Sumari

Sumari 1

Llistat de figures 3

Llistat de taules 5

A. Normativa a aplicar 7

B. Assignatures del Màster 10

B.1. Assignatures troncals: 10

B.2. Assignatures Optatives: 15

B.3. Assignatures de lliure elecció: 23

C. Repartiment de crèdits 24

C1. Diferents escenaris: 24

C.2. Distribució d'hores 25

C.2.1. Assignatures troncals 26

C.2.2. Assignatures optatives 29

C.2.3. ALE's: 33

D. Transversalitats 36

E. Horaris d'optatives i ALE's 38

E.1. Optatives 38

E.2. ALE's 40

F. Esquema de disseny de la planta 41

G. Diagrama de blocs de la planta pilot de processos. 42

H. Llistats d'equips, instruments i consumidors 43

I. Especificacions tècniques generals 53

J. Diagrama de flux 71

K. Balanç de matèria 72

K.1. Objectiu 72

K.2. Consideracions a l'hora de fer el balanç 72

K.3. Resum del balanç de matèria 73

L. Estimació de costos 82

M. Plànols 86

M.1. Diagrames de procés 86

M.2. Implantació 94

M.2.1. Descripció de la implantació 94

N. Possibles pràctiques 96

N.1.Tractament primari 96

N.2. Tractament secundari 97

N.3. Tractament terciari 97

O. Exemple de manual d'operació 100

O.1. Pràctica d'ultrafiltració 100

P. Situació de cada sensor/controlador 105

Q. Estudi HAZOP 107

Q.1. Introducció 107

Q.2. Metodologia de l'anàlisi HAZOP 107

Q.3. Descripció dels tractaments 108

Q.4. Abast de l'anàlisi realitzat 109

Q.5. Conclusions del HAZOP i taules HAZOP 110

R. Estudi d'impacte ambiental 124

R.1. Objectius. 124

R.2. Descripció general de projecte 124

R.3. Estudi d'alternatives 125

R.4. Descripció del medi 126

R.5. Identificació i valoració dels impactes sobre el medi 126

R.5.1. Criteris d'avaluació 126

R.5.2. Identificació d'impactes. Llista d'activitats 127

R.5.3. Impactes ambientals potencials 129

R.5.4. Valoració dels impactes 130

R.6. Mesures correctores previstes 131

R.7. Pla de seguiment 131

Llistat de figures

Figura E.1 Diploma en control de processos 38
Figura E.2 Diploma en enginyeria de la reacció química 38
Figura E.3 Diploma en processos mediambientals 39
Figura E.4 Diploma en gestió de la indústria química 39
Figura F.1 Esquema seguit per al disseny de la planta pilot de processos 41
Figura G.1 Diagrama de blocs de la planta pilot d'aigües residuals 42
Figura J.1 Diagrama de flux 71
Figura K.1 Esquema d'entrades i sortides 73
Figura K.2 Composició inicial 74
Figura K.3 Balanç de matèria de la neutralització 74
Figura K.4 Balanç de matèria de la filtració 75
Figura K.5 Eficiències de la filtració 75
Figura K.6 Balanç de matèria del procés de floculació / coagulació 76
Figura K.7 Eficiències del procés de floculació / coagulació 76
Figura K.8 Balanç de matèria de la ultrafiltració 77
Figura K.9 Eficiències del procés d'ultrafiltració 77
Figura K.10 Balanç de matèria del procés d'adsorció amb carbó actiu 78
Figura K.11 Eficiències del procés d'adsorció amb carbó actiu 78
Figura K.12 Balanç de matèria de l'oxidació Fenton 79
Figura K.13 Eficiències del procés d'oxidació Fenton 79
Figura K.14 Formes del clor 80
Figura K.15 Clor necessari segons el pH de la mostra 80
Figura K.16 Eficiència de les diferents formes del clor 81
Figura M.1Càlcul de pèrdues del tractament primari 88
Figura M.2 Càlcul de pèrdues del tractament secundari 88
Figura M.3 Càlcul de pèrdues del tractament terciari 89
Figura M.4 PID tractament primari 91
Figura M.5 PID tractament secundari 92

Figura M.6 PID tractament terciari _____ 93

Figura M.7 Plànol implantació del laboratori. _____ 95

Figura Q.1 Distribució dels tractaments _____ 109

Llistat de taules

Taula C.1 Detall del repartiment de crèdits 34
Taula C.2 Detall del repartiment de crèdits 35
Taula D.1 Taula de transversalitats 36
Taula D.2 Transversalitats 37
Taula H.1 Llistat de tancs i dipòsits 44
Taula H.2 Llistat de Filtres 45
Taula H.3 Llistat d'ultrafiltració 46
Taula H.4 Llistat de reactors 47
Taula H.5 Llistat de decantadors 48
Taula H.6 Llistat de bombes 49
Taula H.7 Llistat d'agitadors 50
Taula H.8 Llistat de válvules 51
Taula H.9 Llistat d'instrumentació 52
Taula I.1 Especificació dipòsit D-01,2 54
Taula I.2 Especificació dipòsit D-03 55
Taula I.3 Especificació dipòsit D-04 56
Taula I.4 Especificació dipòsit D-05 57
Taula I.5 Especificació dipòsit D-06 58
Taula I.6 Especificació dipòsit D-07 59
Taula I.7 Especificació dipòsit D-08 60
Taula I.8 Especificació reactor R-01 61
Taula I.9 Especificació reactor R-02 62
Taula I.10 Especificació diposits D-D1/D-D9 63
Taula I.11 Especificació bombes centrífugues A 64
Taula I.12 Especificació bombes centrífugues B 65
Taula I.13 Especificació bombes Dosificadores A 66
Taula I.14 Especificació bombes Dosificadores B 67
Taula I.15 Especificació bombes Dosificadores C 68

Taula I.16 Especificació filtres 69
Taula I.17 Especificació decantador 70
Taula L.1 Estimació econòmica detallada de la planta 82
Taula M.1 Càlculs de velocitat 87
Taula M.2 Pèrdues de càrrega en el procés 90
Taula Q.1 HAZOP tanc D-01 111
Taula Q.2 HAZOP neutralització 112
Taula Q.3 HAZOP filtració 113
Taula Q.4 HAZOP tanc D-02 114
Taula Q.5 HAZOP tanc D-03 115
Taula Q.6 HAZOP tanc D-04 116
Taula Q.7 HAZOP tanc R-01 117
Taula Q.8 HAZOP tanc D-05 118
Taula Q.9 HAZOP tanc D-06 119
Taula Q.10 HAZOP tanc D-07 120
Taula Q.11 HAZOP filtre F-03 121
Taula Q.12 HAZOP filtració F-02 122
Taula Q.13 HAZOP R-02 123

A. Normativa a aplicar

La normativa principal de nivell estatal i autonòmic a la qual està subjecte la instal·lació de la Planta Pilot considerant l'objecte i l'abast del projecte, s'exposa a continuació.

En aquest projecte ens trobem dos tipus de normatives; la primera destinada a les mesures de seguretat i disseny que la planta pilot de procés d'aquest projecte requereix, i una segona part en la qual es mostra de forma resumida la normativa a aplicar al Màster de processos.

En la instal·lació de la Planta Pilot s'haurà de considerar l'aplicació dels reglaments, directrius i instruccions tècniques complementàries que pertoquin a nivell europeu, estatal i de comunitat autònoma, sent d'especial aplicació la següent legislació:

-Reglament d'Emmagatzematge de Productes Químics (RAPQ).

-RD 379/2001 ITC MIE APQ-3: (Enmagatzematge del clor).

-Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC MI BT).

-NTP 680. Extinció d'incendis: pla de revisió d'equips.

-NTP 478: Prevenció del risc en el laboratori químic.

-NTP 510: Vàlvules de seguretat: selecció.

-RD 1435/1992, de 27 de novembre per el que se dicten les disposicions d'aplicació de la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximació dels Estats membres sobre màquines.

En quant al disseny dels equips els codis recomanats són:

- ASME Secció VIII Div.1: codi per a recipients a pressió i calderes. Secció VIII: normes de construcció de recipients a pressió; Divisió 1: recipients a pressió.

- AD Merkbläter: regles tècniques per a recipients o pressions.

- Llei de la Intervenció Integral de l'Administració Ambiental.

La legislació vigent respecte la creació d'un Màster és la següent:

-Criteris per elaborar la programació universitària de Catalunya, continguts dins el document 'Els estudis universitaris oficials de postgrau en el marc de la programació universitària de Catalunya'

-Protocol de sol·licitud d'autorització d'implantació dels programes oficials de postgrau pel curs 2007-08

-RD pel qual s'estableix l'estructura dels ensenyaments universitaris i es regulen els estudis oficials de grau i postgrau.

-RD 1509/2005, de 16 de desembre pel qual es modifiquen el RD 55/2005 i el RD 56/2005.

-RD 55/2005 de 21 de gener: estudis de grau

-RD 56/2005 de 21 de gener: estudis de postgrau

-RD 285/2004, de 20 de febrer, pel què es regulen les condicions d'homologació i convalidació de títols i estudis estrangers d'educació superior.

-RD49/2004, de 19 de gener, sobre homologació de plans d'estudis i títols de caràcter oficial i validesa en tot el territori nacional.

-RD1125/2003, de 5 de setembre, pel qual s'estableix el sistema europeu de crèdits i el sistema de qualificacions a les titulacions universitàries de caràcter oficial i validesa a tot el territori nacional.

-RD1044/2003, d'1 d'agost, pel què es regula el procediment per a l'expedició del Suplement Europeu al Títol.

-Llei 1/2003, de 19 de febrer, d'Universitats de Catalunya (LUC) - vegeu la disposició addicional quarta de l'Oficina sobre l'espai europeu d'ensenyament superior.

-Llei Orgànica 6/2001, de 21 de desembre, d'Universitats - vegeu el Títol XIII sobre l'Espai europeu d'ensenyament superior, arts. 87a 89.

-RD 55/2005, de 21 de gener, pel qual s'estableix l'estructura dels ensenyaments universitaris i es regulen els estudis universitaris oficials de Grau (BOE 021, 25.01.2005). Aquest Reial decret estableix el nou sistema de titulacions basats en dos nivells: grau i postgrau, i tres cicles.

-Decret 253/2003, de 21 d'octubre, pel qual es creen l'Oficina de l'Espai Europeu de l'Ensenyament Superior i l'Oficina de Promoció de les universitats de Catalunya.

Amb aquest Decret es crea l'Oficina de l'Espai Europeu de l'Ensenyament Superior, adscrita a la Secretaria General del Consell Interuniversitari de Catalunya.

-RD 1171/2003, de 12 de setembre, pel qual s'incorpora a l'ordenament jurídic espanyol la Directiva 2001/19/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 14 de maig de 2001, per la qual es modifiquen directives sobre reconeixement professional i es modifiquen els corresponents reials decrets de transposició (BOE 225, 19.09.2003). Aquest Reial decret incideix en la mobilitat dels professionals mitjançant el reconeixement de títols i altres qualificacions professionals.

-RD 1125/2003, de 5 de setembre, pel qual s'estableix el sistema europeu de crèdits i el sistema de qualificacions a les titulacions universitàries de caràcter oficial i validesa a tot el territori nacional (BOE 224, 18.09.2003). Aquest Reial decret té per objectiu establir el crèdit europeu com la unitat de mesura del haver acadèmic als ensenyaments universitaris de caràcter oficial i, també, el sistema de qualificació dels resultats acadèmics obtinguts pels estudiants en aquests ensenyaments.

-RD1044/2003, d'1 d'agost, pel qual s'estableix el procediment per a l'expedició per les universitats del suplement europeu al títol (BOE 218, 11.09.2003). En el marc de l'espai europeu d'ensenyament superior, aquest suplement permetrà un reconeixement més fàcil de les titulacions i facilitarà la mobilitat dels estudiants universitaris i, també, la integració dels titulats en un mercat laboral únic.

-RD 253/2003, de 28 de febrer, pel qual s'incorpora a l'ordenament espanyol la Directiva 1999/42/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 7 de juny de 1999, per la qual s'estableix un mecanisme de reconeixement de títols respecte a les activitats professionals a les quals es refereixen les directives de liberalització i de mesures transitòries (BOE 52, 1.03.2003). Aquest Reial decret regula el dret d'establiment i a la lliure prestació de serveis els titulars dels quals es proposin exercir a Espanya, sigui per compte propi o d'altri, alguna de les activitats enumerades a l'annex A de la Directiva 1999/42/CE, que es reprodueix a l'annex d'aquest Reial decret.

-Llei 1/2003, de 19 de febrer, d'universitats de Catalunya (DOGC 3826, 20.02.2003). Aquesta Llei pretén contribuir a la construcció d'un sistema universitari profundament universalista i, en particular, europeista i assenyala que la creació d'un espai europeu d'ensenyament superior, a partir de la Declaració de Bolonya de 1999, signada pels ministres europeus d'educació, ha de contribuir a donar coherència a un àmbit universitari que, per definició no coneix fronteres (articles 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 32, 33, 34 i 35, disposició addicional quarta i disposició transitòria sisena).

I un conjunt de normatives que per falta d'espai no es mostren **[13]**.

B. Assignatures del Màster

En aquest annex es mostra una breu descripció dels objectius que cada assignatura del Màster hauria de tenir, a més de les pràctiques, treballs i possibles transversalitats.

Per comprendre millor aquest document es recomana complementar-lo amb el full de transversalitats, que permet una ràpida associació entre les diferents assignatures, i amb el que es justifica la distribució de cada assignatura dins dels quatre quatrimestres dels que en corresponen el Màster. Aquestes transversalitats es mostren a l'annex C.

Per tal de facilitar la comprensió, les assignatures s'han agrupat segons siguin troncals, optatives i de lliure elecció.

B.1. Assignatures troncals:

Aquestes assignatures troncals han estat seleccionades i adaptades del llibre blanc de l'enginyeria química**[4]**. A més d'afegir-ne d'específiques per a un Màster en processos químics.

Les assignatures es troben dividides segons el quatrimestre al que corresponen:

Primer quatrimestre:

Mètodes numèrics (6 crèdits ECTS):

Objectiu: L'objectiu d'aquesta assignatura és la d'aprofundir els coneixements en quant a mètodes numèrics per tal de que l'alumne sàpiga resoldre equacions diferencials aplicades a problemes d'enginyeria química, a més de dominar el software específic. També es pretén que l'alumne conegui les tècniques d'ajust de funcions lineals i no lineals per aproximació mitjançant mínims quadrats.

Pràctiques: Realització de pràctiques amb software numèric, on s'hauran d'introduir equacions diferencials en diferents casos reals, per tal que l'alumne acabi d'aprofundir els coneixements adquirits a la classe magistral.

Transversalitats: Aquesta assignatura presentarà forces transversalitats respecte les altres assignatures; aquesta assignatura serà necessària per al desenvolupament de la majoria d'assignatures del Màster, tal com operacions de separació, control de processos, Optimització, reactors químics, etc.

Operacions de transferència de matèria (8 crèdits ECTS):

Objectiu: Familiaritzar als estudiants amb operacions en sistemes multicomponent, introducció a operacions amb membranes, i operacions no convencionals, on l'alumne aprendrà a conèixer els mètodes de disseny i modelització d'operacions de transferència.

Dins de la transferència de massa multicomponent s'estudiaran les diferències entre la transferència de massa binària i la de sistemes multicomponent, com evaporació, destil·lació...

Pràctiques/treballs: Purificació de l'aigua amb tècniques com l'adsorció, mitjançant carbó actiu en la que l'estudiant veurà l'aplicació dins una planta pilot. Visita a alguna fàbrica; amb la presentació del corresponent informe dels processos unitaris vistos.

Transversalitats: Aquesta assignatura és necessària per al desenvolupament de quasi totes les assignatures que segueixen el Màster.

Integració i optimització de processos de separació (5 crèdits ECTS):

Objectiu: L'objectiu d'aquesta assignatura és la de donar coneixements més exhaustius i específics d'integració i optimització de diferents processos tal com flotació, a més d'altres tècniques relacionades amb la separació.

Pràctiques/treballs: Resolució de diferents pràctiques tal com intercanvi iònic, lixiviació, floculació, treballs en grup, etc.

