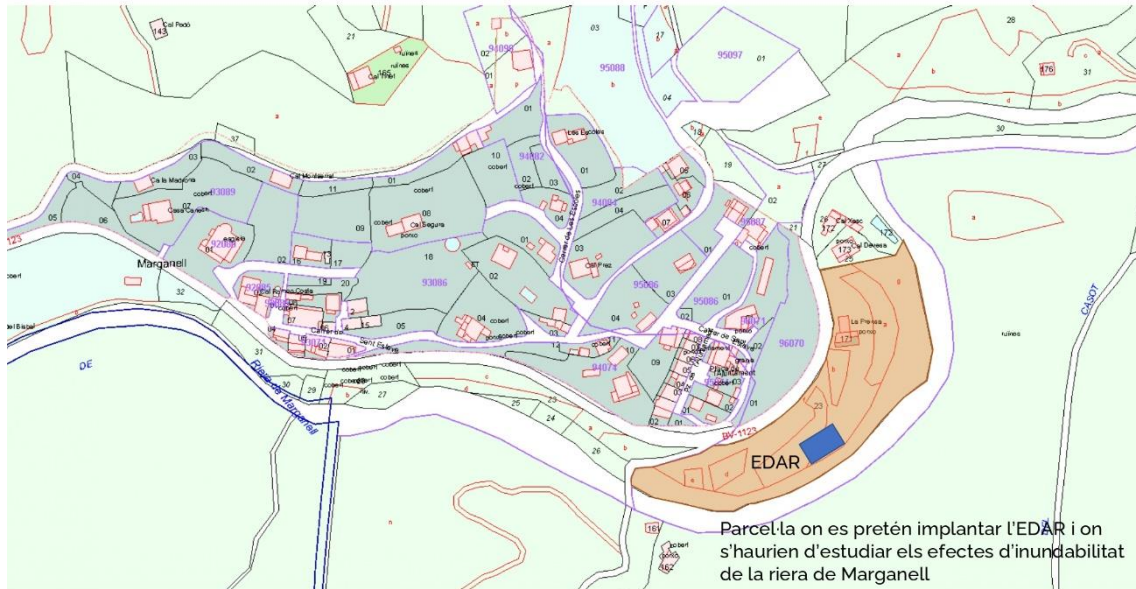
3. Dades de partida

3.1 Població

La població on s'instal·larà la EDAR és a Marganell, un petit poble situat a la comarca del Bages, inclou els nuclis de Cal Janet, Raval del Sisó, Pla de Roldors, El Casot, La Calsina.

La principal activitat econòmica del municipi és l'agricultura, en concret el cultiu de cereals. El poble és conegut per l'elaboració de mató, formatge fresc típic català, fet amb llet de vaca quallada. S'elabora artesanalment al municipi, el qual diàriament és enviat

a Barcelona o bé al petit mercat de Montserrat on a més també ofereixen productes dels seus horts i granges. El poble compta amb un riu que creua pel mig del municipi, anomenat Riera de Marganell. [15] Aquesta EDAR recollirà l'aigua de les 3 conques de la banda nord de la riera, el municipi de Marganell, pla de Roldors i disseminat del Siso. Aquí és on anirà situada l'estació depuradora:



II-Il·lustració 23: Situació EDAR. **Font:** <https://www.idescat.cat/emex/?id=082423&lang=es>

4. Disseny EDAR

Per poder començar amb el dimensionat d'una estació depuradora d'aigües residuals ens cal tenir en compte molts factors. Si volem veure la viabilitat de la planta al llarg del temps ens cal fer un estudi de la estacionalitat de la població i estimar el nombre d'habitants al cap d'un cert temps. D'aquesta manera podrem assegurar que la depuradora estarà capacitada per tractar tots els cabals en el futur. Les dades bàsiques per iniciar l'estudi són: el nombre d'habitants, el cabal mig d'entrada d'aigües i la càrrega contaminant. Dins del cabal d'entrada s'han de considerar tant les aigües residuals com les de precipitació.

4.1 Estudi de Població

L'evolució demogràfica del municipi al llarg dels anys segons l'Institut Nacional d'Estadística d'Espanya és la següent: [10]

2000	2004	2008	2012	2016	2020	2022
135	133	140	138	132	128	125

Fent servir el polinomi d'evolució de la població podem estimar aproximadament el nombre d'habitants del municipi a 10 anys vista: [21]

$$P_m = P_n \times (1 + a)^{(m-n)}$$

P_m: Població estimada per l'any (m)

P_n: Població de l'any (n)

a: Coeficient d'evolució poblacional

$$P_{2022} = P_{2000} \times (1 + a)^{(2022-2000)} \rightarrow 125 = 135 \times (1 + a)^{22} \rightarrow a = -0,00349$$

Ara amb el valor d'a podem estimar la població de l'any 2044:

$$P_{2044} = P_{2022} \times (1 + 0,00678)^{(2044-2022)} \rightarrow P_m = 125 \times (1 - 0,00349)^{22} = \mathbf{115 \text{ hab}}$$

De manera que la població estimada pel 2024 serà de **115 habitants**.

Població equivalent

Per determinar la població del disseny de l'estació depuradora es fa servir el concepte d'habitant equivalent (h-e), que expressa la concentració de matèria orgànica a les aigües a depurar. Com que la població no es manté constant, sinó que varia al llarg del temps, caldrà tenir en compte aquesta variació tant anuals com estacionals. La mesura equivalent és útil per comparar el nivell de carrega contaminant abocada al cabal de aigües que produeix la indústria, un animal o qualsevol element que no sigui un habitant com a tal.

Per aquest càlcul ens cal saber el cabal mig diari disseny $Q=24,53\text{m}^3/\text{dia}$ i també ens cal la DBO_5 la qual hem obtingut amb diferents analítiques $\text{DBO}_5= 490\text{mg O}_2/\text{L}$. Aplicant la formula següent: [21]

$$\text{Habitants equivalents} = Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \right) \times \frac{\text{DBO}_5 \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)}{60\text{g} \frac{\text{DBO}_5}{\text{dia}}} = 24,53 \times \frac{490}{60} = \mathbf{200 \text{ habitants equivalents}}$$

De manera que la nostre població equivalent pels pròxims 20 anys serà de 200 h-e.

Població estacional

Segons el IDESCAT es desconeix si hi ha població estacional, és per això que l'Organització d'Aigües de Manresa ha decidit no tenir-la en compte, ja que seria un nombre molt petit que no alteraria gaire la selecció de tecnologies.