Transversalitats: Aquesta assignatura repercutirà en la gran majoria de les assignatures tal i com es reflexa a la taula de transversalitats.

Fenòmens de transport (4 crèdits ECTS):

Objectiu: Entendre les bases teòriques dels fenòmens de transport en fase gas i líquid i ser capaç d'aplicar mètodes de càlcul per a la resolució de problemes concernents al transport, així com transport de fluids bifàsics en canonades.

L'assignatura avarca, des de fenòmens com la difusió, migració, conversió de molècules e ions en fase gas i líquida. Càlculs de transport controlats per difusió en catàlisi i electroquímica.

Pràctiques/treballs: Simulació amb algun programa de diferencials, pràctiques com microfiltració, evaporació, absorció de gasos, lixiviació, etc.

Transversalitats: Aquesta assignatura és necessària per a comprendre la teoria dels processos, la seva evolució, comportament, cosa que fa que sense ella no es pugui avançar en la resta de les matèries, a més de ser una assignatura paral·lela en quant a software amb mètodes numèrics.

Segon quatrimestre:

Organització de la producció (4 crèdits ECTS):

Objectiu: Amb organització de la producció es pretén comprendre les claus de l'organització industrial. El procés productiu: localització, distribució, organització. Planificació de la producció: Planificació de materials i d'operacions. A més de conèixer les normes de qualitat i la seva incidència en el procés productiu.

Pràctiques/treballs: Un exercici de curs, en el que es posaran a prova els coneixements adquirits en l'assignatura, i en el que es reflectirà la feina que avui en dia cursen gran part dels enginyers en una planta química.

Transversalitats: Aquesta assignatura aportarà els coneixements bàsics de la planificació, organització, amb la que aprofundint amb l'assignatura d'administració d'empreses adquirirà grans coneixements en aquest àmbit.

Anàlisi i disseny de reactors (5 crèdits ECTS):

Objectiu: Reactors amb contacte entre fases: gas-sòlid, gas-líquid, gas-líquid-sòlid. Reactors de polimerització. Reactors per a processos fisico-químics.

Pràctiques/treballs: Simulació de reactors en tot tipus de condicions, segons l'ambient, energia i materials.

Transversalitats: Aquesta assignatura controla els balanços de matèria, per el que assignatures en les que es treballi amb balanços complementen de forma directa a aquesta.

Simulació i optimització de processos (6 crèdits ECTS):

Objectiu: Els estudiants es familiaritzaran amb la simulació de processos com una eina de desenvolupament i disseny dins la indústria química, coneixent l'estructura interna de programes d'aquest àmbit.

L'assignatura comporta l'ús de paquets informàtics, tal com Hysys, Aspen.

Pràctiques/treballs: Pràctiques Hysys, Aspen, simulació de diferents parts de la planta pilot de procés que és la base d'aquest Màster, tant en estat estacionari com dinàmic, amb una posterior validació en la planta pilot de processos, tenint en compte les simplificacions e hipòtesis tingudes en compte, a més d'aprofundir els coneixements en algun dels dos paquets informàtics, en el qual s'explicarà la utilitat d'aplicar un model termodinàmic o un altre.

Transversalitats: Per al correcte seguiment d'aquesta assignatura es necessari el coneixement previ de tot tipus de processos químics, així com operacions de separació.

Optimització e investigació operativa (4 crèdits ECTS):

Objectiu: Models d'optimització lineal. Dualitat en programació lineal: post- optimització, i anàlisi de sensibilitat. Introducció a la programació sencera, i optimització no lineal. L'alumne haurà de ser capaç de formular i resoldre problemes de programació sencera mitjançant algoritmes de ramificació i acotació.

Pràctiques/treballs: Optimització experimental en planta.

Transversalitats: Les tècniques d'optimització seran utilitzades en la majoria d'assignatures del Màster per el que es fan obligatoris els seus coneixements, i s'ampliaran o s'utilitzaran en assignatures com simulació i optimització de processos.

Tercer quatrimestre:

Estratègia en enginyeria de processos (6 crèdits ECTS):

Objectiu: Capacitat d'abordar l'anàlisi de sistemes complexos, conèixer les tècniques d'optimització desenvolupades en cursos anteriors i saber-ne quina és la més adequada per als diferents tipus de sistemes. Conèixer el disseny de sistemes en presència de la probabilitat i la variabilitat.

Pràctiques/treballs: Es realitzarà diversos treballs, a part de treballs individuals i visites que donaran al estudiant un punt de vista global i no tant de procés.

Transversalitats: Aquesta assignatura aprofitarà els coneixements adquirits a disseny creatiu, per a planificar activitats del mateix caire, a més d'optimització de processos e integració de processos.

Sistemes de control de processos (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Processos e instrumentalització. Necessitat de mesures, controls oberts i tancats. Sistemes de control, programació de control·ladors lògics i xarxes, sensors. Configuració del sistema, enginyeria i documentació. Single-input, single-output and multiple-input, multiple-output. Utilització de PIDs, models predictius i optimització de principis de control.

Pràctiques/treballs: Millora dels sistemes existents en la pròpia planta pilot de processos de la qual en comptarà l'Escola, a més de possibles treballs individuals en els que es proposin sistemes de control per a plantes de la indústria actual.

Transversalitats: Aquesta assignatura es complementa amb assignatures de processos com simulació, integració i optimització; per el que fa necessari haver-les cursat abans, a més de totes les assignatures de control de processos.

Intensificació de processos (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Definicions d'intensificació de processos. Intensificació de reactors químics. Intensificació de processos de separació. Tecnologia de microprocessos, i metodologia d'identificació de processos.

Pràctiques/treballs: Es proposaran una sèrie d'exercicis de resolució individual, amb els quals es pretendrà que l'alumne aprofundeixi en diferents processos.

Transversalitats: Serà necessari haver realitzat prèviament, totes les assignatures en les hi hagi processos descrits, així com les corresponents al primer quatrimestre, tal i com es mostra a l'annex D de transversalitats.

Desenvolupament de productes (3 crèdits ECTS):

Objectiu: Tipus de productes. Propietats dels sistemes diversos i de barreges complexes. El procés de producció: efecte de les variables de procés sobre les propietats del producte. Investigació i desenvolupament de productes.

Pràctiques/treballs: Realització d'un treball en grup, Els alumnes hauran de dissenyar un producte en funció de les propietats que deurà tenir.

Transversalitats: Per a la realització d'aquesta assignatura es fa necessari conèixer les assignatures de processos; a més donaran tècniques per a discutir treballs, que un cop cursada aquesta assignatura facilitarà la feina dels estudiants.

B.2. Assignatures Optatives:

En aquest apartat es mostren les diferents assignatures optatives distribuïdes segons el corresponent diploma:

- **Diploma en control de processos:**

Mesures de variables de procés (3 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne adquirirà els coneixements necessaris de mesura de variables de procés de tot tipus, així com processos intel·ligents d'instrumentació.

Pràctiques/treballs: En diverses visites a instal·lacions industrials els alumnes podran aplicar els coneixements teòrics.

Transversalitats: Aquesta assignatura requereix d'haver cursat prèviament assignatures com, operacions, reactors, sistemes de control de processos, intensificació de processos, entre d'altres, tal i com es reflexa a l'annex D de transversalitats.

Instal·lació d'instruments i àrees classificades (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne adquirirà els coneixements necessaris per instal·lar un instrument de camp, a més d'adquirir els coneixements necessaris de protecció ambiental, IP/SI/ATEX.

Pràctiques/treballs: Els alumnes visitaran una planta química, on aplicaran els coneixements apresos a l'aula.

Transversalitats: Aquesta assignatura es podrà fer des de el primer moment, sense necessitat d'haver fet cap altre assignatura, tot i que es recomanable haver cursat prèviament l'assignatura de mesures de variables de control.

Control de processos comuns (3 crèdits ECTS):

Objectiu: En aquesta assignatura l'alumne aprendrà control de processos comuns com: control de destil·lació, control de bescanviadors, control de reactors, control de compressors, control de bombes i control de calderes entre d'altres.

Pràctiques/treballs: Pràctica a la planta pilot, controlant un reactor químic.

Transversalitats: Per tal de poder realitzar aquesta assignatura, s'haurà d'haver cursat prèviament assignatures com sistemes de control de processos, intensificació de processos...

Elements finals de control (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne adquirirà els coneixements necessaris per poder realitzar especificacions de vàlvules, de control, i de vàlvules de seguretat,.

Pràctiques/treballs: Es proposarà l'especificació d'una vàlvula de seguretat, a cada alumne.

Transversalitats: Aquesta assignatura requereix de coneixements d'assignatures relacionades amb processos químics, sistemes de control de processos; tal i com es mostra a l'annex D de transversalitats.

Control estadístic de processos (3,5 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne adquirirà els coneixements necessaris per tal de poder realitzar fulles de verificació, mesures de centralització, mesures de dispersió, distribució de probabilitat per tal d'identificar possibles problemes en la indústria actual.

Pràctiques/treballs: Es proposarà un treball en el que s'hauran d'identificar algun problema de la indústria actual.

Transversalitats: Aquesta assignatura requereix de coneixements d'assignatures relacionades amb control de processos químics, tal i com es mostra a l'annex D de transversalitats.

- **Diploma en enginyeria de la reacció química:**

Disseny avançat de reactors i corrosió (6 crèdits ECTS):

Objectiu: Donar coneixements sobre disseny avançat de reactors químics que permetin la reducció de riscos, a més de coneixements bàsics sobre corrosió, per tal d'aprendre a dissenyar un reactor i evitar possibles problemes de col·lapse, entre d'altres.

Pràctiques/treballs: Disseny específic d'un reactor químic en condicions crítiques de funcionament.

Transversalitats: Serà necessària la prèvia realització d'assignatures de diverses assignatures de processos i reactors químics, entre d'altres.

Catàlisis homogènia (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Comprendre la importància de la catàlisi en la reducció de residus i la millora de l'eficiència dels processos. L'alumne també adquirirà una visió global dels principals tipus de reaccions.

Pràctiques/treballs: Simulació d'un procés catalític.

Transversalitats: Serà necessària la prèvia realització d'assignatures de processos químics, de simulació i optimització de processos, etc.

Catàlisis heterogènia (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Comprendre els principis que controlen el mecanisme i la cinètica de les reaccions catalítiques heterogènies. Conèixer els mètodes d'obtenció i caracterització de catalitzadors heterogenis més d'adquirir coneixements de les principals aplicacions industrials dels catalitzadors heterogenis.

Pràctiques/treballs: Treball monogràfic sobre reactors amb catàlisi heterogènia.

Transversalitats: Serà necessària la prèvia realització d'assignatures de processos químics, simulació i optimització de processos, etc.

Reactors amb fluids supercrítics (3 crèdits ECTS):

Objectiu: Comprendre les propietats fisico-químiques dels fluids supercrítics, a més de les principals aplicacions d'aquests fluids a la indústria dels reactors. Estudiar el comportament d'aquests, equilibri de fases a altes pressions. Càlculs de l'equilibri de fases, mesures experimentals en la regió crítica fenòmens crítics en sistemes magnètics, etc.

Pràctiques/treballs: Resolucions de problemes a classe mitjançant un seguiment setmanal.

Transversalitats: Per tal de poder realitzar aquesta assignatura serà necessària la prèvia realització d'assignatures com reactors químics, tal i com es mostra a l'annex D de transversalitats.

- **Diploma en processos mediambientals:**

Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient (6 crèdits ECTS):

Objectiu: Aquesta assignatura vol donar coneixements de gestió en tecnologia del mediambient, tal és reduir la demanda d'aigua de l'escola, gestió de recursos.

Estratègies de minimització (Pinch). Ex: Reducció a l'origen: potabilització de l'aigua a l'origen.

Pràctiques/treballs: Les pràctiques han de girar al voltant de l'estalvi hidràulic, tal com implantar circuits tancats per a l'estalvi del mateix, com en seria l'exemple de: Optimització del circuit de la universitat.

Transversalitats: Aquesta assignatura posseeix transversalitats amb assignatures com optimització, degut a les tècniques utilitzades, per el que es recomana no agafar-la fins haver superat l'assignatura que rep el mateix nom, a més de les assignatures en les que hi intervenen processos, a més de donar la possibilitat de posar en pràctica ens coneixements adquirits en software específic, per a la resolució d'aquests problemes.

Processos de tractament de descàrregues industrials (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Familiaritzar a l'estudiant amb solucions enginyerils sobre el mediambient, concernents a problemes de tractament d'aigües, emissions d'aire, control dels residus sòlids, a més de ser una ampliació de processos però dins el mon del mediambient, tant de moda en l'actualitat.

El curs inclou tres parts:

Tractament d'aigües residuals, per flotació, hard test, etc.

Solucions a emissions a l'atmosfera, d'un gas o partícules, mitjançant tècniques, com la sedimentació, ciclons, scrubbers, etc.

Tractament de sòlids, per mitjà de tècniques de processat, compostatge, etc.

Pràctiques/treballs: Plantejament de diferents problemes de la indústria actual. Pràctica de tractament d'aigua, a un problema plantejat amb experimentació en la planta pilot, comprovant cadascú, que el resultat plantejat es correcte.

Transversalitats: Ampliar coneixements de processos per el que es fa compatible amb les assignatures de primer, i pot ser una bona ajuda coma a ampliació; la planta pilot de processos serà una bona referència en aquesta assignatura.

Legislació mediambiental (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Al final del curs l'alumne tindrà una visió global de la legislació ambiental i coneixerà els diferents aspectes que es regulen en aquestes normatives i les relacions rang legals.

Pràctiques/treballs: Treballs sobre la legislació ambiental en una empresa del sector, amb la proposta d'un treball en grup.

Transversalitats: Aquesta assignatura pretén donar coneixements sobre la legislació ambiental, així doncs el coneixement previ de tots els processos existents a la indústria química serà imprescindible.

Prevenció de la contaminació (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne adquirirà coneixements de la quantitat permissible de contaminants en contacte amb la població, a més de models de transport amb els qual poder determinar concentracions tòxiques que serien permissibles en el punt d'emissió. Aquesta dada es una restricció a considerar en el disseny del procés.

Pràctiques/treballs: Es realitzaran una sèrie de treballs en grups plantejats a partir de problemes de la indústria actual.

Transversalitats: Caldrà tenir coneixements bàsics apresos durant el Màster.

Recuperació de sols contaminats (3 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne adquirirà coneixements de química sobre diferents tipus de redempció de sòls, per diferents mètodes i tractaments. També es donaran les bases sobre gestió de residus per evitar situacions de sols contaminats.

Pràctiques/treballs: Es proposaran diversos exemples sobre problemes actuals; a partir de diversos brainstorming a classe deuran treure una possible solució a cada tipus de problema.

Transversalitats: Per al seguiment de les classes, serà necessària la química base, a més de totes les assignatures referents a processos, com operacions de separació, de barreja, fenòmens de transport, tal i com es mostra a l'annex D de transversalitats.

- **Diploma en gestió de la indústria química:**

Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Subministrament (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: L'alumne ampliarà conceptes en quant a organització industrial. Tipus de processos: fabricació contínua, per lots i projectes. Estratègies de la producció. Introducció a processos de producció. Models i tècniques predictives de la demanda, El concepte de la planificació reactiva, el model integral de provisions, etc...

Pràctiques/treballs: Exercicis pràctics.

Transversalitats: Serà necessari haver cursat prèviament assignatures d'organització industrial.

L'empresa. Anàlisi Estratègic i Marketing de la Indústria Química (6 crèdits ECTS):

Objectiu: Aquesta assignatura pretén ampliar els continguts apresos en economia cursats durant la carrera. En aquesta assignatura s'aborden aspectes estratègics relacionats amb el subsistema de la producció, es a dir, les decisions que afecten durant el procés. Per tan l'alumne adquirirà coneixements sobre com identificar les condicions organitzatives que afavoreixin la formulació e implantació d'estratègies productives, dominar conceptes de direcció de producció...

Pràctiques/treballs: Es realitzaran una sèrie de treballs en grups.

Transversalitats: Serà necessari haver cursat prèviament l'assignatura d'economia.

Residus, abocaments i Protecció Medi-Ambiental (3 crèdits ECTS):

Objectiu: En aquesta assignatura es desitja donar a l'alumne coneixements de la importància de la gestió ambiental de l'empresa, així com una introducció a les normatives ambientals, a més d'aprendre eines com els estudis d'impacte ambiental, anàlisis de cicles de vida dels productes, que és un sistema de gestió ambiental, i tot això per tal de donar solució als residus, abocaments que generen les empreses.

Pràctiques/treballs: Es realitzaran una sèrie de treballs en grups.

Transversalitats: No cal cap coneixement previ que no s'hagi cursat en el cicle anterior.

Desenvolupament personal. Lideratge, motivació, comunicació i treball en equip (3 crèdits ECTS):

Objectiu: Pretén donar a l'alumne coneixements en quant a habilitats per ser líder, amb una bona comunicació, fomentar el treball en grup, també es pretén donar tècniques de planificació i gestió eficaç del temps.

Pràctiques/treballs: Resolució de diferents casos pràctics a l'alula.

Transversalitats: Serà necessària la prèvia realització d'assignatures com anàlisi estratègic, tal i com es mostra a l'annex D de transversalitats.

A més de:

Operacions de barreja (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Familiaritzar l'estudiant amb manipulació de sòlids, líquids, sistemes de barreja; així com el disseny dels mateixos, producció i Scale-Up.

Pràctiques/treballs: Treball en grup, en el que s'haurà de dissenyar, una operació de barreja, per a diferents tipus de substàncies.

Transversalitats: Aquesta assignatura necessita de les assignatures de disseny d'equips, cursada en el grau, i de transferència de matèria, per al seu càlcul. Les demés assignatures seran de suport per a la mateixa.

Operacions mecàniques de separació per barreres (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Donar les bases i teoria de sistemes mecànics de separació per membranes, tal com filtració, diàlisis, membranes líquides, així com entendre els fonaments, operacions, formació de les pastes, rentat dels mateixos, i disseny i modelatge de filtres.

Pràctiques: pràctica de filtració, que es podrà veure en la planta pilot, i pràctica de scale-up.

Transversalitats: Aquesta assignatura necessita de les assignatures de disseny d'equips, cursada en el grau, i de transferència de matèria, per al seu càlcul. Les demés assignatures seran de suport per a la mateixa.

Operacions mecàniques de separació de sòlids (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Donar les bases i teoria de sistemes mecànics de separació de sòlids, tal com tamisos, ciclons, i demés processos, especialitzant-se en el seu disseny, estudi d'eficiència i optimització dels mateixos.

Pràctiques/Treballs: visites a empreses per tal de poder observar el funcionament d'aquests aparells i estudiar-ne així la seva eficiència.

Transversalitats: Aquesta assignatura necessita de les assignatures de disseny d'equips, cursada en el grau, i de transferència de matèria, per al seu càlcul. Les demés assignatures seran de suport per a la mateixa a més de l'assignatura d'optimització.

Disseny creatiu (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Es tracta de donar noves eines de treball a l'alumne. Tipus d'innovació. Models de creativitat. Potenciar la creativitat mitjançant Brainstorming, anàlisi morfològic, "case-based", TRIZ.

Pràctiques/treballs: Realització d'un treball en grup, d'un nou producte, idea, procés, etc.

Transversalitats: Per a la realització d'aquesta assignatura es fa necessari conèixer les assignatures de processos, a més donarà tècniques per a discutir treballs, que un cop cursada aquesta assignatura, facilitarà la feina dels estudiants.

Sistemes de seguretat i gestió del risc (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Aquesta assignatura pretén donar els coneixements en normes de seguretat, Procediments de seguretat. Coneixements del tot el que comporti riscos en una empresa de processos, a més de tot el que comporti un risc per a l'home a la indústria i com evitar-ho.

Pràctiques/treballs: HAZOP de la pròpia planta i mesures de seguretat necessàries a la mateixa, a més del desenvolupament d'un procediment de seguretat d'una indústria.

Transversalitats: Aquesta assignatura tocarà tot tipus de procés amb el que les assignatures de operacions de separació i operacions unitàries seran necessàries. A més aquesta assignatura serà desenvolupada transversalment en totes els assignatures que tinguin pràctiques; les assignatures anteriors a aquestes es tocarà indirectament, mitjançant procediments estàndards de seguretat.

B.3. Assignatures de lliure elecció:

A continuació es mostren una sèrie d'assignatures de lliure elecció, que pretenen omplir els crèdits restants.

Anglès tècnic per a control de processos (5 crèdits ECTS):

Objectiu: Donar coneixements en altres idiomes, tal sigui l'anglès per a que l'alumne sigui capaç de moure's dins aquest mon sense cap frontera; a més potenciar l'alumne en l'estudi de les llengües, actitud necessària i que s'exigeix en el mon laboral.

Pràctiques/treballs: Els alumnes deuran participar en converses proposades a fi d'agilitar el seu aprenentatge.

Transversalitats: Aquesta assignatura es podrà fer des de el primer moment, sense necessitat d'haver fet cap altre assignatura.

Comunicació interempresarial (4,5 crèdits ECTS):

Objectiu: Proporcionar a l'estudiant capacitat de lideratge, técniques dins aquest camp; gestió de reunions, control de projectes, gestió de projectes. Negociacions, direcció de projectes, presentacions i resolucions de situacions conflictives. Aquesta assignatura es podria fer en anglès/altre idioma. Per tal de donar-li internacionalitat al Màster

Pràctiques/treballs: Representació d'exemples d'empresa, així com preparació de reunions.

Transversalitats: Necessitat de conèixer tot tipus d'assignatures, per tal de dominar el llenguatge tècnic, a més d'idiomes, a més d'idiomes. És una assignatura que es surt dels conceptes tècnics, pel que no té gaire relació amb les altres.

C. Repartiment de crèdits

Aquest factor s'aplica d'acord amb la nova distribució de crèdits ECTS, en el qual les hores de dedicació per part de l'alumne compten dins les hores del conjunt de l'assignatura.

A continuació es mostra el factor aplicat a cada tipus d'acció que es pot realitzar dins l'aula; tot i que ens trobem alguna que altra excepció degut a les característiques de la mateixa assignatura.

C1. Diferents escenaris:

- **Classe magistral:**

S'ha atorgat un factor 1 al treball personal, ja que no es creu l'alumne que dedicarà més d'una hora d'estudi per hora de classe magistral, a més, la duració de les mateixes serà d'aproximadament d'unes 15 setmanes, que serà variable depenent del calendari escolar.

- **Classe de problemes:**

A la classe de problemes se li ha atorgat un factor 6, ja que es pretén que el professor faci un primer plantejament dels problemes a classe, dedicant l'alumne unes 3 hores de treball personal per mitja hora de classe.

Tot i això hi ha assignatures en les que el factor s'ha disminuït a la meitat (a 3), ja que es pretén que els problemes siguin exposats i explicats a classe, proposant altres problemes per a treball personal, sempre i quan l'assignatura ho permeti. No se'n descarten altres factors a aplicar.

- **Treballs individuals:**

En aquest apartat s'ha pensat que en comptes de proposar uns treballs en grup, es proposin un seguit de treballs individuals, per tal d'avaluar a l'alumne individualment, i no com a grup, amb un factor de 4, cosa que implicaria unes 4 hores de treball personal per hora de classe.

A l'hora de classe el professor exposaria la feina que l'alumne hauria de fer, mentre que a les hores restants l'alumne seria el que es dedicaria a resoldre possibles dubtes amb el professor, exposant-los davant de classe per tal que els altres alumnes proposessin solucions, e inclòs aclarissin els seus dubtes alhora.

- **Treballs en grup:**

Els treballs en grup, amb grups amb un nombre mínim de 3 alumnes, als quals sel's hi ha atorgat un treball personal amb un factor 9, degut al nombre d'hores que els alumnes acostumen a dedicar-hi a treballs d'aquest tipus, pel que es considera que s'ha de reconèixer aquest nombre d'hores en les quals els alumnes intercanvien informació. Aquest factor de treball personal pot variar en funció dels alumnes que es cregui convenient per tal de fer un treball, i/o la dedicació que s'ha cregut més adient a cada tipus de treball.

- **Visites:**

Les visites, necessiten un factor de 0,5; la durada de les mateixes acostuma a ésser d'unes 4 hores, per el que el treball personal per visita acostumarà a ésser d'unes 2 hores.

- **Laboratori:**

Als informes de laboratori se'ls hi ha donat un factor 0,5, situant-se la tasca important en la realització de les pràctiques, tot i que les pràctiques en les quals implica l'aprenentatge d'un nou software; se l'hi ha afegit un factor 1 en comptes de 0,5 degut a la càrrega addicional que suposa la familiarització amb el mateix. A vegades aquest factor 0,5 pot arribar a ser 0, en el cas de que els informes de les pràctiques siguin realitzats durant la mateixa pràctica.

C.2. Distribució d'hores

A continuació es mostra la distribució d'hores segons les diferents assignatures que componen el Màster, amb l'objectiu de comprendre el quadre esquema que es presenta al final d'aquest annex, a les taules C.1 i C.2, on es pot observar la repartició detallada dels crèdits i hores segons siguin de treball personal o presencials a l'aula.

Per a la realització dels crèdits ECTS s'han tingut en compte les següents consideracions:

- Les classes de laboratori, fan disminuir les setmanes lectives de les classes magistrals.
- Les hores de classe per setmana s'ha arrodonit a l'alça.

A continuació es mostra el repartiment d'hores a cada assignatura:

C.2.1. Assignatures troncals

- **Primer quatrimestre**

Mètodes numèrics

Aquesta assignatura amb unes 3 hores de classe per setmana, les quals correspondran a unes 2 hores de classe magistral per setmana, 0.5 hores de problemes també durant 15 setmanes; El laboratori al tractar-se d'un programa nou, i amb el que deuran fer les pràctiques, s'ha proposat canviar el factor de 0.5 a 1, ja que el treball seria la meitat si en coneguessin el software, com es el cas de la realització dels informes de laboratori.

Amb el treball individual també s'ha canviat el factor a 6, ja que suposa una càrrega addicional de treball. Tot això comporta unes 150 hores, que corresponen a un total de 6 crèdits ECTS.

Operacions de transferència de matèria

Aquesta assignatura consta de 4 hores de classe per setmana, a més de 1 hora de classe de problemes, que seran resolts a classe; també consta de 4 hores de laboratori per a la resolució de dues pràctiques.

A la vegada es proposarà un treball individual sobre alguna operació unitària que omplirà 1 hora per setmana, i de resolució durant tot el curs.

Amb això es tindrà una assignatura d'unes 200 hores i 8 crèdits ECTS.

Integració i optimització de processos de separació

Aquesta assignatura consta de 1 hora de classe magistral per setmana, així com 0.3 hores per setmana durant 5 setmanes per a la proposta de diferents problemes de classe, amb el factor corresponent; també es pretén que hi hagi un treball en grup, amb un temps de 1 hora per setmana, per tal de veure l'evolució del mateix, resoldre dubtes...

Al mateix temps 6 hores de l'assignatura seran dedicades a la realització de pràctiques de laboratori, dins el mon dels mètodes de separació.

Finalment això implicarà unes 125 hores de feina, que són uns 5 crèdits ECTS.

Fenòmens de transport

Aquesta assignatura de 100 hores i 4 crèdits ECTS, es reparteix en 2 hores a la setmana de classes magistrals, mitja hora de classe de problemes i 6 hores de laboratori per ta de posar en pràctica els coneixements adquirits.

- **Segon quatrimestre**

Organització de la producció

Aquesta assignatura tindrà 1 hora i mitja de classe presencial per setmana, repartida en 1 hora per setmana de classe magistral, durant 15 setmanes; 0.5 hores, durant 9 setmanes de problemes, amb el factor 6 de treball personal, ja que es pretén que l'alumne aprofundeixi d'aquesta forma el treball fet a la classe magistral, i mitja hora durant 6 setmanes d'un treball en grup proposat a mitjans del quatrimestre, amb el factor corresponent per al treball en grup.

La suma d'aquestes hores i les de treball personal ens donen unes 100 hores, totals, que corresponen a uns 4 crèdits ECTS.

Anàlisi i disseny de reactors

Aquesta assignatura de 125 hores i 5 crèdits ECTS, es reparteix en 2 hores a la setmana de classes magistrals durant 12 setmanes, mitja hora de classe de problemes durant 12 setmanes, 0.5 hores dedicades al treball en grup amb una durada de 5 setmanes, i finalment 4 hores de laboratori per a posar en pràctica els coneixements adquirits.

Simulació i optimització de processos

Aquesta assignatura disposa de 2 hores de classe magistral, a més mitja hora per setmana de problemes. També hi haurà 1 hora setmanal de laboratori, que consistirà en la resolució de problemes a l'aula d'informàtica, amb el software necessari, tal sigui Aspen, Hyssis... A part, hi haurà un exercici setmanal corresponent a cada tema, el qual serà plantejat i l'alumne li dedicarà el temps corresponent, tal i com es mostra a la Taula C.1. i Taula C.2.

Amb tot això fem un total de 150 hores, que corresponen a 6 crèdits ECTS.

Optimització e investigació Operativa

En aquesta assignatura els 4 crèdits ECTS, o sigui les 100 hores, es divideixen en 1 hora a la setmana de classe magistral, a més d'una mitja hora per al treball en grup, en el qual es tractarà d'optimitzar la planta de processos de la que es disposa.

- **Tercer quatrimestre**

Sistemes de control de processos

Aquesta assignatura constarà d'1.5 hores a la setmana de classes magistrals, a més de 0.2 hores per a la proposta de problemes, que l'alumne deurà resoldre.

A més hi haurà unes 0.2 hores durant 12 setmanes per a la resolució d'un treball individual, sobre algun cas industrial. I finalment una pràctica d'una duració de 2 hores, en la que l'alumne proposarà millores als sistemes de la pròpia planta pilot de processos de la qual constarà el Màster.

Estratègia en enginyeria de processos

Aquesta assignatura es distribueix en 2 hores de classe magistral, un treball en grup al que se li dedicarà 0.5 hores per setmana i una feina addicional per a cada alumne de proposta d'exercicis amb una dedicació de 0.2 hores per setmana; Fent un total de 6 crèdits ECTS, amb 150 hores.

Desenvolupament d'un producte

Aquesta assignatura es distribueix en 1 hora de classe magistral per setmana, així com mitja hora de problemes durant les primeres 6 setmanes. A més aquesta assignatura constarà d'un treball en grup, al qual se li dedicarà 0.4 hores durant 6 setmanes, les restants del curs.

Tot això faran un total de 75 hores, i 3 crèdits ECTS.

Intensificació de processos

Aquesta assignatura consta de 1,5 hores de classe magistral per setmana, a més de mitja hora per a la proposta i resolució de problemes.

A més hi haurà que resoldre un treball en grup, en el que es dedicarà un factor de 0.1 per grup, durant les 15 setmanes de curs.

Amb tot això es tindrà unes 112.5 hores totals, que corresponen a uns 4,5 crèdits ECTS.

- **Quart quatrimestre**

Durant el quart quatrimestre es realitzarà la tesis, amb un total de 30 crèdits ECTS, a més de les optatives i ALE's que l'hi quedin pendents a l'alumne.

C.2.2. Assignatures optatives

En quant a les assignatures optatives:

Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient

Amb un total de 6 crèdits ECTS, i 150 hores, aquesta optativa es distribueix en 2 hores de classe magistral, proposició de problemes en 0.5 hores per setmana, i unes 0.5 hores per al desenvolupament d'un treball personal proposat, a més d'una visita proposada en el seu moment, corresponent a 0.5 hores de treball personal.