Dotació

Entenem com a dotació el cabal i el volum d'aigua que els plans hidrològics consideren adequats per a la satisfacció de determinats usos de l'aigua. Ho podem calcular amb la següent fórmula: [21]

$$\text{Cabal anual} = (\text{Pob. Nucli}_{\text{hivern}} * 100\%Dh + \text{Pob. Ubrantzació}_{\text{hivern}} * 100\%Dh) * 290 \\ + (\text{Pob. Nucli}_{\text{estiu}} * 100\%Dh + \text{Pob. Ubrantzació}_{\text{estiu}} * 160\%Dh) * 75$$

$$8712 = ((112 * 100\%Dh) * 290 + (112 * 100\%Dh) * 75) \rightarrow Dh = 0,214m^3/hab/dia \rightarrow \mathbf{214 l/hab/dia}$$

Tindrem una dotació de 214 l/hab/dia.

Cabals de disseny

Cabal mig de disseny: Cabal total al llarg del dia, en funció de la dotació escollida. [21] El podem calcular amb la formula següent:

$$\text{Cabal disseny} = \text{Població futura} \cdot \text{Dotació} \cdot \text{coeficient de retorn} \\ = 135 \cdot 214 \cdot 0,85 = \mathbf{24,53 m^3/dia}$$

Cabal mig horari: Cabal mig horari de les aigües residuals que circula pel col·lector i es tracten a la EDAR. [21] Es calcula amb la següent formula:

$$Q_{MH} = \frac{\text{Cabal mig de disseny}}{24h} = \frac{24,53}{24} = \mathbf{1,02 m^3/h}$$

Cabal punta horari: És el cabal màxim que en un determinat moment s'estima que pit entrar a la planta. [21] El podem calcular multiplicant cabal mig horari pel

factor punta obtingut amb la fórmula expressada en el "Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras Tomo II (CEDEX), tema 19 "Dimensionamiento de una EDAR, J.G Batanero, Madrid 1994:

$$FP = 1,15 + \frac{2,575}{\sqrt{QMH}} = 1,15 + \frac{2,575}{\sqrt{1,02}} = 3,51$$

$$Cabal\ punta\ horari = QMH \cdot FP = 1,02 \cdot 3,51 = 3,59m^3/h$$

Cabal de dilució: Cabal que pot entrar a la planta en temps de pluja, una vegada superat el sobreeixidor d'emergència situat a l'entrada. [21] El podem calcular amb la següent fórmula:

$$Cabal\ dilució = QHP \cdot 5 = 1,02 \cdot 5 = 5,11 m^3/h$$

Carrega contaminant

La norma alemanya ATV-A131 defineix que les carregues per habitant equivalent en mg/hab.dia sense superar el 85% dels dies, sense considerar les recarregues procedents del tractament de fangs es troben a la següent taula:

Parámetro	Agua residual (mg/hab/d)
D.B.O. mg/l	60
D.Q.O. mg/l	120
SS mg/l	70
NTK mg/l	11
P mg/l P	1,8

Taula 6. Carregues per habitant equivalent. **Font:** Normativa ATV-A131

Es faran servir aquests valors menys el cas del nitrogen i el fòsfor degut a que Espanya encara no s'han erradicat el detergents amb fosfats de manera que la concentració de les aigües residuals sol variar. A Espanya la concentració del fòsfor és de 2,7 mg/hab/dia i la del nitrogen és de 10 mg/hab/dia.

Per calcular les concentracions i les carregues es faran servir les següents formules:

$$\text{Concentració (mg / l)} = \frac{\text{Contaminació específica (g/h.e * d)} \cdot 1000 \text{ (mg/g)}}{\text{Dotació (l/h.e * d)}}$$

$$\text{Carrega (Kg / dia)} = \frac{\text{Contaminació específica (g/h.e * d)} \cdot \text{Població (h.e)}}{1000 \text{ (g/kg)}}$$

Aplicant-les i substituint els valors de les taules:

- DBO₅

$$DBO_5 = \frac{60 \cdot 1000}{214} = 280 \text{ mg/l}$$

$$DBO_5 = \frac{60 \cdot 200}{1000} = 12 \text{ Kg/dia}$$

- DQO

$$DQO = \frac{120 \cdot 1000}{214} = 561 \text{ mg/l}$$

$$DQO = \frac{120 \cdot 200}{1000} = 24 \text{ Kg/dia}$$

- SS

$$SS = \frac{70 \cdot 1000}{214} = 327 \text{ mg/l}$$

$$SS = \frac{70 \cdot 200}{1000} = 14 \text{ Kg/dia}$$

- Nitrogen

$$N = \frac{10 \cdot 1000}{214} = 47 \text{ mg/l}$$

$$N = \frac{10 \cdot 200}{1000} = 2 \text{ Kg/dia}$$

- Fòsfor

$$P = \frac{2,7 \cdot 1000}{214} = 13 \text{ mg/l}$$

$$P = \frac{2,7 \cdot 200}{1000} = 0,54 \text{ Kg/dia}$$

Al tractar-se d'un projecte real s'han pres 5 mostres integrades de cada punt d'abocament, 3 en dia laborable i 2 de cap de setmana, tal com indica l'ACA per la realització de projectes. [18] De manera que podem fer la comparativa amb les dades teòriques obtingudes i les mitjanes dels anàlisis realitzats.

TAULA COMPARATIVA CONCENTRACIÓ REAL VS TEORICA		
PARAMETRE	VALOR REAL	VALOR TEÒRIC
DBO ₅	490	280
DQO	1038	561
SS	290	327
Nitrogen	78,01	47
Fòsfor	11,11	13

Tabla 7: Taula Comparativa. **Font:** Elaboració pròpia.

Podem veure com la majoria dels valors són molt semblants excepte la DBO₅ i la DQO que el valor és quasi al doble. Això és degut a que el carrer major del poble hi ha dues formatgeries. Per tal fer una depuradora el més real possible agafarem com a vàlids els resultats dels anàlisis.

El problema mediambiental més important de la indústria làctia és la generació d'aigües residuals, tant pel volum com per la càrrega contaminant associada, generalment orgànica. Aquestes es poden classificar en funció dels dos focus de generació: processos i neteja, i refrigeració.

- **Aigües de Neteja i Procés:** es tracta d'aigua provinent de la neteja de superfícies, canonades, tancs, equips. Pèrdues de producte, sèrum, salmorra, ferments, etc. Són aigües que es caracteritzen per tenir pH extrems, alt contingut orgànic (DBO i DQO), olis i greixos, sòlids en suspensió. [3]
- **Aigües de Refrigeració:** Es tracta d'aigua provinent de les torres de refrigeració, condensats, etc. Són aigües que experimenten variacions de temperatura i conductivitat. [3]

S'ha estimat que el 90% de la DQO de les aigües residuals d'una indústria làctia es deu a components de la llet i només el 10% a brutícia aliena. [3]

A la composició de la llet a més d'aigua s'hi troben greixos, proteïnes, sucres i sals minerals. Els productes lactis en general a més dels components de la llet poden contenir sucre, sal, colorants, estabilitzants, etc., depenent de la pròpia naturalesa i tipus de producte i de la tecnologia de producció emprada. Tots aquests components apareixen a les aigües residuals en major o menor quantitat, bé per dissolució o per arrossegament dels mateixos amb les aigües de neteja. [13]

En general, els efluents líquids d'una indústria làctia presenten les característiques següents:

- Alt contingut en matèria orgànica, degut a la presència de components de la llet. La DQO mitjana de les aigües residuals d'una indústria làctia es troba entre 1.000-6.000 mg DBO/L. [13]
- Presència de olis i greixos, a causa del greix de la llet i altres productes lactis, com a les aigües de rentat de la maçada. [13]
- Nivells elevats de nitrogen i fòsfor, principalment deguts als productes de neteja i desinfecció. [13]
- Variacions importants del pH, abocaments de solucions àcides i bàsiques. Principalment procedents de les operacions de neteja, podent variar entre valors de pH 2-11. [13]
- Conductivitat elevada, especialment a les empreses productores de formatge a causa de l'abocament de clorur sòdic procedent del salat del formatge. [13]



- Variacions de temperatura degut a les aigües de refrigeració. [13]
- Les pèrdues de llet, que poden arribar a ser del 0,5-2,5% de la quantitat de llet rebuda o en els casos més desfavorables fins al 3-4%, són una contribució important a la càrrega contaminant de l'efluent final. Un litre de llet sencera equival aproximadament a una DBO₅ de 110.000 mgO₂/L i una DQO de 210.000 mgO₂/L. [13]

RESUM DADES DE PARTIDA	
PARÀMETRE	VALOR
Població futura	115 Habitants
Població equivalent	200 Habitants Equivalents
Dotació	214 l/hab·dia
Cabal de disseny	24,53 m ³ /dia
Cabal mig horari	1,02 m ³ /dia
Cabal punta horari	3,59 m ³ /h
Cabal dilució	5,11 m ³ /h
DQO	1038 mg/l
DBO₅	490 mg/l
Nitrogen	78,1 mg/l
Fòsfor	11,11 mg/l
Sòlids en Suspensió	290 mg/l
Olis i Greixos	49,7 mg/l
pH	7,17 mg/l

Tabla 8: Taula Dades de Partida. **Font:** Elaboració pròpia



4.2 Dimensionat de les instal·lacions

Per dimensionar les instal·lacions de la EDAR, hem adoptat aquesta solució:

Pretractament

- Desbast
- Dessorrat

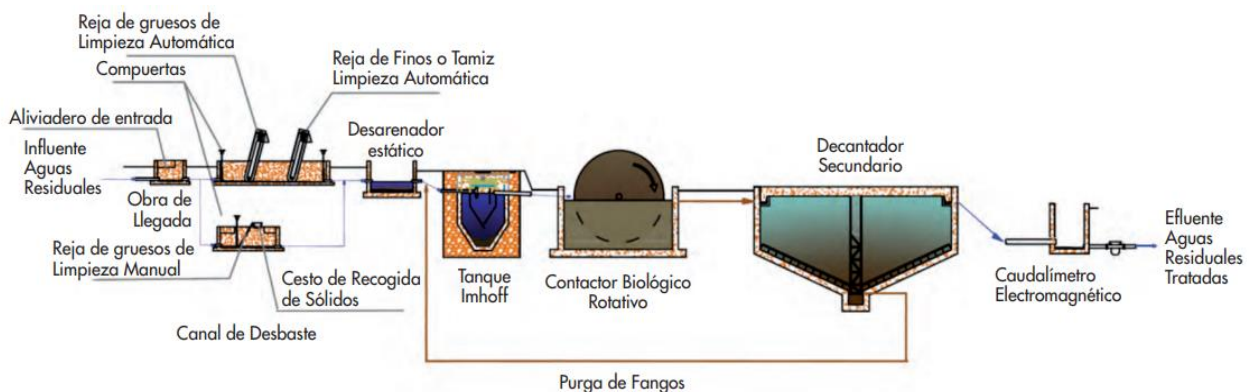
Tractament Primari

- Tanc Imhoff

Tractament Secundari

- Biodiscs
- Llits de Macròcit

La solució proposada començarà amb la instal·lació d'una arqueta d'homogeneïtzació on arribaran els diferents afluents de l'estació, de la qual les dimensions es determinaran quan s'hagi acceptat la solució. Seguidament s'instal·larà un sistema de desbast amb dos canals, un d'automàtic amb gruixuts i fins, i un canal manual en cas de que falles l'altre. A continuació, hi haurà un tanc Imhoff per tal de reduir els sòlids en suspensió. Pel tractament secundari hem optat per dos mètodes diferents degut a l'alta contaminació biològica de la indústria làctia. El primer serà un sistema de biodiscs, ja que es recomana molt en petites poblacions. El segon seran els llits de macròcit que ens serviran per acabar de purificar l'aigua i a més tractar els llots. Finalment s'instal·larà un dipòsit d'acumulació de llots per tal de regular el cabal de sortida. A continuació és detallarà amb més detall cada un dels equips, però cal destacar que això és una solució proposada i en funció del pressupost o altre factors pot ser modificada.



Il·lustració 24: Representació d'una EDAR.

Font: <https://www.aragon.es/documents/20127/24009052/Manual+CEDEX2.pdf/32188fba-b20f-ecac-fb01-49a15e0e3cd9?t=1578648844927>

Aquesta imatge és una proposta del manual CEDEX per a poblacions de 200 habitants equivalents. En el nostre cas és pràcticament iguala excepte perquè hem optat pels llits de macròfit per així poder tractar millors els llots, però aquesta seria una altre solució.