Processos de tractament de descàrregues industrials

La distribució d'aquesta assignatura consta de 2 hores de classe magistral, on s'estudiaran els diferents processos existents, 0.5 hores de problemes, on es resoldran i realitzaran problemes de descàrregues industrials i unes 0.2 hores per a un treball en grup, en el que hauran de posar en pràctica els coneixements apresos. Totes aquestes hores, més les de treball personal afegit fan que aquesta assignatura tingui 6 crèdits ECTS

Legislació mediambiental

La distribució d'aquesta assignatura consta de 2,5 hores de classe magistral, on s'estudiaran la legislació en aquesta matèria, i 0,5 hores dedicades a la preparació d'un treball en grup, en el que hauran de posar en pràctica els coneixements apresos. Totes aquestes hores, més les de treball personal afegit fan que aquesta assignatura tingui 4,5 crèdits ECTS

Instal·lació d'instruments i àrees classificades

Aquesta assignatura es distribueix en 2,5 hores de classe magistral per setmana, així com una mitja hora durant la meitat del curs per a preparar un treball en grup. I finalment 2 visites de 2 hores cadascuna a indústries per tal de donar un sentit físic a la teoria.

Tot això faran un total de 112,5 hores, i 4,5 crèdits ECTS.

Mesures de variables de procés

En aquesta assignatura els 3 crèdits ECTS, o sigui les 75 hores, es divideixen en 1 hora a la setmana de classe magistral, a més d'una mitja hora de problemes a resoldre en classe, i una visita al final del curs.

Recuperació de sols contaminats

La distribució d'aquesta assignatura consta de 1 hora de classe magistral, on s'estudiaran els diferents processos existents, 0.5 hores dedicades al plantejament d'un treball en grup en el que hauran de posar en pràctica els coneixements apresos. Totes aquestes hores, més les de treball personal afegit fan que aquesta assignatura tingui 3 crèdits ECTS

Control de processos comuns

Aquesta assignatura consta de 1,5 hora de classe magistral per setmana, així com 0.5 hores per setmana per a la proposta de diferents problemes de classe, amb el factor corresponent; també hi hauran diverses visites amb la finalitat de que l'alumne vegi a la pràctica el funcionament d'aquests aparells.

Finalment això implicarà unes 75 hores de feina, que són uns 3 crèdits ECTS.

Elements finals de control

Amb un total de 4,5 crèdits ECTS, i 112,5 hores, aquesta optativa es distribueix en 2,5 hores de classe magistral a la setmana, i proposta de problemes en 0.5 hores per setmana.

Control estadístic de processos

Amb un total de 3,5 crèdits ECTS, i 87,5 hores, aquesta optativa es distribueix en 2 hores de classe per setmana, de les quals 1 és de teoria i la resta per a resolució i plantejament de problemes.

Prevenció de la contaminació

Aquesta assignatura es distribueix en 1 hora de classe magistral per setmana, 0,5 hores dedicats la resolució i proposta de problemes, 0,4 hores a la preparació d'un treball en grup.

Finalment això implicarà unes 112,5 hores de feina, que són uns 4,5 crèdits ECTS.

Disseny avançat de reactors i corrosió

Aquesta assignatura es distribueix en 2 hores de classe magistral per setmana, 0,5 hores dedicats la resolució i proposta de problemes, 4 sessions de pràctiques de corrosió i un treball en grup, així com una mitja hora durant la meitat del curs per a preparar un treball en grup.

Tot això faran un total de 150 hores, i 6 crèdits ECTS.

Catàlisi homogènia

Amb un total de 4,5 crèdits ECTS, i 112,5 hores, aquesta optativa es distribueix en 1 hores de classe magistral, proposició de problemes en 0.5 hores per setmana, i un treball individual durant el curs proposat en el seu moment.

Catàlisi heterogènia

Amb un total de 4,5 crèdits ECTS, i 112,5 hores, aquesta optativa es distribueix en 1 hora de classe magistral, proposició de problemes en 0.5 hores per setmana, i un treball individual durant el curs proposat en el seu moment.

Reactors amb fluids supercrítics

En aquesta assignatura els 3 crèdits ECTS, o sigui les 75 hores, es divideixen en 1,5 hores a la setmana de classe magistral, a més d'una mitja hora per a classe de problemes.
Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Subministrament.

Aquesta assignatura es distribueix en 2,5 hores de classe magistral per setmana i 0,5 hores dedicats la resolució i proposta de problemes. Tot això faran un total de 112,5 hores, i 4,5 crèdits ECTS.

L'empresa. Anàlisi Estratégic i Marketing de la Indústria Química

Amb un total de 6 crèdits ECTS, i 150hores, aquesta optativa es distribueix en 2 hores de classe magistral, proposició de problemes en 0.5 hores per setmana, i un treball individual durant el curs proposat en el seu moment.

Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental

Aquesta assignatura consta de 1,5 hora de classe magistral per setmana, així com 0.5 hores per setmana per a la proposta de diferents problemes de classe, amb el factor corresponent.

Finalment això implicarà unes 75 hores de feina, que són uns 3 crèdits ECTS

Desenvolupament personal, lideratge, motivació, comunicació i treball en equip

Aquesta assignatura consta de 1,5 hora de classe magistral per setmana, així com 0.5 hores per setmana per a la proposta de diferents problemes de classe, amb el factor corresponent.

Finalment això implicarà unes 75 hores de feina, que són uns 3 crèdits ECTS

Sistemes de gestió i seguretat del risc

Amb un total de 6 crèdits ECTS, i 150 hores, aquesta optativa es distribueix en 1 hora de classe magistral, proposició de problemes en 0.5 hores per setmana, i unes 0.5 hores per al desenvolupament d'un treball en grup proposat, a més d'un factor 0.5 aplicat a pràctiques de laboratori

Disseny creatiu

Aquesta assignatura consta de 1 hora de classe magistral, a més de 0.5 hores en 12 setmanes de classe de problemes que el professor anirà tutelant; També hi haurà un treball en grup, amb una dedicació a classe de 0.4 hores durant 10 setmanes, les quals sumades donen un total de 112 hores que són 4,5 crèdits ECTS.

Operacions mecàniques de separació per barreres

Amb un total de 4.5 crèdits ECTS, i 112.5 hores, aquesta optativa es distribueix en 1.5 hores de classe magistral, proposició de problemes en 0.3 hores per setmana, i unes 0.5 hores per al desenvolupament d'un treball individual, a més de les 4 hores de laboratori corresponent.

Operacions mecàniques de separació de sòlids

Aquesta assignatura tindrà 1.5 hores de classe magistral per setmana, a més de 0.5 hores de treball individual en la que es resoldran dubtes del treball proposat, 4 hores de laboratori.

La suma d'aquestes hores fan un total de 112.5 hores, que corresponen a uns 4.5 crèdits ECTS.

Operacions de barreja

Aquesta assignatura tindrà 1.5 hores de classe magistral per setmana, 0.3 hores per setmana de problemes, a més de 0.3 hores de treball en grup durant 12 setmanes en la que es resoldran dubtes del treball proposat, en el qual els alumnes proposaran un tema, i l'aprofundiran.

La suma d'aquestes hores fan un total de 112.5 hores, que corresponen a uns 4.5 crèdits ECTS.

C.2.3. ALE's:

Anglès tècnic per a control de processos

En aquesta assignatura els 5 crèdits ECTS, o sigui les 125 hores, es divideixen en 4 hores a la setmana de classe magistral, a més d'una mitja hora per a practicar l'idioma en grup i preparar una exposició.

Comunicació interempresarial

Aquesta assignatura tindrà 1 hora de classe magistral per setmana, a més de mitja hora de treball en grup durant 14 setmanes en la que es resoldran dubtes del treball proposat, en el qual els alumnes proposaran un tema, i l'aprofundiran.

La suma d'aquestes hores fan un total de 100 hores, que corresponen a uns 4 crèdits ECTS.

A més d'altres assignatures tal i com s'ha expressat en altres documents d'aquest projecte.

Taula C.1 Detall del repartiment de crèdits

					Distribució hores					
	Crèdits ECTS	Any	Quatrimestre	Crèdits per assignatura	Classe magistral	(treball personal)	Classe problemes	(treball personal)	Treballs en grups	(treball personal)
						factor 1		Factor 6		factor 9 (mín grups de 3)
Assignatures										
Troncals	**90**									
Operacions de transferència de matèria		1	1	8	20	20	12	72	0	0
Integració i optimització de processos de separació		1	1	5	12	12	1,75	10,5	8	72
Fenòmens de transport		1	1	4	30	30	4,5	27	0	0
Mètodes numèrics		1	1	6	24	24	7,5	45	0	0
Organització de la producció		1	2	4	15	15	4,5	27	3,85	34,65
Anàlisi i disseny de reactors		1	2	5	24	24	9	54	1,5	7,5
Simulació i optimització de processos		1	2	6	30	30	7,5	45	0	0
Optimització e investigació Operativa		1	2	4	15	15	0	0	7	63
Sistemes de control de processos		2	3	4,5	22,5	22,5	7,5	45	0	0
Estratègia en enginyeria de processos		2	3	6	30	30	0	0	7,5	67,5
Desenvolupament de productes		2	3	3	15	15	3	18	2,4	21,6
Intensificació de processos		2	3	4,5	22,5	22,5	7,5	45	1,5	13,5
Tèsis del Màster		2	4	30						
Crèdits totals			**Totals**	**90**						
Optatives	**30**									
Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient				6	30	30	7,5	45	3,6	32,4
Processos de tractament de descàrregues industrials				4,5	30	30	7,5	45	3	27
Legislació mediambiental				4,5	37,5	37,5	0	0	3,5	31,5
Instal·lació d'instruments i àrees classificades				4,5	35	35	0	0	3,6	32,4
Mesures de variables de procés				3	15	15	4,5	27	0	0
Recuperació de sols contaminats				3	15	15	0	0	4,5	40,5
Control de processos comuns				3	12	12	4,5	27	0	0
Elements finals de control				4,5	35	35	6	36	0	0
Disseny avançat de reactors i corrosió				6	30	30	7,5	45	0	0
Catàlisi homogènia				4,5	32,5	32,5	3,6	21,6	0	0
Catàlisi heterogènia				4,5	32,5	32,5	3,6	21,6	0	0
Reactors amb fluids supercritics				3	18	18	6	36	0	0
Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Subministrament				4,5	35	35	6	36	0	0
L'empresa. Anàlisi Estratègic i Marketing de la Indústria Química				6	30	30	7,5	45	3,6	32,4
Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental				3	18	18	6	36	0	0
Desenvolupament personal, lideratge, motivació, comunicació i treball en equip				3	18	18	6	36	0	0
Operacions de barreja				4,5	22,5	22,5	4,5	27	3,6	32,4
Operacions mecàniques de separació de sòlids				4,5	22,5	22,5	3	18	0	0
Operacions mecàniques de separació per barreres				4,5	22,5	22,5	4,5	27	0	0
Disseny creatiu				4,5	15	15	6	36	4	36
Sistemes de seguretat i gestió del risc				4,5	15	15	7,5	45	6,15	55,35
Control estadístic de processos				3,5	15	15	6,5	39	6,15	55,35
Prevenció de la contaminació				4,5	15	15	6	36	4	36
			Totals	**98**						
Assignatures de lliure elecció										
Anglés tècnic per a control de processos				5	60	60	0	0	0,5	4,5
Comunicació interempresarial				4,5	15	15	7,5	45	0	0
			Totals	**9,5**						

Taula C.2 Detall del repartiment de crèdits

	Distribució hores					
	Laboratori	**(treball personal)**	**Treballs individuals**	**(treball personal)**	**Visites**	**(treball personal)**
		factor 0,5		factor 4		factor 0,5
Assignatures						
Troncals						
Operacions de transferència de matèria	4	2	12,75	51	4	2
Integració i optimització de processos de separació	6	3	0	0	0	0
Fenòmens de transport	6	3	0	0	0	0
Mètodes numèrics	6	6	5,25	31,5	0	0
Organització de la producció	0	0	0	0	0	0
Anàlisi i disseny de reactors	4	2	0	0	0	0
Simulació i optimització de processos	15	7,5	3	12	0	0
Optimització e investigació Operativa	0	0	0	0	0	0
Sistemes de control de processos	2	1	2,4	9,6	0	0
Estratègia en enginyeria de processos	0	0	2,2	8,8	4	2
Desenvolupament de productes	0	0	0	0	0	0
Intensificació de processos	0	0	0	0	0	0
Tèsis del Màster						
Crèdits totals						
Optatives						
Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient	0	0	0	0	1	0,5
Processos de tractament de descàrregues industrials	4	2	0	0	0	0
Legislació mediambiental	0	0	0	0	0	0
Instal·lació d'instruments i àrees classificades	0	0	0	0	4	2
Mesures de variables de procés	0	0	2	8	2	1
Recuperació de sols contaminats	0	0	0	0	0	0
Control de processos comuns	4	2	0	0	6	3
Elements finals de control	0	0	0	0	0	0
Disseny avançat de reactors i corrosió	8	4	4	16	0	0
Catàlisi homogènia	0	0	4	16	0	0
Catàlisi heterogènia	0	0	4	16	0	0
Reactors amb fluids supercritics	0	0	0	0	0	0
Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Subministrament	0	0	0	0	0	0
L'empresa. Anàlisi Estratégic i Marketing de la Indústria Química	0	0	0	0	0	0
Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental	0	0	0	0	0	0
Desenvolupament personal, lideratge, motivació, comunicació i treball en equip	0	0	0	0	0	0
Operacions de barreja	0	0	0	0	0	0
Operacions mecàniques de separació de sòlids	4	2	7,5	30	4	2
Operacions mecàniques de separació per barreres	4	2	5,5	22	2	1
Disseny creatiu	0	0	0	0	0	0
Sistemes de seguretat i gestió del risc	4	2	0	0	0	0
Control estadístic de processos	0	0	1	4	0	0
Prevenció de la contaminació	0	0	0	0	0	0
Assignatures de lliure elecció						
Anglés tècnic per a control de processos	0	0	0	0	0	0
Comunicació interempresarial	8	4	3	12	0	0

D. Transversalitats

Taula D.1 Taula de transversalitats

TRANSVERSALITATS	Primer quatrimestre	Operacions de transferència de matèria	Integració i optimització de processos de separació	Fenomens de transport	Mètodes numèrics	Segon quatrimestre	Organització de la producció	Anàlisi i disseny de reactors	Simulació i optimització de processos	Optimització e investigació Operativa	Tercer quatrimestre	Sistemes de control de processos	Estratègia en enginyeria de processos	Desenvolupament de productes	Intensificació de processos	Optatives	Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient	Processos de tractament de descàrregues industrials	Legislació mediambiental	Instal·lació d'instruments i àrees classificades	Mesures de variables de procés	Recuperació de sols contaminats	Control de processos comuns	Elements finals de control	Disseny avançat de reactors i corrosió	Catàlisi homogènia	Catàlisi heterogènia	Reactors amb fluids supercritics	Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Sub.	L'empresa. Anàlisi Estratègic i Marketing de la Indústria Química	Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental	Desenvolupament personal, lideratge, motivació, com. i treb. en equip	Operacions de barreja	Operacions mecàniques de separació de sòlids	Operacions mecàniques de separació per barreres	Disseny creatiu	prevenció de la contaminació	Control estadístic de processos	Sistemes de seguretat i gestió del risc	ALE's	Anglès tècnic per a control de processos	Comunicació interempresarial
Primer quatrimestre																																										
Operacions de transferència de matèria			++	+	+		-	-	-	-		-	-	--	--		+	+	--	-	-	-	--	--	--	--	--	-	-	-	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Integració i optimització de processos de separació		++		+	++		-	-	+	+		-	-	-	-		-	-	--	-	+	+	--	--	--	--	--	+	-	-	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Fenomens de transport		-	-		++		-	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	-	-	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Mètodes numèrics		--	--	--			--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Segon quatrimestre																																										
Organització de la producció		-	+	-	+			-	-	-		--	--	--	--		-	-	-	-	-	-	++	--	--	--	--	--	+	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Anàlisi i disseny de reactors		+	+	+	++		-		++	++		-	-	-	+		-	-	--	-	-	+	--	-	--	--	--	+	--	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Simulació i optimització de processos		+	++	-	++		-	-		++		-	-	-	-		-	-	--	-	--	-	--	-	--	--	--	+	--	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Optimització e investigació Operativa		+	+	-	++		-	-	++			--	--	-	-		-	-	--	-	-	-	--	-	--	--	--	-	--	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Tercer quatrimestre																																										
Sistemes de control de processos		-	-	-	+		-	+	+	++			-	-	-		-	-	--	+	-	+	+	+	--	--	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--		-	-
Estratègia en enginyeria de processos		-	-	-	+		++	-	++	++		-		+	-		-	-	-	-	-	-	--	+	--	--	--	+	+	+	+	+	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Desenvolupament de productes		-	+	-	-		+	-	+	+		-	-		-		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-	+	+	-	+	--	--	--	--	--	--	--		--	+
Intensificació de processos		++	++	++	++		-	++	+	+		-	-	-			+	+	--	+	+	+	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--		--	--
Optatives																																										
Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient		+	-	+	-		--	-	--	--		--	-	+	+			+	+	--	--	++	--	--	--	--	--	--	--	--	+	-	--	--	--	--	+	--	-		--	--
Processos de tractament de descàrregues industrials		+	-	+	--		--	-	--	--		--	-	+	-		-		--	--	--	++	--	--	--	--	--	--	--	--	+	-	--	--	--	--	+	--	--		--	--
Legislació mediambiental		-	-	-	--		--	-	--	--		--	--	+	-		+	+		--	--	+	--	--	--	--	--	--	+	--	+	-	-	--	--	--	+	--	--		--	--
Instal·lació d'instruments i àrees classificades		--	-	--	--		--	--	-	--		+	--	--	-		-	-	--		+	-	+	+	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--	--	--	-	--	--		--	--
Mesures de variables de procés		+	-	--	+		--	--	-	--		++	--	-	--		--	-	--	--		+	++	++	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--		--	--
Recuperació de sols contaminats		--	-	++	--		--	--	-	--		-	--	-	--		-	-	+	--	-		-	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--		--	--