4.2.1 Càlculs Pretractament

Desbast

Segons el manual per la implantació de sistemes de depuració per a petits municipis del CEDEX [9] l'amplada del canal de desbast es calcula amb la següent formula:

$$W = \left(\frac{Q}{V \cdot H} \cdot \frac{E + e}{E} \cdot c \right)$$

On:

- **W:** Amplada del canal a la zona de les reixes, en m.
- **Q:** Cabal màxim que passa pel canal en m³/s. En el nostre cas 0,001m³/s.
- **V:** Velocitat màxima del pas de l'aigua entre les barres en m/s. Segons el manual del CEDEX és 1,40 m/s.
- **H:** Nivell d'aigua que arriba a la reixa en m. Segons el manual CEDEX el seu valor és 1,00 m.
- **E:** Amplada dels barrots en mm. Segons les recomanacions del manual CEDEX s'agafa 12 mm.
- **e:** Separació entre els barrots en mm. Segons les recomanacions del manual CEDEX s'agafa 30 mm.
- **C:** Coeficient de seguretat que cal té en compte el grau de colmatació de la reixa. Segons el manual CEDEX el seu valor és 1,30.

$$W = \left(\frac{0,001}{1,4 \cdot 1} \cdot \frac{12 + 30}{12} \cdot 1,30 \right) = \mathbf{0,00325\ m}$$

Al tractar-se d'un valor tant extremadament petit no el podem tenir en compte. El manual CEDEX recomana que en municipis molt petits es pot agafar el valor **0,3 m** com a amplada mínima de les reixes.

Una vegada determinada l'amplada del canal ens cal buscar el nombre de barres per construir la reixa del grossos es calcula de la següent manera:

$$W = n \cdot \frac{E}{1000} + (n + 1) \frac{e}{1000}$$

On:

- **n:** Numero de barres
- **W:** Amplada del canal a la zona de les reixes, en m. En el nostre cas serà 0,30 m.
- **E:** Amplada dels barrots en mm. Segons les recomanacions del manual CEDEX s'agafa 12 mm.
- **e:** Separació entre els barrots en mm. Segons les recomanacions del manual CEDEX s'agafa 30 mm.

$$0,30 = n \cdot \frac{12}{1000} + (n + 1) \frac{30}{1000} \rightarrow n = \mathbf{6,43 \text{ barres}}$$

Al ser un nombre decimal sempre s'acostuma a tirar a l'alça per tant arrodonim a **7 barres**.

Segons el manual del CEDEX [9], l'altura de l'aigua en el canal de desbast es calcula mitjançant la següent formula:

$$h = \frac{Q}{v} \cdot \frac{1}{W}$$

On:

- **W:** Amplada del canal a la zona de les reixes, en m En el nostre cas 0,30 m.
- **Q:** Cabal màxim que passa pel canal en m³/s. En el nostre cas 0,001m³/s.
- **V:** Velocitat d'aproximació en el canal. Segons el manual del CEDEX és 0,40 m/s.

$$h = \frac{0,001}{0,40} \cdot \frac{1}{0,30} = \mathbf{0,0084\ m}$$

Al tractar-se d'un valor tant extremadament petit no el podem tenir en compte. El manual CEDEX recomana que en municipis molt petits es pot agafar el valor **0,25 m** com a altura de l'aigua del canal.

Segons el manual del CEDEX [9], la longitud del canal de desbast es calcula amb la formula següent:

$$L = T \cdot v$$

On:

- **L:** Longitud del canal de desbast, en m.
- **T:** Temps de retenció en s. Entre els valors proposats pel CEDEX s'agafa un valor de 5s.
- **V:** Velocitat de aproximació en m/s. Agafarem de referencia el valor de 0,30 m/s del llibre "Wasterwater Engineering, Treatemant and Reuse. Mc Graw-Hill".

$$L = 5 \cdot 0,3 = \mathbf{1,5\ m}$$

Dessorrat

Segons el manual del CEDEX [9], la altura de la lamina de l'aigua es calcula de la següent manera:

$$h \cdot b = \frac{Q}{V_h}$$

On:

- **h:** Altura de la lamina de l'aigua al dessorrador, en m.
- **b:** Amplada del canal en m, com que es dissenya conjuntament amb els desbast serà la mateixa de 0,3 m.

- **Q:** Cabal màxim que passa pel canal en m³/s. En el nostre cas 0,001m³/s.
- **V_h:** Velocitat horitzontal en m/s. Segons el manual del CEDEX, és de 0,30 m/s.

$$h \cdot 0,3 = \frac{0,001}{0,30} \rightarrow h = 0,01 \text{ m}$$

Tindrem una altura de la lamina d'aigua de **0,01m**.

Per calcular la longitud del dessorrador el manual del CEDEX diu que ha de ser 20.25 vegades l'altura de la lamina d'aigua, en el nostre cas seria d'uns 0,2 m. Com que els dos valors són molts petits i no són significatius, es recomana agafar **0,2 m d'altura i 1,1 m de longitud**. Per verificar que aquests valors són certs, ho comprovem amb dues formules. Primer amb la carrega hidràulica a cabal màxim que segons el manual es calcula de la següent manera:

$$V_s = \frac{Q}{L \cdot b}$$

On:

- **V_s:** Carrega hidràulica en m³/(m²·h)
- **b:** Amplada del canal en m, com que es dissenya conjuntament amb els desbast serà la mateixa de 0,3 m.
- **Q:** Cabal màxim que passa pel canal en m³/h. En el nostre cas 3,59 m³/h.
- **L:** Longitud considerada del dessorrador en m. En el nostre cas 1,10m.

$$V_s = \frac{3,59}{1,1 \cdot 0,2} = 16,32 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$$

Obtenim un valor de **16,32 m³/(m²·h)** inferior al màxim de 70 m³/(m²·h) fixat pel manual.

La segona comprovació que farem és el temps de residència a cabal màxim, segons el manual del CEDEX [9] el podem calcular de la següent manera:

$$T = \frac{L \cdot b \cdot h}{Q}$$

On:

- **T:** Temps de residència en hores.
- **L:** Longitud considerada del dessorrador en m. En el nostre cas 1,10m.
- **b:** Amplada del canal en m, com que es dissenya conjuntament amb els desbast serà la mateixa de 0,3 m.
- **h:** Altura del canal del dessorrador. En el nostre cas 0,20m.
- **Q:** Cabal màxim que passa pel canal en m³/h. En el nostre cas 3,59 m³/h.

$$T = \frac{1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,2}{3,59} = 0,018h \rightarrow 1,10 \text{ min}$$

Obtenim un valor de **1,10 min** de retenció dins el límit definit pel CEDEX, de manera que la solució adoptada és la correcte.