Taula D.2 Transversalitats

TRANSVERSALITATS	Primer quatrimestre	Operacions de transferència de matèria	Integració i optimització de processos de separació	Fenomens de transport	Mètodes numèrics	Segon quatrimestre	Organització de la producció	Anàlisi i disseny de reactors	Simulació i optimització de processos	Optimització e investigació Operativa	Tercer quatrimestre	Sistemes de control de processos	Estratègia en enginyeria de processos	Desenvolupament de productes	Intensificació de processos	Optatives	Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient	Processos de tractament de descàrregues industrials	Legislació mediambiental	Instal·lació d'instruments i àrees classificades	Mesures de variables de procés	Recuperació de sols contaminats	Control de processos comuns	Elements finals de control	Disseny avançat de reactors i corrosió	Catàlisi homogènia	Catàlisi heterogènia	Reactors amb fluids supercritics	Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Sub.	L'empresa. Anàlisi Estratègic i Marketing de la Indústria Química	Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental	Desenvolupament personal, lideratge, motivació, com. i treb. en equip	Operacions de barreja	Operacions mecàniques de separació de sòlids	Operacions mecàniques de separació per barreres	Disseny creatiu	prevenció de la contaminació	Control estadístic de processos	Sistemes de seguretat i gestió del risc	ALE's	Angles tècnic per a control de processos	Comunicació interempresarial
Control de processos comuns		+	+	-	+		--	--	-	--		++	--	-	--		--	-	--	--	++	-		++	--	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--	--	-	--	--		--	--
Elements finals de control		--	-	-	+		--	-	+	--		++	--	--	--		--	-	-	--	+	-	+		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--		--	--
Diseny avançat de reactors i corrosió		+	-	+	--		--	++	-	--		-	--	--	--		-	--	--	--	--	--	--	--		++	++	++	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--		--	--
Catàlisi homogènia		-	--	++	--		--	++	-	--		-	--	--	--		-	--	--	--	--	--	-	-	++		++	++	--	--	--	--	-	--	--	--	--	--	--		-	--
Catàlisi heterogenia		-	--	++	--		--	++	-	--		-	--	--	--		--	--	--	--	--	--	-	-	++	++		++	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Reactors amb fluids supercritics		--	--	++	--		--	++	-	--		--	--	--	--		--	--	--	--	--	--	-	-	++	++	++		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Subministrament		--	+	--	--		++	-	+	+		--	++	+	--		+	--	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--		+	-	+	--	--	--	--	--	--	--		--	+
L'empresa. Anàlisi Estratègic i Marketing de la Indústria Química		--	--	--	--		++	--	+	++		--	++	+	--		+	--	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		-	+	--	--	--	--	--	--	--		--	+
Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental		--	--	--	--		-	--	-	-		--	-	--	--		+	+	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+		-	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Desenvolupament personal, lideratge, motivació, com. i treb. en equip		--	--	--	--		+	--	-	-		--	+	+	--		-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	-		--	--	--	--	--	--	--		--	+
Operacions de barreja		++	--	--	--		--	+	--	--		--	--	--	+		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--	--	--	--	--		--	--
Operacions mecàniques de separació de sòlids		++	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	+		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--	--	--	--		--	--
Operacions mecàniques de separació per barreres		++	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	+		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--	--	--		--	--
Disseny creatiu		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--	--		--	--
Prevenció de la contaminació		--	-	++	--		--	--	-	--		-	--	-	--		+	+	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--	--		--	--		--	--
Control estadístic de processos		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--
Sistemes de seguretat i gestió del risc		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	++	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--
ALE's																																										
Angles tècnic per a control de processos		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			--
Comunicació interempresarial		--	--	--	--		+	--	--	--		--	+	--	--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	+	-	+	--	--	--	--	--	--	--		+	

++ Força relació
+ Relació
- Poca relació
-- No hi ha quasi res/res relació

E. Horaris d'optatives i ALE's

A les figures E.1- E.4 d'aquest annex es poden observar els horaris que s'han escollit per a les optatives en funció de la taula de transversalitats mostrada a l'annex D.

E.1. Optatives

Diploma en control de processos

Mesures de variables de procés

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30			X		

Elements finals de control

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30	X		X	Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Control de processos comuns

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30		X		Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Instal·lació d'instruments i àrees classificades

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30	X		X	Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Control estadístic de processos

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30		X		Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Figura E.1 Diploma en control de processos

Diploma en enginyeria de la reacció química

Reactors amb fluids supercrítics

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30	X			Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Catàlisi homogènia

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30	X				
16:30-17:00					
17:00-18:30					X

Catàlisi heterogènia

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30	X		X		

Disseny avançat de reactors i corrosió

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30		X		Franja-cultural	X
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Figura E.2 Diploma en enginyeria de la reacció química

Diploma en processos mediambientals

Recuperació dels sols contaminats	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Legislació mediambiental	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Processos de tractament de descàrregues industrials	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Tecnologia aplicada a la gestió del mediambient	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Prevenció de la contaminació	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-14:00				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Figura E.3 Diploma en processos mediambientals

Diploma en gestió de la indústria química

Desenvolupament personal, lideratge, motivació, comunicació i treball en equip	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

L'empresa. Anàlisi Estratègic i Marketing de la Indústria Química	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultura	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Residus, Abocaments i Protecció Medi-Ambiental	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultural	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Planificació de la Producció. Gestió de la Cadena de Subministrament	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12:00-13:30				Franja-cultura	
15:00-16:30					
16:30-17:00					
17:00-18:30					

Figura E.4 Diploma en gestió de la indústria química

A més de:

-Gestió de tecnologia del medi ambient: dilluns i dimecres de 12:00-13:30h.

-Operacions mecàniques de separació de sòlids: dilluns i dimecres de 12:00-13:30h.

-Sistemes de seguretat i gestió del risc: dimecres i divendres de 16:30-18:00h.

-Disseny creatiu: dilluns de 12:00-13:30h.

-Operacions de barreja: dimecres de 16:30-18:00h.

-Operacions mecàniques de separació per barreres: dimecres i divendres de 16:30-18:00h.

E.2. ALE's

A continuació es mostren els horaris que s'han disposat per a les ALE's proposades en aquest Màster:

-Comunicació interempresarial: dilluns i dimecres de 16:30-18:00h.

-Anglès tècnic per control de processos: dilluns i dimecres de 12:00-14:00h.

F. Esquema de disseny de la planta

A la figura F.1 es disposa el procés seguit en el disseny de la planta pilot de tractament d'aigües.

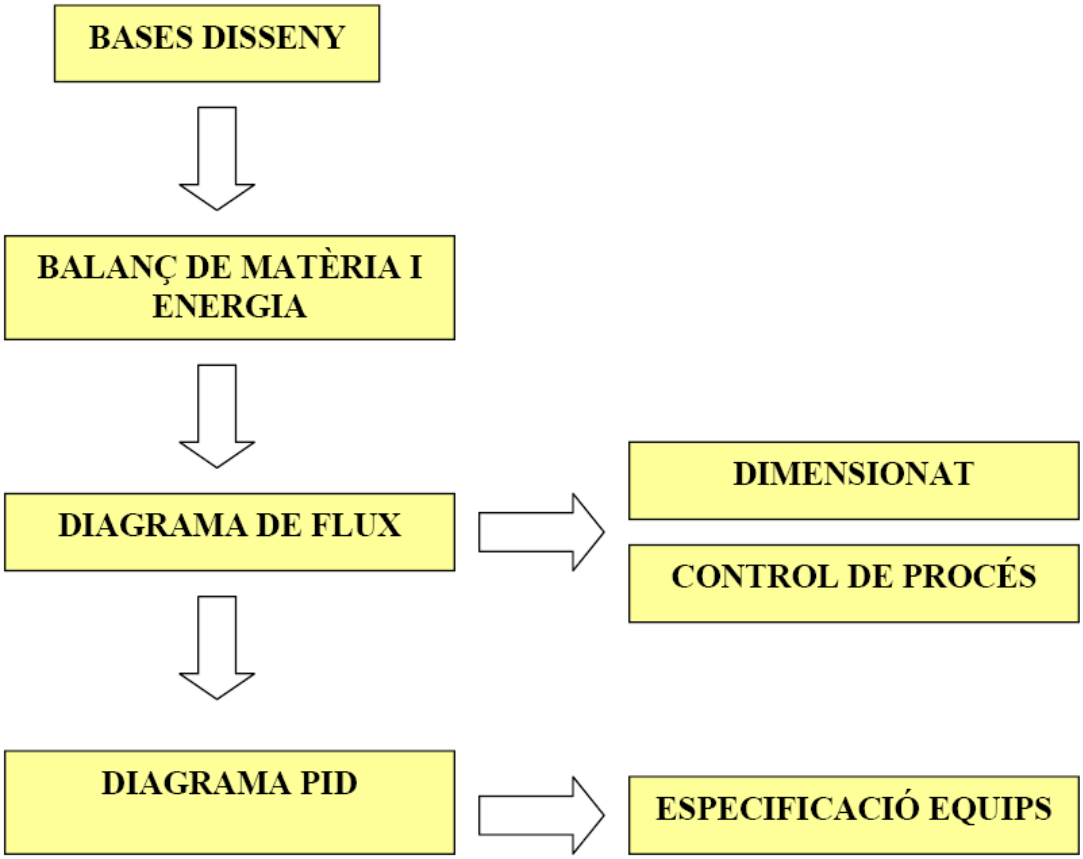

Figura F.1 Esquema seguit per al disseny de la planta pilot de processos

G. Diagrama de blocs de la planta pilot de processos.

A la figura G.1 es pot observar el diagrama de blocs de la planta pilot de processos.

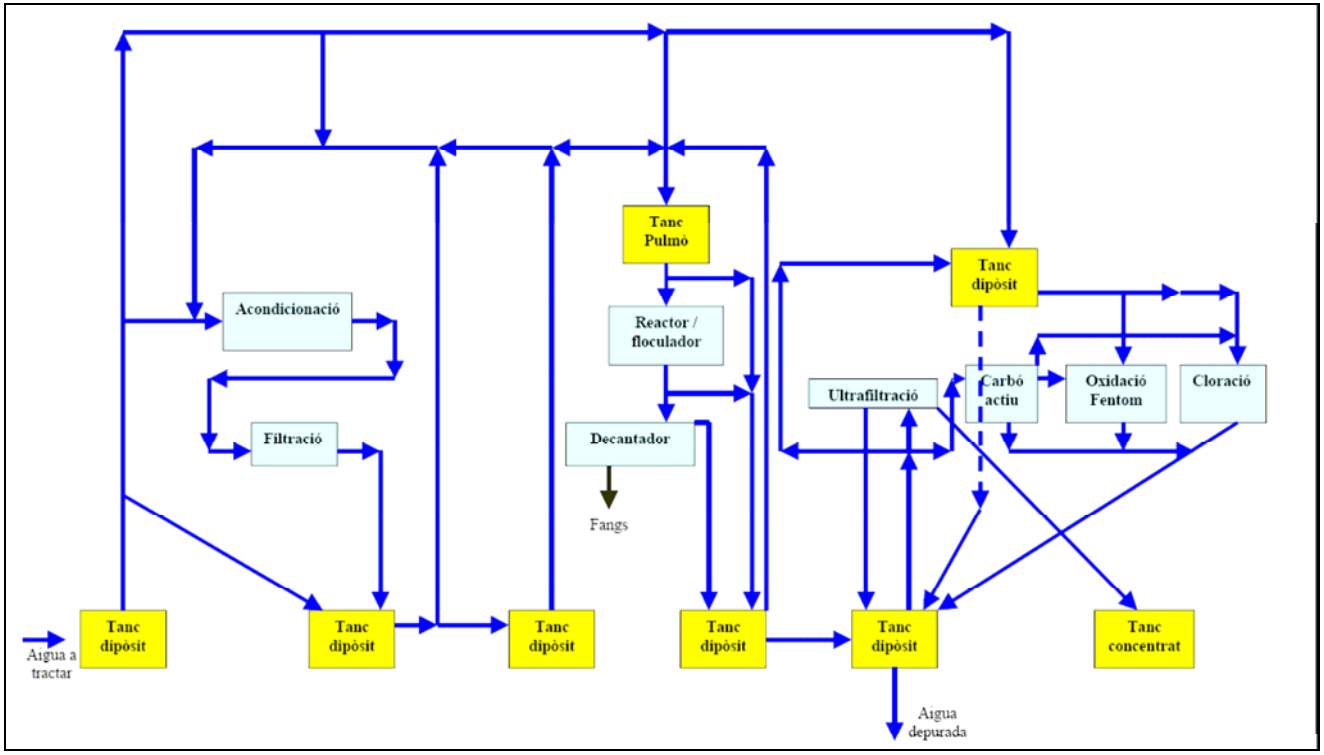

Figura G.1 Diagrama de blocs de la planta pilot d'aigües residuals

H. Llistats d'equips, instruments i consumidors

A les taules H.1-H.9 es mostren els llistats d'equips, instruments i consumidors de la planta dissenyada en aquest projecte.