Si apliquem els paràmetres reductors indicats pel CEDEX, després de fer el pretractament la concentració dels contaminants són:

RENDIMENT PRETRACTAMENT			
PARÀMETRE	ENTRADA EDAR	% REDUCCIÓ	SORTIDA
DBO ₅	490,00 mg/l	25 %	367,5 mg/l
DQO	1038,00 mg/l	20%	830,4 mg/l
SST	290,000 mg/l	15 %	246,5 mg/l

Taula 9: Rendiment Pretractament. **Font:** Elaboració pròpia

4.2.2 Càlculs tractament primari

Tanc Imhoff

Pel Tanc Imhoff no hi ha unes formules establertes, sinó que el manual CEDEX fa unes recomanacions a nivell general. Pel seu dimensionat es té en compte dos criteris diferents:

- **Zona de decantació:** Aquesta zona es dimensiona perquè la velocitat ascensional sigui de 1,0-1,5 m/h a cabal màxim, amb un temps de retenció hidràulic d'orde de 90 min a cabal màxim també.

- **Volum de la zona de digestió:** Per un temps de digestió dels llots de 6 mesos, el valor recomanat pel dimensionament de la zona de digestió se situa al voltant de 0,07 m³/h-e.

Per fer-nos una idea de les dimensions del tanc, amb la nostra població equivalent de 200 habitants consultant el catàleg de "Remosa" podem veure un volum de 40.000 litres, entre d'altres especificacions.

REF.	HE	Volumen l	D mm	H mm	Peso Kg
IVFF 100	100	20.000	2.500	4.500	900
IVFF 150	150	30.000	2.500	6.650	1.200
IVFF 200	200	40.000	3.000	5.500	1.500
IVFF 250	250	50.000	3.000	7.500	1.900
IVFF 300	300	60.000	3.500	6.950	2.200

Taula 10: Catàleg Remosa

Font: <https://www.remosa.net/wp-content/uploads/pdf/ES/Depuracion/catalogo-tanque-imhoff.pdf>

RENDIMENT TRACTAMENT PRIMARI			
PARÀMETRE	ENTRADA	% REDUCCIÓ	SORTIDA
DBO ₅	367,5 mg/l	25 %	275,63 mg/l
DQO	830,4 mg/l	25%	622,8 mg/l
SST	246,5 mg/l	55 %	110,93 mg/l

Taula 11: Rendiment tractament primari. Font: Elaboració pròpia

4.2.3 Càlculs tractament secundari

Biodiscs

Per determinar la superfície necessària del contactor el manual CEDEX [9] proposa la següent fórmula:

$$A_{RC} = \frac{DBO_5 \cdot 1000}{C_{S,DBO5}}$$

On:

- **DBO₅**: Carrega orgànica a tractar. En el nostre cas 6,75 kg DBO₅/d.
- **A_{RC}**: Superfície teòrica del CBR per eliminar la matèria carbonada. En m².
- **C_{s, DBO5}**: Carrega de DBO₅ superficial en el CBR en g DBO₅/m² · d. El manual recomana un valor 10 g DBO₅/m² · d.

$$A_{RC} = \frac{6,75 \cdot 1000}{10} = 675 \text{ m}^2$$

Obtenim un resultat de **675 m²**, per tant haurem d'instal·lar un disc que tingui aquesta superfície de contacte.

Podem verificar aquest resultat mirant el catàleg de "filtramas" on amb una població equivalent de 200 habitants, la superfície és de 632 m², de manera que el nostre resultat és bastant encertat.

	DB-100	DB-200	DB-300	DB-400	DB-500	DB-600	DB-700	DB-800
Superficie total (m2)	316	632	948	1264	1580	1896	2212	2528
Diámetro exterior (mm)	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160
Número de biozonas:	1	1	2	2	4	4	4	5
Diámetro eje (mm)	355,6	355,6	355,6	355,6	355,6	355,6	355,6	355,6
Capacidad depuración (Hab. equiv)	103	206	309	412	515	618	721	823
Anchura del tanque B (m)	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Altura del tanque (H) m	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Longitud L (m)	0,66	1,16	1,97	2,48	3,58	4,09	4,60	5,40
Potencia instalada (Kw)	0,37	0,55	0,75	1,1	1,1	1,5	2,2	2,2

Taula 12: Catàleg filtramas.

Font: <http://www.filtramas.com/catalogo/tratamiento-biologico/biodiscos-b22-b36/>

RENDIMENT BIODISCS			
PARÀMETRE	ENTRADA	% REDUCCIÓ	SORTIDA
DBO ₅	275,63 mg/l	90 %	27,38 mg/l
DQO	622,8 mg/l	85%	93,42 mg/l
SST	110,93 mg/l	90 %	11,09 mg/l

Taula 13: Rendiment Biodiscs. **Font:** Elaboració pròpia

Llits de macròcit

Per saber la superfície dels llits el manual del CEDEX [9] proposa aquesta fórmula:

$$S = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{C_i}{C_e}\right)}{K_t \cdot h \cdot \varphi_s}$$

On:

- **S:** Superfície mínima necessària del llit. En m².
- **Q:** Cabal d'alimentació en m³/d. En el nostre cas 24,53m³/dia.
- **C_i** : Concentració del contaminant a l'entrada en mg/l. En el nostre cas 93,42 mg/l.
- **C_e**: Concentració del contaminant esperat a la sortida. Segons la normativa s'espera 25 mg/l.
- **h:** Profunditat de la lamina de l'aigua en m. En el nostre cas seguint les recomanacions del CEDEX s'agafa 0,60 m.
- **φ_s**: Porositat del substrat filtrant. En el nostre cas seguint les recomanacions del CEDEX s'agafa un mínim de 35%.
- **K_t**: Constant de reacció, la qual es calcula amb la següent expressió:

$$K_t = K_r \cdot \theta_r^{(T_w - T_r)}$$

On:

- **K_r**: Constant de reacció a la temperatura de referencia. Seguint les indicacions del manual CEDEX podem agafar un valor de 1,104 d⁻¹.
- **θ_r**: Coeficient de temperatura. Seguint les indicacions del manual CEDEX podem agafar un valor de 1,06.
- **T_w**: Temperatura del mes més fred. Segons les recomanacions del CEDEX agafem un valor aproximat de 0°C.
- **T_r**: Temperatura de referencia a la que s'ha calculat el θ_r, segons el manual CEDEX són 20 °C.

$$K_t = 1,104 \cdot 1,06^{(0-20)} = 0,34$$



$$S = \frac{24,53 \cdot \ln\left(\frac{93,42}{25}\right)}{0,34 \cdot 0,6 \cdot 0,35} = 453 \text{ m}^2$$

Obtenim una superfície aproximada pels llits de macròfit de **453 m²**.

Aquests serien els resultats finals després del tractament proposat:

RENDIMENT LLITS DE MACRÒFIT			
PARÀMETRE	ENTRADA	% REDUCCIÓ	SORTIDA
DBO ₅	27,38 mg/l	91 %	2,46 mg/l
DQO	93,42 mg/l	84%	14,95 mg/l
SST	11,09 mg/l	94 %	0,67 mg/l

Taula 14: Rendiment llits de macròfit. Font: Elaboració pròpia

Comprovant la taula 3 del present document, podem verificar que tots els paràmetres estan dins els límits d'abocament que marc la present normativa

5. Pressupost

Tractament	Preu
Desbast: Amb un abast màxim de 600 habitants equivalents i un cabal màxim de 15 m ³ /h.	5.000 €
Dessorrador: Amb un abast màxim de 1000 habitants equivalents i un volum de 1000l.	4.000 €
Tanc Imhoff: Amb un abast màxim de 150 habitants equivalents i un volum de 22.500l.	9.500 €
Biodiscs: Amb un abast de 200 habitants equivalents i un cabal màxim de 30 m ³ /dia.	38.500 €
Llits de Macròfit: Amb un abast de 150 habitants equivalents i un cabal màxim de 15 m ³ /dia.	30.000 €
Electricitat i telecontrol	20.000€
Obra civil	15.000€
TOTAL + 21% IVA	122.000 €

Aproximadament, fent una estimació del costs dels equips ens costaria un total de 122.000€. Això només seria una part del pressupost, caldria afegir altres despeses contemplades en el projectes civils. Cal destacar que tant els biodiscs com els llits de macròcit són equips amb una inversió inicial molt alta però que amb un bon manteniment aconseguim molt bons resultats.

5. Conclusions

Després de fer tot l'estudi del dimensionat de la nostra EDAR, podem concloure que malgrat la dificultat que presentàvem en tenir uns nivells de DQO i de DBO₅ extremadament alts, inclús en alguna de les analítiques fora de la normativa, finalment hem trobat una solució òptima per Marganell.

L'EDAR constarà primerament un pretractament amb un canal de desbast i un altre de dessorrat, amb aquests dos equips reduïm aproximadament un 20% dels contaminants inicials. Seguidament, instal·larem un Tanc Imhoff el qual ens permet reduir un 55% dels sòlids en suspensió. Per acabar, com a tractament secundari hem optat per dos equips: un sistema de biodiscs, molt recomanat per l'ACA, i un sistema de llit de macròcit, amb aquesta instal·lació aconseguim reduir quasi un 88% dels paràmetres que més ens preocupaven, la DQO i DBO₅. Per tant, podem dir que hem trobat la depuració òptima de les nostres aigües seguint totes recomanacions governamentals establertes i sempre dins els valors límits de les normatives actuals.

També cal destacar que això és una possible proposta que s'ajusta als requisits de les dades contaminants, però que pot ser modificada en qualsevol moment en funció de les necessitats del projecte, ja sigui pressupost, estoc, problemes mediambientals, entre altres.

Finalment, com a conclusió personal m'ha sorprès que la gestió de l'aigua, un dels elements més importants de les nostres vides, pugui ser tan diferent al voltant de tot el país d'Espanya. Cada comunitat té la seva pròpia normativa i cada comarca inclús ciutat disposa de criteris diferents respecte a altres ciutats de la mateixa comarca.

6. Referències

1. *4.3 La depuració d'aigües residuals.* (s/f). Upc.edu. Accés el 20 d'abril de 2023, de <https://tecnologiaisostenibilitat.cus.upc.edu/continguts/tractaments-i-depuracio-daigues/4.-els-processos-de-tractaments/4.3-la-depuracio-daigues-residuals.html>
2. *Administració hidràulica de Catalunya i altres entitats amb competències en matèria d'aigües.* (s/f). Agència Catalana de l'Aigua. Accés el 3 de març de 2023, de <https://aca.gencat.cat/ca/laca/normativa/administracio-hidraulica-de-catalunya-i-altres-entitats-amb-competencies-en-materia-daigues/>
3. AEMA. (2014, febrer 24). *Depuradora de Aguas Residuales industria láctea – Aspectos Medioambientales que todo responsable de calidad debe controlar.* Aguas Industriales; AGUA, ENERGÍA Y MEDIOAMBIENTE SERVICIOS INTEGRALES, S.L.U. (AEMA). <http://aguasindustriales.es/depuradora-de-aguas-residuales-industria-lactea-aspectos-medioambientales-que-todo-responsable-de-calidad-debe-controlar/>
4. *Biodiscos B22 - B36.* (2018, març 13). FILTRAMAS. <http://www.filtramas.com/catalogo/tratamiento-biologico/biodiscos-b22-b36/>
5. *Capitol 3.* (s/f). Udg.edu. Accés el 2 d'abril de 2023, de http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/gestio_aigues_residuals/pag/capitol3.htm
6. De las, M. se E. la S. S.-L. y. la D. (s/f). *El tanque Imhoff es un tratamiento primario.* Remosa.net. Accés el 14 de març de 2023, de <https://www.remosa.net/wp-content/uploads/pdf/ES/Depuracion/catalogo-tanque-imhoff.pdf>
7. Del agua concretado en, E. 6. de M. de 1968 F. R. en E. la C. E. del A. F. U. D. de P. P. U. C. G. (s/f). *LA CARTA EUROPEA DEL AGUA.* Consorcioaa.com.

- Accés el 2 de març de 2023, de https://consorcioaa.com/wp-content/uploads/2018/03/Carta_Europea_del_Agua.pdf
8. *Depuració d'aigües residuals*. (n.d.). Agència Catalana de l'Aigua Accés el 6 de març del 2023, de <https://aca.gencat.cat/ca/laigua/gestio-del-cicle-de-laigua/depuracio-daigüees-residuals/index.html>
 9. Miguel, E. O. (2010). Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.
 10. *Idescat. El municipio en cifras*. (s/f). Idescat.cat. Accés el 25 de abril de 2023, de <https://www.idescat.cat/emex/?id=082423&lang=es>
 11. Introducción, •. (s/f). *DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES*. Gob.es. Accés el 21 de març de 2023, de https://sig.mapama.gob.es/Docs/PDFServicios/EDAR_Q2019.pdf
 12. *Linea de agua*. (s/f). Gob.es. Accés el 25 d'abril de 2023, de <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/saneamiento-depuracion/sistemas/edar/linea-agua/default.aspx>
 13. *Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea*. (2020, març 16). Condorchem Envitech. <https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-de-aguas-residuales-de-la-industria-lactea/>
 14. Urbanas, R. (s/f). *DIRECTIVA 91/271/CEE SOBRE EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS*. Gob.es. Accés el 23 de maig de 2023, de https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/03_Manual_Directiva_91_271_CEE_tcm30-214069.pdf
 15. Wikipedia contributors. (s/f). *Marganell*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Accés el 4 de maig de 2023, de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Marganell&oldid=148272137>
 16. (S/f-a). Europa.eu. Accés el 13 de març de 2023, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=ES>