Taula H.1 Llistat de tancs i dipòsits

TANCS I DIPÒSITS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item	Nombre	Servei	Posició	Forma	Material	Localització	Alçada m	Diàmetre m	Volum m^3	Temperatura (1) °C	Pressió (1) bar	Observacions
D-01	1	Dipòsit d'entrada al tractament primari	V	Cilíndric	PVC	Tractament primari	0,66	0,44	0,1	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-02	1	Dipòsit de sortida del tractament primari	V	Cilíndric	PVC	Tractament primari	0,66	0,44	0,1	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-03	1	Dipòsit d'entrada al tractament secundari	V	Cilíndric	PVC	Tractament secundari	0,66	0,44	0,1	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-04	1	Dipòsit pulmò del tractament secundari	V	Cilíndric	PVC	Tractament secundari	0,52	0,35	0,05	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-05	1	Dipòsit de sortida del tractament secundari	V	Cilíndric	PVC	Tractament secundari	0,66	0,44	0,1	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-06	1	Dipòsit d'entrada al tractament terciari	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,66	0,44	0,1	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-07	1	Dipòsit pulmò del tractament terciari	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,52	0,35	0,05	18	1	Donar temps al procés, i transvasaments control·lats.
D-08	1	Dipòsit recollida residu d'ultrafiltració	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,3	0,2	0,01	18	1	Recipient per a recollida de la solució concentrats de la Ultrafiltració
D-D1	1	Recipient que conté àcid	V	Cilíndric	PVC	Tractament primari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté àcid
D-D2	1	Recipient que conté base	V	Cilíndric	PVC	Tractament primari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté base
D-D3	1	Recipient que conté coagulant	V	Cilíndric	PVC	Tractament secundari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté coagulant
D-D4	1	Recipient que conté floculant	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté floculant
D-D5	1	Recipient que conté H202	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté H202
D-D6	1	Recipient que conté Fe2+	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté Fe2+
D-D7	1	Recipient que conté àcid	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté àcid
D-D8	1	Recipient que conté base	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté base
D-D9	1	Recipient que conté clor	V	Cilíndric	PVC	Tractament terciari	0,18	0,12	0,002	18	1	Recipient que conté clor

(1) Temperatura i pressió de servei

Taula H.2 Llistat de Filtres

FILTRES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item	Nombre	Servei	Tipus	Localització	Material		Capacitat (1)	Capacitat màx	Diàmetre columna	Diàmetre límit	Longitud columna	Àrea filtració	Temperatura (1)	Pressió (1)	Pressió diseny	Observacions
					Carcasa	Capçal										
							m^3/h	m^3/h	mm	Micras	mm	m^2	ºC	bar	bar	
F-01	1	Filtre de malla	Cartutx	Tractament primari	Plàstic	Metàl·lic	0,05	1	62	100	250	0,0196	30	5	12	Filtrar impureses de l'aigua, d'un determinat diàmetre.
F-02	1	Carbó actiu	Cartutx	Tractament terciari	Plàstic	Metàl·lic	0,2	0,6	70	-	250	0,0189	30	5	12	Millorar el gust de l'aigua, i absorvir demés impuresas, com el clor

(1) Temperatura i pressió de servei màximes

Taula H.3 Llistat d'ultrafiltració

ULTRAFILTRACIÓ

Item	Nombre	Servei	Localització	Material		Capacitat (1)	Capacitat màx	Diàmetre columna	Diàmetre límit	Longitud columna	Àrea filtració	Temperatura (1)	Pressió (1)	Pressió diseny	Observacions
				Carcasa	Internos	m^3/h	m^3/h	mm	micrometres	mm	m^2	ºC	bar	bar	
F-03	1	Columna ultrafiltració	Tractament terciari	Acer inoxidable 316 L	Ceràmic	0,2	0,6	25	0,14	250	0,0009	18	8	10	Filtració de les últimes impureses de d'aigua a tractar

(1) Temperatura i pressió de servei

Taula H.4 Llistat de reactors

REACTORS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item	Nombre	Servei	Tipus	Localització	Material	Volum m^3	Diàmetre m	Diàmetre sortida m	Espesor mm	Pes kg	Temperatura (1) °C	Pressió (1) bar	Observacions
R-01	1	Recipient esfèric amb manta calefactora	Esfèric	Tractament secundari	Vidre	0,02	0,257	0,04			20	1	Reactor en el que es produeix la Floculació
R-02	1	Recipient esfèric amb refrigeració	Esfèric	Tractament terciari	Vidre	0,02	0,257	0,04			25	1	Oxidació FENTOM

(1) Temperatura i pressió de servei

Taula H.5 Llistat de decantadors

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DECANTADORS

Item	Nombre	Servei	Posició (1)	Localització	Material	Volum m^3	Altura m	Ancho m	Pes kg	Temperatura (2) ºC	Pressió (2) bar	Observacions
V-01		Decantador de floculats/coagulats	H	Tractament secundari	Plàstic	0,03	0,5	0,6	15	18	1	Facilitar la deposició de partícules més denses que l'aigua

(1) H = Horizontal ; V= Vertical
(2) Temperatura i pressió de servei

Taula H.6 Llistat de bombes

BOMBES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item	Nombre	Servei	Tipus	Accionament	Localització	Material		cabal	Potència	Temperatura (1)	Pressió (1)	Observacions
						Carcasa	Interns	m^3/h	kW	ºC	bar	
P-01	1	Bomba d'impusió a procés	C	E	Tractament primari	Fosa	SS316L	0,125	0,75	18	3	
P-02	1	Bomba d'impusió a procés	C	E	Tractament primari	Fosa	SS316L	0,125	0,75	18	3	
P-03	1	Bomba d'impusió a procés	C	E	Tractament secundari	Fosa	SS316L	0,125	0,75	18	3	
P-04	1	Bomba d'impusió a procés	C	E	Tractament secundari	Fosa	SS316L	0,125	0,75	18	3	
P-05	1	Bomba d'impusió a procés	C	E	Tractament terciari	Fosa	SS316L	0,125	7,5	18	8	
P-D1	1	Bomba dosificadora d'àcid	N	I	Tractament primari	PP	SS316L	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D2	1	Bomba dosificadora de base	N	I	Tractament primari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D3	1	Bomba dosificadora de coagulant	N	I	Tractament secundari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D4	1	Bomba dosificadora de floculant	N	I	Tractament terciari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D5	1	Bomba dosificadora de H2O2	N	I	Tractament terciari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D6	1	Bomba dosificadora de Fe^{2+}	N	I	Tractament terciari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D7	1	Bomba dosificadora d'àcid	N	I	Tractament terciari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D8	1	Bomba dosificadora de base	N	I	Tractament terciari	PP	PP	0,012	-	18	3	Funciona amb impulsos elèctrics
P-D9	1	Bomba dosificadora de clor	N	N	Tractament terciari	PP	PP	0,012	-	18	3	Manual

(1) Temperatura i pressió de servei

(2) C= centrífuga ; N= Neumàtica ; E= Engranajes ; M= Mono

(3) E= motor electric ; I= Impulsos elèctrics; N= Neumàtica ;T= Turbina ; D= Motor Diesel

Taula H.7 Llistat d'agitadors

AGITADORS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item	Nombre	Assignació	Localització	Tipus	Material	Velocidad	Potència	Temperatura (1)	Pressió (1)	Observacions
						rpm	kW	ºC	bar	
AG-01	1	Agitador de R-01	Tractament primari	Helice marina	316L	200	0,022	20	1	S'activa en presència de nivell
AG-02	1	Agitador de R-02	Tractament secundari	Helice marina	316L	200	0,022	30	1	S'activa en presència de nivell

(1) Temperatura i pressió de servei

Taula H.8 Llistat de válvules

VÀLVULES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item	Nombre	DN	Tipus	Material	Temperatura (1) ºC	Pressió (1) bar	Observacions
VP-21/32	11	25,4	Bola	PVC	20	6	
VP-01/21-33/34	23	12,5	Bola	PVC	20	6	
VP-12	1	12,5	Papallona	PVC	20	6	
VLV-1/3	3	25,4	Reductora de pressió	SS-304	20	8	Redueix de 8 bars a 3 bars
VN	2	25,4	De no retorn	PVC	20	8	
VN	13	12,5	De no retorn	PVC	20	8	

(1) Temperatura i pressió de servei

Taula H.9 Llistat d'instrumentació

INSTRUMENTACIÓ

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Item (2)	Nom	Funció en planta	PID	Material	Observacions
LC-01	Controlador de nivell	Controla baix nivell		PVC	
LC-02	Controlador de nivell	Controla baix nivell		PVC	
LC-03	Controlador de nivell	Controla baix nivell		PVC	
LC-04	Controlador de nivell	Controla alt nivell		PVC	
LC-05	Controlador de nivell	Controla baix nivell		PVC	
LC-06	Controlador de nivell	Controla baix nivell		PVC	
LC-07	Controlador de nivell	Controla alt nivell		PVC	
LC-08	Controlador de nivell	Controla alt nivell		PVC	
LC-09	Controlador de nivell	Controla alt nivell		PVC	
pHT-01	Transmisor de pH	Indica pH		PVC	
pHT-02	Transmisor de pH	Indica pH		PVC	
pHT-03	Transmisor de pH	Indica pH		PVC	
pHT-04	Transmisor de pH	Indica pH		PVC	
SSC-01	Controlador de SS	Proporciona dades SS		PVC	
SST-01	Transmisor de SS	Proporciona dades SS		PVC	
PT-01	Transmisor de pressió	Indica Pressió		PVC	
PT-02	Transmisor de pressió	Indica Pressió		PVC	
PT-03	Transmisor de pressió	Indica Pressió		PVC	
PT-04	Transmisor de pressió	Indica Pressió		PVC	
PT-05	Transmisor de pressió	Indica Pressió		PVC	
PT-06	Transmisor de pressió	Indica Pressió		PVC	
TT-01	Transmisor de temperatura	Indica temperatura tanc		PVC	

(1) Temperatura i pressió de servei
(2) LC= Controlador de nivell, pH= Sensor de pH, SS= Sensor de Sòlids en suspensió,TT= sensor Temperatura
PT= Sensor de pressió LT: sensor de nivell

I. Especificacions tècniques generals

A les taules I.1-I.17 d'aquest annex es poden observar les especificacions per als diferents equips que componen aquesta planta de processos.

Taula I.1 Especificació dipòsit D-01,2

DIPÒSIT D-01,2			
ITEM	D-01,2		
SERVEI	Dipòsit d'entrada al tractament primari		
CAPACITAT	0,1		m^3
FLUIDO	Agua a depurar		
CONDICIONS D'OPERACIÓ			
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
CONDICIONS DE DISSENY			
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
FONS	I: Pla	S: pla	
DIAMETRE	400		mm
ALÇADA	660		mm
MATERIALS			
COS	PVC		
FONS	PVC		
TUBS D'ENTRADA	PVC		
CONNEXIONS			
Sortida	DN	12,5	
Transmissor de pH	DN	12,5	
Transmisor de nivell	DN	12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5	

Taula I.2 Especificació dipòsit D-03

DIPÒSIT D-03

ITEM	D-03		
SERVEI	Dipòsit d'entrada al tractament secundari		
CAPACITAT	0,1		m^3
FLUIDO	Agua a depurar		
CONDICIONS D'OPERACIÓ			
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
CONDICIONS DE DISSENY			
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
FONS	I: Pla	S: pla	
DIAMETRE	400		mm
ALÇADA	660		mm
MATERIALS			
COS	PVC		
FONS	PVC		
TUBS D'ENTRADA	PVC		
CONNEXIONS			
Sortida	DN	12,5	
Transmisor de nivell	DN	12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5	

Taula I.3 Especificació dipòsit D-04

DIPÒSIT D-04

ITEM	D-04		
SERVEI	Dipòsit pulmò del tractament secundari		
CAPACITAT	0,05		m^3
FLUIDO	Agua a depurar		
CONDICIONS D'OPERACIÓ			
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
CONDICIONS DE DISSENY			
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
FONS	I: cònic	S: cònic	
DIAMETRE	350		mm
ALÇADA	520		mm
MATERIALS			
COS	PVC		
FONS	PVC		
TUBS D'ENTRADA	PVC		
CONNEXIONS			
Sortida	DN	12,5	
Transmisor de nivell	DN	12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5	

Taula I.4 Especificació dipòsit D-05

DIPÒSIT D-05

ITEM	D-05		
SERVEI	Dipòsit de sortida del tractament secundari		
CAPACITAT	0,05		m^3
FLUIDO	Agua a depurar		
CONDICIONS D'OPERACIÓ			
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
CONDICIONS DE DISSENY			
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
FONS	I: Pla	S: pla	
DIAMETRE	400		mm
ALÇADA	660		mm
MATERIALS			
COS	PVC		
FONS	PVC		
TUBS D'ENTRADA	PVC		
CONNEXIONS			
Sortida	DN	12,5	
Transmissor de SS	DN	12,5	
Transmisor de nivell	DN	12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5	

Taula I.5 Especificació dipòsit D-06

DIPÒSIT D-06

ITEM	D-06		
SERVEI	Dipòsit d'entrada al tractament terciari		
CAPACITAT	0,1		m^3
FLUIDO	Agua a depurar		
		CONDICIONS D'OPERACIÓ	
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
		CONDICIONS DE DISSENY	
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
FONS	I: Pla S: pla		
DIAMETRE	400		mm
ALÇADA	660		mm
		MATERIALS	
COS	PVC		
FONS	PVC		
TUBS D'ENTRADA	PVC		
		CONNEXIONS	
Sortida	DN	12,5	
Transmisor de nivell	DN	12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5	

Taula I.6 Especificació dipòsit D-07

DIPÒSIT D-07

ITEM	D-07	
SERVEI	Dipòsit pulmò del tractament terciari	
CAPACITAT	0,05	m^3
FLUIDO	Agua a depurar	
	CONDICIONS D'OPERACIÓ	
DENSITAT DEL FLUID		kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID		cP
PRESSIÓ	ATM	bar g
TEMPERATURA	AMB	ºC
	CONDICIONS DE DISSENY	
PRESSIÓ	ATM	bar g
TEMPERATURA	AMB	ºC
FONS	I: Pla S: pla	
DIAMETRE	350	mm
ALÇADA	520	mm
	MATERIALS	
COS	PVC	
FONS	PVC	
TUBS D'ENTRADA	PVC	
	CONNEXIONS	
Sortida	DN	12,5
Transmisor de nivell	DN	12,5
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5

Taula I.7 Especificació dipòsit D-08

DIPÒSIT D-08

ITEM	D-08		
SERVEI	Dipòsit recollida residu d'ultrafiltració		
CAPACITAT	0,01		m^3
FLUIDO	Residu d'ultrafiltració		
		CONDICIONS D'OPERACIÓ	
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
		CONDICIONS DE DISSENY	
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
FONS	I: Pla	S: pla	
DIÀMETRE	200		mm
ALÇADA	300		mm
		MATERIALS	
COS	PVC		
FONS	PVC		
TUBS D'ENTRADA	PVC		
		CONNEXIONS	
Sortida	DN	12,5	
Transmisor de nivell	DN	12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5	

Taula I.8 Especificació reactor R-01

REACTOR R-01

ITEM	R-01		
SERVEI	Reactor de floculació		
CAPACITAT	0,02		m^3
FLUIDO	Aigua + floculant		
		CONDICIONS D'OPERACIÓ	
DENSITAT DEL FLUID			kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID			cP
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	AMB		ºC
		CONDICIONS DE DISSENY	
PRESSIÓ	ATM		bar g
TEMPERATURA	60		ºC
DIAMETRE	260		mm
		MATERIALS	
COS	Vidre		
FONS	Vidre		
TUBS D'ENTRADA	Vidre		
		Connexions	
Sortida		DN	12,5
Transmissor deTemperatura		DN	12,5
Transmissor de SS		DN	12,5
Transmisor de nivell		DN	12,5
Entrada d'aigua a tractar		DN	12,5

Taula I.9 Especificació reactor R-02

REACTOR R-02		
ITEM	R-02	
SERVEI	Reactor d'oxidació	
CAPACITAT	0,02	m^3
FLUIDO	Aigua + oxidants	
CONDICIONS D'OPERACIÓ		
DENSITAT DEL FLUID		kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID		cP
PRESSIÓ	ATM	bar g
TEMPERATURA	AMB	ºC
CONDICIONS DE DISSENY		
PRESSIÓ	ATM	bar g
TEMPERATURA	60	ºC
DIAMETRE	260	mm
MATERIALS		
COS	Vidre	
FONS	Vidre	
TUBS D'ENTRADA	Vidre	
Connexions		
Sortida	DN 12,5	
Transmissor deTemperatura	DN 12,5	
Transmissor de pH	DN 12,5	
Transmisor de nivell	DN 12,5	
Entrada d'aigua a tractar	DN 12,5	

Taula I.10 Especificació dipòsits D-D1/D-D9

DIPÒSITS D-D1,2,3,4,5,6,7,8,9

ITEM	D-D1-2-3-4-5-6-7-8-9	
SERVEI	Diversos usos	
CAPACITAT	0,002	m^3
FLUIDO		
CONDICIONS D'OPERACIÓ		
DENSITAT DEL FLUID		kg/m^3
VISCOSITAT DEL FLUID		cP
PRESSIÓ	ATM	bar g
TEMPERATURA	AMB	ºC
CONDICIONS DE DISSENY		
PRESSIÓ	ATM	bar g
TEMPERATURA	25	ºC
CODI	ASME	
FONS	I: Pla S: pla	
DIAMETRE	120	mm
ALÇADA	180	mm
MATERIALS		
COS	PVC	
FONS	PVC	
Connexions		
Sortida	DN	12,5
Transmisor de nivell	DN	12,5
Entrada d'aigua a tractar	DN	12,5