17. (S/f-b). Santfruitos.cat. Accés el 20 de març de 2023, de
<https://www.santfruitos.cat/seu-electronica/informacio-oficial/normativa-ordenances-generals/ordenanca-dabocament-daigues-residuals-de-la-mancomunitat-de-municipis-del-bages-per-al-sanejament.pdf>
18. (S/f-c). Gencat.cat. Accés el 25 de març de 2023, de <http://aca-web.gencat.cat/aca/Geco/IP/PGSAC/01-01-PGSAC-ca.pdf>
19. (S/f-d). Culturacientifica.org. Accés el 20 de maig de 2023, de
http://www.culturacientifica.org/depuradora/Anejo_05_Estudio%20de%20demo-grafia%20y%20caudales.pdf
20. (S/f-e). Sirio.ua.es. Accés el 13 de abril de 2023, de
<https://sirio.ua.es/proyectos/proyecto1/0106.pdf>
21. (S/f-f). Upc.edu. Accés el 14 de març de 2023, de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13058/C%C3%A0lculs.pdf?sequence=5&isAllowed=y>



Full 1/1

Oficina Tècnica
 AIGUES DE MANRESA, S.A.
 Mireia Félix

INFORME DE RESULTATS ANALITICS:

DADES DE LA MOSTRA: (Mostra lliurada pel client)

Registre N° : 2207526
 Referència mostra : -
 Data de recollida² : 24-07-2022
 Data recepció/inici : 25-07-2022
 Data finalització : 17-08-2022

Procedència² : Marganell
 Punt de mostreig² : P3
 Hora de recollida² :
 Hora de recepció : 10:30

DETERMINACIONS ANALITQUES:

PARAMETRES	(Mètode analític)	RESULTATS	INC.
Fòsfor Total (mg P/L)	(LP0027)	3.9	
Nitrits (mg NO ₂ /L)	(Espectrofotomètric)	0.08	
pH (l)	(LP0083)	7.9	
Nitrats (mg NO ₃ /L)	(Espectrofotomètric)	< 3	
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	(UNE-EN 1899, volumètric)	240	
Nitrogen Kjeldahl (mg N/L)	(LP2043)	36.7	
Olis i Greixos (mg/L)	(Gravimètric)	23	
Matèries en Suspensió (mg/L)	(LP2058)	90	
Demanda Química d'Oxigen no decantada (mg O ₂ /L)	(LP2019)	429	

Aigües de Manresa S.A. | Plaça de l'Om, 6, 3a, 08241 Manresa | Reg. Merc. de Barcelona - Tom 4827, Llibre 4311, Sec. 2a, Foll 162, Full 58855, Ins. 1a | CIF A-08294382



Eva Corbella Ferràs
 Cap de Laboratori

Manresa, a 18 d'agost de 2022

Nota²: Informació aportada pel client, de la qual el laboratori no se'n fa responsable, a no ser que n'hagi realitzat el mostreig. El present dictamen només dona fe de la mostra tal com es va rebre i dels paràmetres analitzats. Només l'informe original signat, segellat i reproduït en la seva totalitat té el reconeixement d'Aigües de Manresa, S.A.



Oficina Tècnica
 AIGUES DE MANRESA, S.A.
 Mireia Félix

INFORME DE RESULTATS ANALITICS:

DADES DE LA MOSTRA: (Mostra lliurada pel client)

Registre N° : 2207527
 Referència mostra : -
 Data de recollida² : 24-07-2022
 Data recepció/inici : 25-07-2022
 Data finalització : 17-08-2022

Procedència² : Marganell
 Punt de mostreig² : P4
 Hora de recollida² :
 Hora de recepció : 10:30

DETERMINACIONS ANALITQUES:

PARAMETRES	(Mètode analític)	RESULTATS	INC.
Fòsfor Total (mg P/L)	(LP0027)	6.9	
Nitrits (mg NO ₂ /L)	(Espectrofotomètric)	0.08	
pH (ll)	(LP0083)	7.6	
Nitrats (mg NO ₃ /L)	(Espectrofotomètric)	< 3	
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	(UNE-EN 1899, volumètric)	220	
Nitrogen Kjeldahl (mg N/L)	(LP2043)	79.5	
Olis i Greixos (mg/L)	(Gravimètric)	28	
Matèries en Suspensió (mg/L)	(LP2058)	111	
Demanda Químic d'Oxigen no decantada (mg O ₂ /L)	(LP2019)	501	

Aigües de Manresa S.A. | Plaça de l'Om, 6 i 7, 3a, 08241 Manresa | Reg. Merc. de Barcelona - Tom 4997, Llibre 4311, Secc. 2ª, Foll. 102, Full 59655, Insc. 1ª | CIF A-08294282



Eva Corbella Ferràs
 Cap de Laboratori

Manresa, a 18 d'agost de 2022

Nota²: Informació aportada pel client, de la qual el laboratori no se'n fa responsable, a no ser que n'hagi realitzat el mostreig. El present dictamen només dona fe de la mostra tal com es va rebre i dels paràmetres analitzats. Només l'informe original signat, segellat i reproduït en la seva totalitat té el reconeixement d'Aigües de Manresa, S.A.



Oficina Tècnica
 AIGÜES DE MANRESA, S.A.
 Mireia Félix

INFORME DE RESULTATS ANALITICS:

DADES DE LA MOSTRA: (Mostra lliurada pel client)

Registre N° : **2207528**
 Referència mostra : -
 Data de recollida² : **25-07-2022**
 Data recepció/inici : **26-07-2022**
 Data finalització : **18-08-2022**
 Procedència² : **Marganell**
 Punt de mostreig² : **P3**
 Hora de recollida² :
 Hora de recepció : **11:00**

DETERMINACIONS ANALITQUES:

PARÀMETRES	(Mètode analític)	RESULTATS	INC.
Fòsfor Total (mg P/L)	(LP0027)	18.3	
Nitrits (mg NO ₂ /L)	(Espectrofotomètric)	0.12	
pH (l)	(LP0083)	5.1	
Nitrats (mg NO ₃ /L)	(Espectrofotomètric)	6.4	
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	(UNE-EN 1899, volumètric)	1970	
Nitrogen Kjeldahl (mg N/L)	(LP2043)	88.3	
Olis i Greixos (mg/L)	(Gravimètric)	117	
Matèries en Suspensió (mg/L)	(LP2058)	728	
Demanda Química d'Oxigen no decantada (mg O ₂ /L)	(LP2019)	2828	

Aigües de Manresa S.A. | Plaça de l'Om, 6, 3r, 3a, 08241 Manresa | Reg. Merc. de Barcelona - Tom 4997, Llibre 4311, Sect. 2ª, Foll. 182, Full 58655, Insc. 1ª | CIF: A-09294282



Eva Corbella Ferràs

Eva Corbella Ferràs
 Cap de Laboratori

Manresa, a 18 d'agost de 2022

Nota²: Informació aportada pel client, de la qual el laboratori no se'n fa responsable, a no ser que n'hagi realitzat el mostreig. El present dictamen només dóna fe de la mostra tal com es va rebre i dels paràmetres analitzats. Només l'informe original signat, segellat i reproduït en la seva totalitat té el reconeixement d'Aigües de Manresa, S.A.



Oficina Tècnica
 AIGÜES DE MANRESA, S.A.
 Mireia Félix

INFORME DE RESULTATS ANALITICS:

DADES DE LA MOSTRA: (Mostra lliurada pel client)

Registre N° : 2207520
 Referència mostra : -
 Data de recollida² : 21-07-2022
 Data recepció/inici : 22-07-2022
 Data finalització : 11-08-2022

Procedència² : Marganell
 Punt de mostreig² : P3
 Hora de recollida² :
 Hora de recepció : 12:10

DETERMINACIONS ANALITQUES:

PARAMETRES	(Mètode analític)	RESULTATS	INC.
Fòsfor Total (mg P/L)	(LP0027)	21.5	
Nitrits (mg NO ₂ /L)	(Espectrofotomètric)	0.14	
pH (l)	(LP0083)	6.4	
Nitrats (mg NO ₃ /L)	(Espectrofotomètric)	6.6	
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	(UNE-EN 1899, volumètric)	470	
Nitrogen Kjeldahl (mg N/L)	(LP2043)	100	
Olis i Greixos (mg/L)	(Gravimètric)	58	
Matèries en Suspensió (mg/L)	(LP2058)	360	
Demanda Química d'Oxigen no decantada (mg O ₂ /L)	(LP2019)	1727	

Aigües de Manresa S.A. | Plaça de Manresa 5.A. | Manresa | Reg. Merc. de Barcelona - Tom 4997, Llibre 4311, Secc. 2ª, Foll. 162, Full 56655, Inc. 1ª | CIF A-08294282



[Handwritten signature]

Eva Corbella Ferràs
 Cap de Laboratori

Manresa, a 17 d'agost de 2022

Nota²: Informació aportada pel client, de la qual el laboratori no se'n fa responsable, a no ser que n'hagi realitzat el mostreig. El present dictamen només dona fe de la mostra tal com es va rebre i dels paràmetres analitzats. Només l'informe original signat, segellat i reproduït en la seva totalitat té el reconeixement d'Aigües de Manresa, S.A.



Oficina Tècnica
 AIGÜES DE MANRESA, S.A.
 Mireia Fèlix

INFORME DE RESULTATS ANALITICS:

DADES DE LA MOSTRA: (Mostra lliurada pel client)

Registre N° : 2207521
 Referència mostra : -
 Data de recollida² : 21-07-2022
 Data recepció/inici : 22-07-2022
 Data finalització : 11-08-2022

Procedència² : Marganell
 Punt de mostreig² : P4
 Hora de recollida² :
 Hora de recepció : 12:10

DETERMINACIONS ANALITQUES:

PARAMETRES	(Mètode analític)	RESULTATS	INC.
Fòsfor Total (mg P/L)	(LP0027)	7.7	
Nitrits (mg NO ₂ /L)	(Espectrofotomètric)	0.28	
pH (I)	(LP0083)	7.3	
Nitrats (mg NO ₃ /L)	(Espectrofotomètric)	4.7	
DBO5 (mg O ₂ /L)	(UNE-EN 1899, volumètric)	540	
Nitrogen Kjeldahl (mg N/L)	(LP2043)	65.5	
Olis i Greixos (mg/L)	(Gravimètric)	90	
Matèries en Suspensió (mg/L)	(LP2058)	312	
Demanda Química d'Oxigen no decantada (mg O ₂ /L)	(LP2019)	1334	



Eva Corbella Ferràs
 Cap de Laboratori

Manresa, a 17 d'agost de 2022

Nota²: Informació aportada pel client, de la qual el laboratori no se'n fa responsable, a no ser que n'hagi realitzat el mostreig. El present dictamen només dóna fe de la mostra tal com es va rebre i dels paràmetres analitzats. Només l'informe original signat, segellat i reproduït en la seva totalitat té el reconeixement d'Aigües de Manresa, S.A.



Oficina Tècnica
 AIGUES DE MANRESA, S.A.
 Mireia Félix

INFORME DE RESULTATS ANALITICS:

DADES DE LA MOSTRA: (Mostra lliurada pel client)

Registre N° : **2207522** Procedència² : *Marganell*
 Referència mostra : - Punt de mostreig² : *P3*
 Data de recollida² : *22-07-2022* Hora de recollida² :
 Data recepció/inici : *25-07-2022* Hora de recepció : *10:30*
 Data finalització : *11-08-2022*

DETERMINACIONS ANALITQUES:

PARAMETRES	(Mètode analític)	RESULTATS	INC.
Fòsfor Total (mg P/L)	(LP0027)	12.4	
Nitrits (mg NO ₂ /L)	(Espectrofotomètric)	0.09	
pH (l)	(LP0083)	7.9	
Nitrats (mg NO ₃ /L)	(Espectrofotomètric)	< 3	
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	(UNE-EN 1899, volumètric)	240	
Nitrogen Kjeldahl (mg N/L)	(LP2043)	104	
Olis i Greixos (mg/L)	(Gravimètric)	48	
Matèries en Suspensió (mg/L)	(LP2058)	214	
Demanda Química d'Oxigen no decantada (mg O ₂ /L)	(LP2019)	421	

Aigües de Manresa S.A. | Plaça de l'Orn, 6, 3r. 3a. 08241 Manresa | Reg. Merc. de Barcelona - Tom 4997, Llibre 4311, Sec. 2ª, Foli 182, Full 56655, Inc. 1ª | CIF A-08294282



Eva Corbella Ferràs
 Cap de Laboratori

Manresa, a 17 d'agost de 2022

Nota²: Informació aportada pel client, de la qual el laboratori no se'n fa responsable, a no ser que n'hagi realitzat el mostreig. El present dictamen només dona fe de la mostra tal com es va rebre i dels paràmetres analitzats. Només l'informe original signat, segellat i reproduït en la seva totalitat té el reconeixement d'Aigües de Manresa, S.A.