Taula I.11 Especificació bombes centrífugues A

BOMBES CENTRIFUGUES

ITEM		P-01	P-02	P-03	P-04
QUANTITAT		1	1	1	1
SERVEI		Aigua	Aigua	Aigua	Aigua
MATERIAL		SS316	SS316	SS316	SS316
TEMPERATURA	ºC	AMB	AMB	AMB	AMB
VISCOSITAT	cPo	1	1	1	1
DENSITAT	kg/m^3	1000	1000	1000	1000
CABAL NORMAL	m^3/h	0,1	0,1	0,1	0,1
CABAL DISSENY	m^3/h	0,125	0,125	0,125	0,125
PRESSIO IMPULSIO	bar	3	3	3	3
PRESSIO ASPIRACIO	bar	0	0	0	0
PRESIO DIFERENCIAL	bar	3	3	3	3
ALTURA DIFERENCIAL	m	30	30	30	30
POTENCIA NOM	kW	0,75	0,75	0,75	0,75
TIPUS		Elèctric	Elèctric	Elèctric	Elèctric

Taula I.12 Especificació bombes centrífugues B

BOMBES CENTRIFUGUES

ITEM		P-05			
QUANTITAT		1			
SERVEI		Aigua			
MATERIAL		SS316			
TEMPERATURA	ºC	AMB			
VISCOSITAT	cPo	1			
DENSITAT	kg/m^3	1000			
CABAL NORMAL	m^3/h	0,1			
CABAL DE DISSENY	m^3/h	0,125			
PRESSIO IMPULSIO	bar	8			
PRESSIO ASPIRACIO	bar	0			
PRESIO DIFERENCIAL	bar	8,00			
ALTURA DIFERENCIAL	m	80			
POTENCIA NOM	kW	7,5			
TIPUS		Elèctric			

Taula I.13 Especificació bombes Dosificadores A

BOMBES DOSIFICADORES

ITEM		P-D1	P-D2	P-D3	P-D4
QUANTITAT		1	1	1	1
SERVEI		Àcid	Base	Coagulant	Floculant
MATERIAL		PP	PP	PP	PP
TEMPERATURA	ºC	AMB	AMB	AMB	AMB
VISCOSITAT	cPo				
DENSITAT	kg/m^3				
CABAL NORMAL	m^3/h				
CABAL DISSENY	m^3/h	0,012	0,012	0,012	0,012
PRESSIO IMPULSIO	bar	3	3	3	3
PRESSIO ASPIRACIO	bar	0	0	0	0
PRESIO DIFERENCIAL	bar	3	3	3	3
ALTURA DIFERENCIAL	m				
NPSH DISPONIBLE	m				
POTENCIA (ESTIMADA)	kW				
POTENCIA NOM	W				
TIPUS		Impuls	Impuls	Impuls	Impuls

Taula I.14 Especificació bombes Dosificadores B

BOMBES DOSIFICADORES

ITEM		P-D5	P-D6	P-D7	P-D8
QUANTITAT		1	1	1	1
SERVEI		H2O2	Fe2+	Àcid	Base
MATERIAL		PP	PP	PP	PP
TEMPERATURA	ºC	AMB	AMB	AMB	AMB
VISCOSITAT	cPo				
DENSITAT	kg/m^3				
CABAL NORMAL	m^3/h				
CABAL DISSENY	m^3/h	0,012	0,012	0,012	0,012
PRESSIO IMPULSIO	bar	3	3	3	3
PRESSIO ASPIRACIO	bar	0	0	0	0
PRESIO DIFERENCIAL	bar	3	3	3	3
ALTURA DIFERENCIAL	m				
NPSH DISPONIBLE	m				
POTENCIA (ESTIMADA)	kW				
POTENCIA NOM	W				
TIPUS		Impuls	Impuls	Impuls	Impuls

Taula I.15 Especificació bombes Dosificadores C

BOMBES DOSIFICADORES

ITEM		P-D9			
QUANTITAT		1			
SERVEI		Clor			
MATERIAL		PP			
TEMPERATURA	ºC	AMB			
VISCOSITAT	cPo				
DENSITAT	kg/m^3				
CABAL NORMAL	m^3/h				
CABAL DISSENY	m^3/h	0,012			
PRESSIO IMPULSIO	bar				
PRESSIO ASPIRACIO	bar				
PRESIO DIFERENCIAL	bar				
ALTURA DIFERENCIAL	m				
NPSH DISPONIBLE	m				
POTENCIA (ESTIMADA)	kW				
POTENCIA NOM	W				
TIPUS		Neumàtica			

Taula I.16 Especificació filtres

FILTRES

ITEM		F-01	F-02	F-03	
QUANTITAT		1	1	1	
SERVEI		Filtre de malla	Carbó actiu	Ultrafiltració	
MATERIAL CAPÇAL		Metàl·lic	Metàl·lic	316L	
COS		Plàstic	Plàstic	Ceràmic	
TEMPERATURA	ºC	AMB	AMB	AMB	
VISCOSITAT	cPo	1	1	1	
DENSITAT	kg/m^3	1000	1000	1000	
CABAL NORMAL	m^3/h				
CABAL DISSENY	m^3/h	0,05	0,2	0,2	
PRESSIO	kg/cm^2 ef.	3	3	8	
AREA	m^2	0,0196	0,0189	0,0009	
TIPUS		Filtre de malla	Filtre de carbó actiu	Ultrafiltració	

Taula I.17 Especificació decantador

DECANTADOR					
ITEM			**V-01**		
SERVEI			Decantador de sortida de fangs		
NOMBRE			1		
CARACTERÍSTIQUES DEL SÓLID					
NOM		Fangs			
COMPOSICIÓ					
DENSITAT		kg/m^3			
CABAL MÀSIC		kg/h			
TAMANY MÀXIM DE LES PARTÍCULES		mm			
CARACTERÍSTIQUES DEL LÍQUID					
NOM					
COMPOSICIÓ					
DENSITAT		kg/m^3			
VISCOSITAT		cP			
CABAL		m3/h			
CARACTERÍSTIQUES DE LA BARREJA D'ENTRADA					
DENSITAT		kg/m3			
VISCOSITAT		cP			
CABAL		m3/h			
CONTINGUT EN SÒLID		%			
CARACTERÍSTIQUES DE LA BARREJA DE SORTIDA					
ADALT	Cabal sòlids		**SOTA**	Cabal sòlids	kg/h
	Cabal líquid			Cabal líquid	m3/h
	Cabal barreja			Cabal barreja	m3/h
	Contingut en sòlids			Contingut en sòlids	%
	Composició			Composició	
CONDICIONS DE FUNCIONAMENT					
TEMPERATURA			AMB		
PRESSIÓ			ATM		
MATERIALS					
PVC					

J. Diagrama de flux

En la figura J.1 es pot observar el diagrama de flux de la planta pilot.

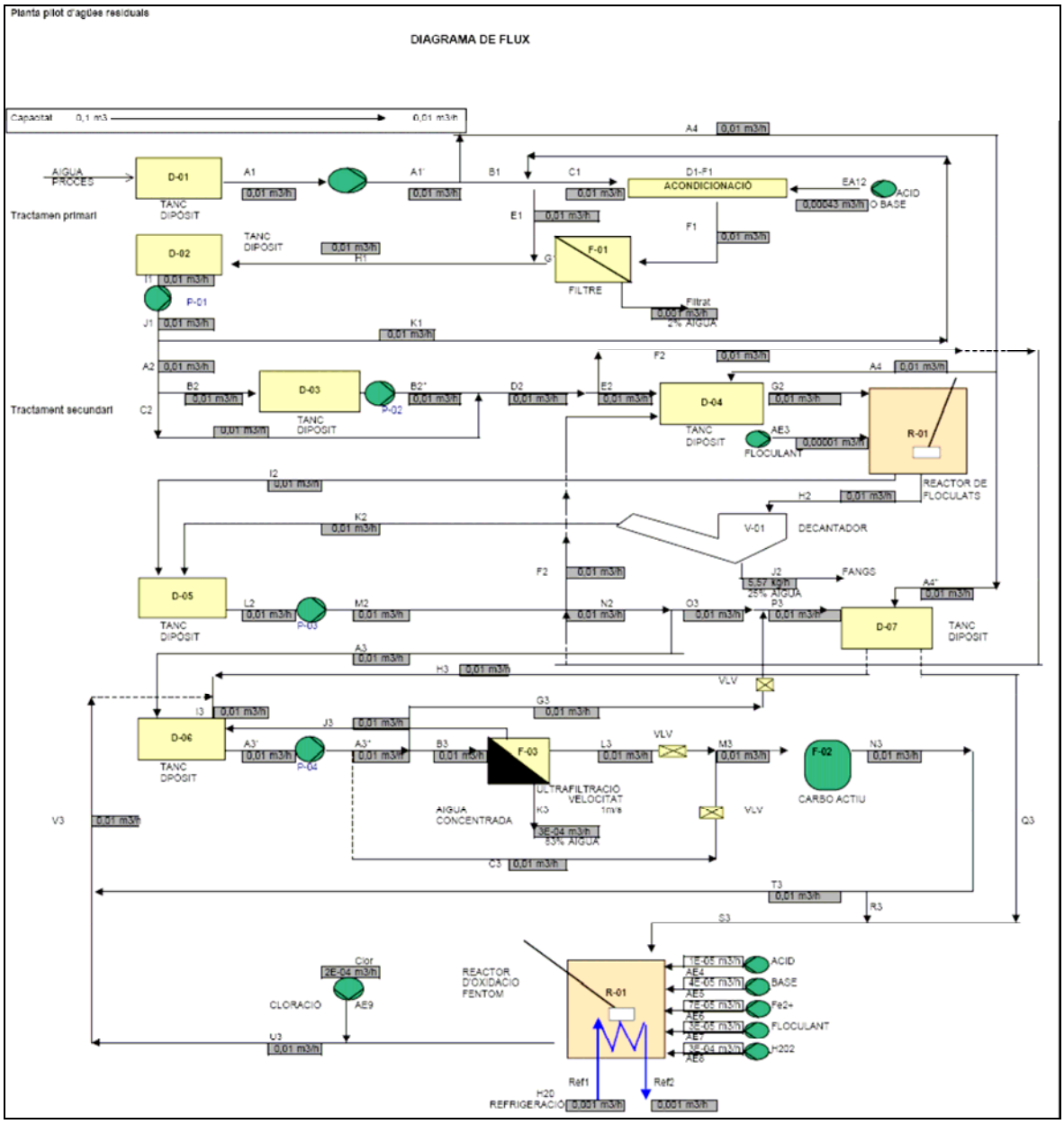

Figura J.1 Diagrama de flux

K. Balanç de matèria

K.1. Objectiu

A continuació es presenta l'estudi corresponent a un possible balanç de matèria realitzat sobre la planta pilot, amb el seu corresponent diagrama de flux de la figura J.1.

Aquest balanç és un exemple de desenvolupament de balanç de matèria el qual en una futura enginyeria de detall s'hauria d'acabar de detallar amb valors reals i assaigs en laboratori. Així doncs es tracta d'un balanç informatiu.

K.2. Consideracions a l'hora de fer el balanç

A l'hora de fer el balanç s'han tingut en compte les següents especificacions:

- S'ha definit una composició d'entrada estàndard. Aquesta composició variarà en funció de la pràctica que es desitgi realitzar i de la imaginació del professorat.
- La majoria de dades són suposades, ja que per a disposar de dades d'aquest tipus s'hauria de realitzar analítiques, i realitzar un estudi d'I+D el qual aquest projecte ha descartat per la seva complexitat
- L'eficiència de molts equips ve determinada per les condicions en les que es treballa, tal sigui el pH, la temperatura, per el que alguns valors poden diferir dels aquí exposats.
- Les eficiències dels equips han estat extretes de fonts fidedignes i contrastades amb altres fonts, fent una mitja ponderada.
- La majoria de processos són en continu excepte els reactors.
- Es desitja obtenir un pH bàsic com a resultat del balanç.
- Les unitats de les caixes negres són les mateixes que les de la composició inicial.
- El balanç ha estat realitzat en base a les eficiències que s'han trobat en diferents articles del CSIC **[33]**.
- L'ordre del balanç no cal que segueixi l'esquema aquí plantejat, sinó que pot variar segons es disposi.

- La cloració és un procés amb un grau de complexitat elevat, per tant donar un valor exacte dista força de l'objectiu d'aquest projecte, pel que s'han disposat unes anotacions amb l'objectiu que en un futur projecte serveixin de guia, mostrant a la vegada la complexitat del procés.

- Les equacions A, B i C utilitzades a l'hora de realitzar el següent balanç són mostrades a continuació.

$$X_{f1} = \eta \cdot \frac{Q_0 \cdot X_0}{Q_{f1}} \qquad \text{Eq. A}$$

$$Q_0 \cdot X_0 = Q_1 \cdot X_1 + Q_{f1} \cdot X_{f1} \qquad \text{Eq. B}$$

$$Q_0 = Q_1 + Q_{f1} \qquad \text{Eq. C}$$

Tal i com es mostra a la figura K.1.

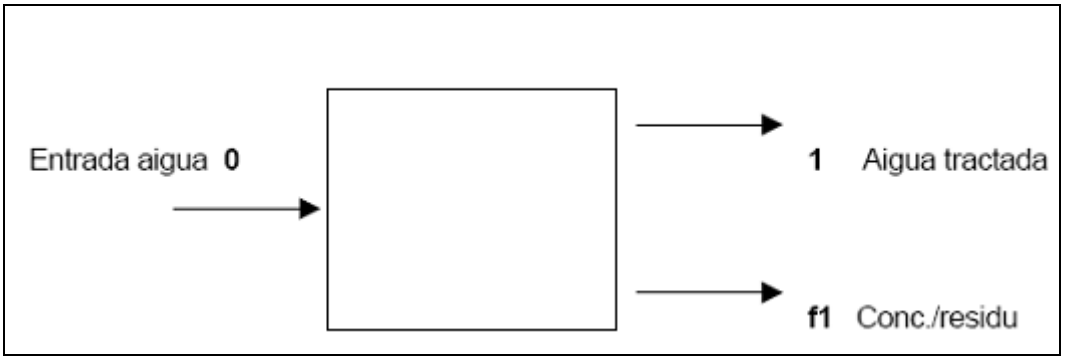

Figura K.1 Esquema d'entrades i sortides

K.3. Resum del balanç de matèria

Es desitja tractar uns 0,10m^3/h. El procés està format de diverses etapes o processos els quals seran estudiats individualment. A l'annex J es mostra el diagrama de flux de la planta.

La composició de l'aigua de la qual s'ha partit es mostra en la figura K.2.

Figura K.2 Composició inicial

Composició inicial		
T	20	ºC
P	ATM	bar
pH	6	
Turbidesa	50	NUT
Cond a 20ºC	3500	µS
DQ0	636	mg O_2/l
SST	390	mg/l
Duresa total	40	ºF
Cabal total	100	l/h
TOTAL	100	l

El balanç de matèria s'ha dividit segons els diferents tractaments dels quals consta la planta:

- **Neutralització**

L'aigua a tractar entra en el circuit amb un cabal de 0,10m^3/h impulsat per una bomba centrífuga des del tanc D-01, a una temperatura de 20ºC i 3 bars aproximadament, tal i com es mostra a la figura K.3.

El líquid a tractar es troba a un pH de 6; per a aquest procés s'ha decidit afegir un elevador de pH líquid amb un contingut d'hidròxid sòdic al 25%. S'ha afegeixen 42ml/h, per augmentar el pH fins a 8.

Per cada tipus d'àcid o base s'hauria de fer l'estudi pertinent amb la seva corba de titulació, per tal de determinar la quantitat de base o àcid a afegir.

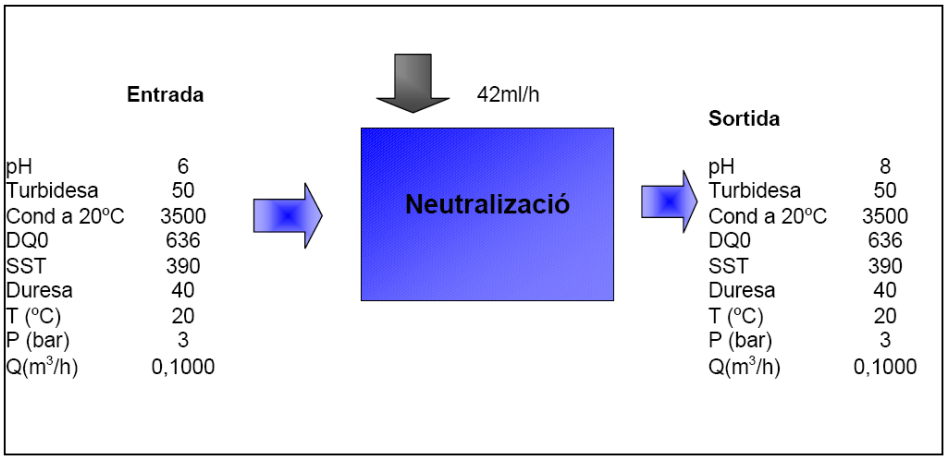

Figura K.3 Balanç de matèria de la neutralització

- **Filtració**

En aquest procés l'aigua entra al filtre F-01, a una pressió de 3 bars, i 20ºC, amb la composició indicada a la figura K.4. resultat de l'anterior procés.

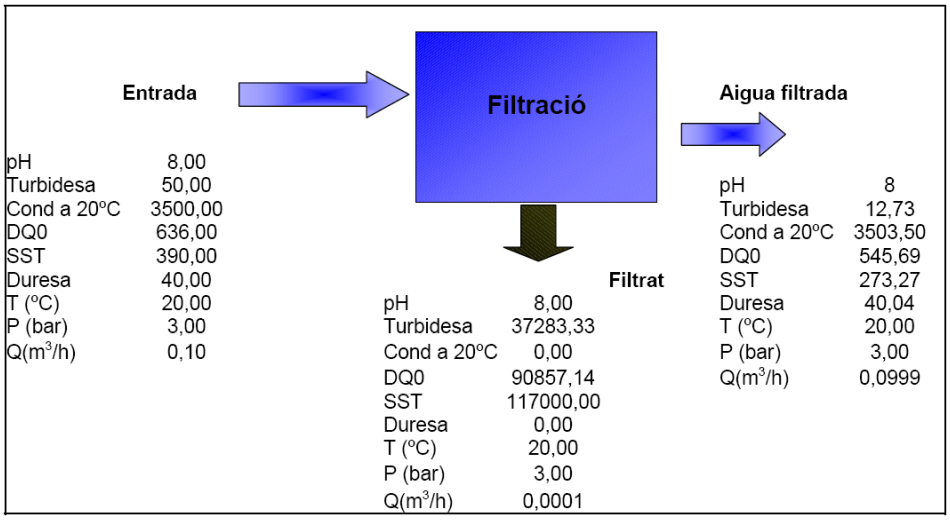

Figura K.4 Balanç de matèria de la filtració

Tal i com s'indica a la figura K.5.

Figura K.5 Eficiències de la filtració

	Operacions	Fitrat
Eficiències	pH	8
	Turbidesa NUT	74,57%
	Cond a 20ºC	0,00%
	DQO(mg O2/l)	14,29%
	SST (mg/l)	30,00%
	Duresa total (ºF)	0,00%

- **Floculació /decantació**

L'aigua entra al reactor R-01, per gravetat des del tanc D-04, a pressió atmosfèrica i temperatura ambient.

La dosi a afegir de floculant estarà compresa entre els 125cc i 500cc per cada 50 m^3 d'aigua depenent de les característiques de turbidesa.

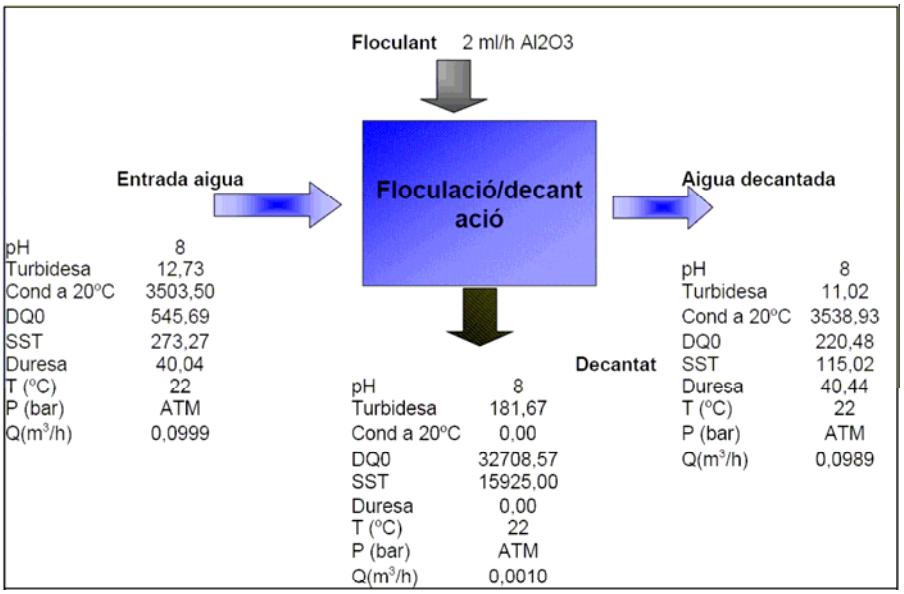

Figura K.6 Balanç de matèria del procés de floculació / coagulació

Al igual que en cas anterior les eficiències del conjunt reactor/decantador són les mostrades a la figura K.7 i les fonts de referència es mostren a la mateixa bibliografia **[33]**.

Figura K.7 Eficiències del procés de floculació / coagulació

	Operacions	Floc/decant
Eficiències	pH	8
	Turbidesa NUT	14,29%
	Cond a 20ºC	0,00%
	DQ0(mg O2/l)	60,00%
	SST (mg/l)	58,33%
	Duresa total (ºF)	0,00%

- **Ultrafiltració**

L'aigua es impulsada a 8 bars des de la bomba P-05 fins a la columna d'ultrafiltració (F-03).

En aquest procés s'aconsegueix reduir la turbidesa i la DQO considerablement, tal i com es mostra a la figura K.8.

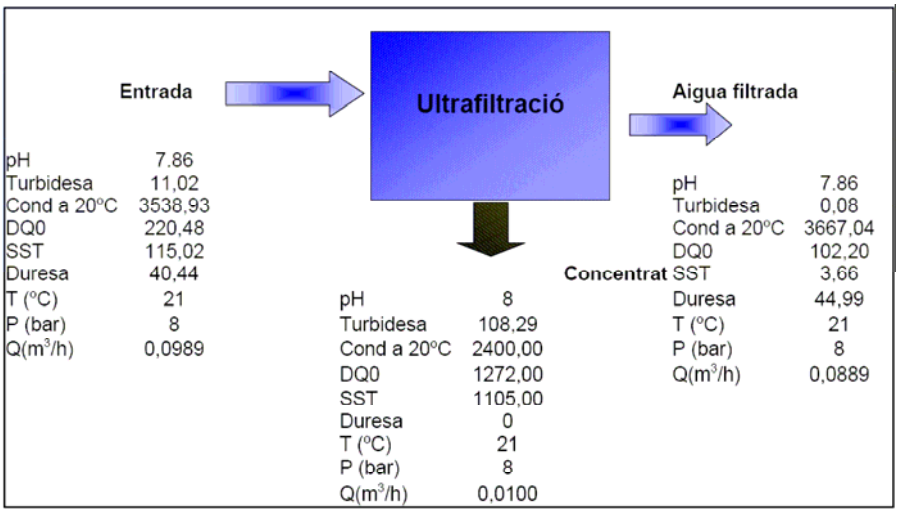

Figura K.8 Balanç de matèria de la ultrafiltració

Les eficiències per aquest procés són les mostrades a la figura K.9.

Figura K.9 Eficiències del procés d'ultrafiltració

	Operacions	Ultrafiltració
Eficiències	pH	7,86
	Turbidesa NUT	99,34%
	Cond a 20ºC	6,86%
	DQ0(mg O2/l)	58,33%
	SST (mg/l)	97,14%
	Duresa total (ºF)	0,00%

- **Carbó actiu**

Seguint el procés, la pressió es reduïda a 3 bars aproximadament (gràcies a una vàlvula reductora), pressió suficient per al bon funcionament de la columna de carbó actiu (F-02) en la qual es disminueix la DQO, i la quantitat de SST restant en el procés tal i com es veu a la figura K.10.

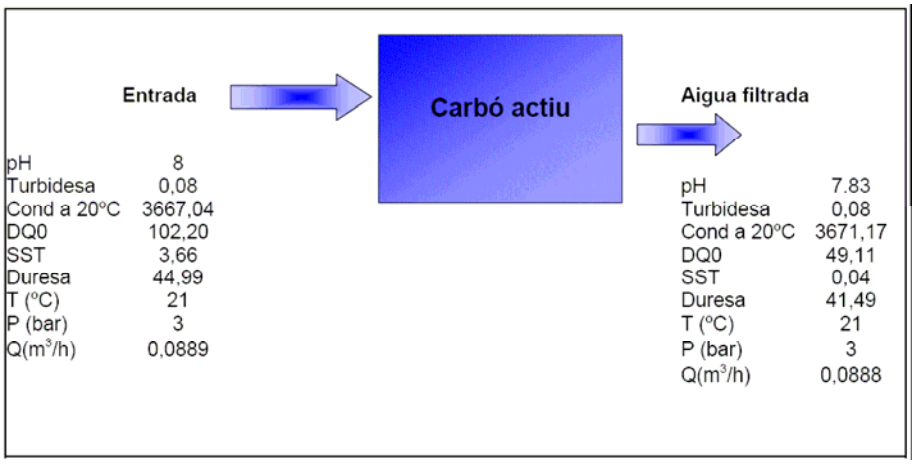

Figura K.10 Balanç de matèria del procés d'adsorció amb carbó actiu

Les eficiències en aquest procés són les mostrades a la figura K.11.

Figura K.11 Eficiències del procés d'adsorció amb carbó actiu

	Operacions	carbo actiu
Eficiències	pH	7,83
	Turbidesa NUT	0,00%
	Cond a 20ºC	0,00%
	DQ0(mg O2/l)	52,00%
	SST (mg/l)	99,00%
	Duresa total (ºF)	7,89%

- **Oxidació Fenton**

L'oxidació es produeix en el tanc R-02, dins el tractament terciari. Mitjançant l'addició de Fe i oxidants s'aconsegueix oxidar la totalitat de la matèria orgànica mostrat a la figura K.12.

En un tanc a pressió atmosfèrica i temperatura ambient es produeix l'oxidació mitjançant l'addició de diversos reactius; aquest procés es realitza en batch.

Al igual que en els anteriors balanços, les eficiències es mostren a la figura K.13.

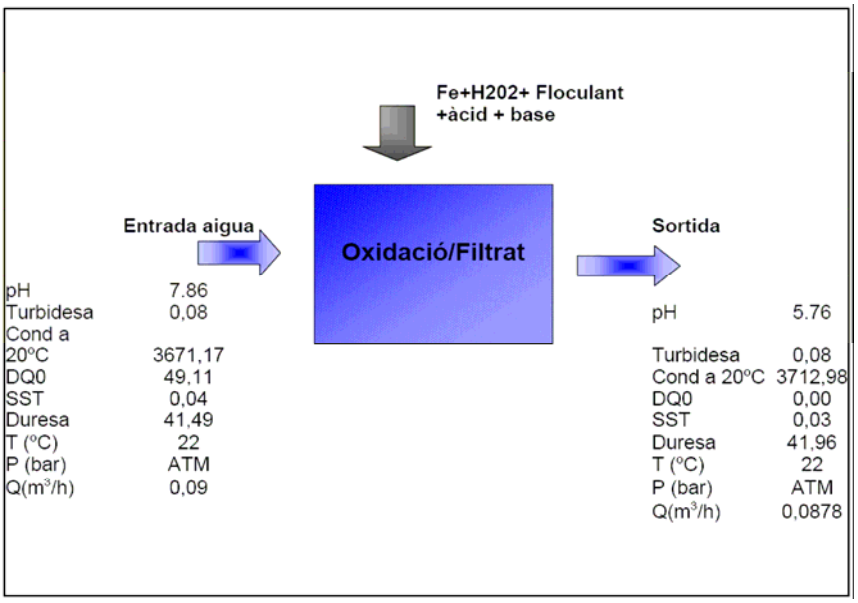

Figura K.12 Balanç de matèria de l'oxidació Fenton

Figura K.13 Eficiències del procés d'oxidació Fenton

	Operacions	oxidació
Eficiències	pH	7,86
	Turbidesa NUT	0,00%
	Cond a 20ºC	0,00%
	DQ0(mg O2/l)	100,00%
	SST (mg/l)	30%
	Duresa total (ºF)	0,00%

- **Cloració**

Un cop realitzat la resta dels processos, s'hi afegeix una certa quantitat de clor, de forma que elimini els microorganismes restants.

La quantitat de clor a afegir depèn de la forma i del pH.

Per aquest procés no s'ha realitzat cap balanç, ja que depèn escrupolosament de la composició de l'aigua, i les reaccions que hi tenen lloc són diverses. Per tant l'estudi d'aquest procés queda per a un futur projecte d'I+D de la planta.

Tot i seguint les recomanacions del fabricant del producte pot ser que es formin altres tipus de compostos, tal com clorats, organoclorats, que podran ser eliminats en la mateixa planta.; també es podrien formar cloroamines per presencia d'amines a l'aigua.

A continuació s'adjunta informació relativa a la cloració i les eficàcies segons en la forma en que es trobi.

El clor es pot trobar en diverses formes a l'aigua, cadascuna d'elles amb un poder desinfectant diferent que evoluciona amb el temps, segons la quantitat de matèria orgànica, concentració de clor, temperatura, radiació solar, etc.

La figura K.14 mostra les formes del clor a l'aigua. El seu poder desinfectant disminueix d'esquerra a dreta.

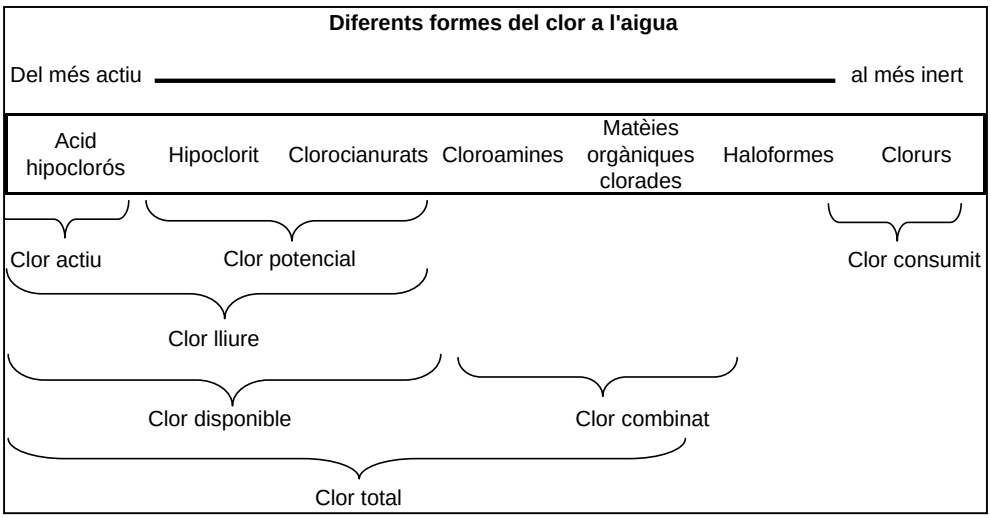

Figura K.14 Formes del clor

L'àcid hipocloròs és la forma activa del clor, el qual li dóna el poder desinfectant. Amb la finalitat d'obtenir una concentració adequada és important que el pH es trobi dins uns marges. El decret 95/2000 estableix que es té que mantenir el pH entre 7,0 i 7,8.

El clor necessari per tal de mantenir un mateix poder desinfectant està en funció del pH, com mostra la figura K.15.

pH	7,0	7,4	7,7	7,9
Clor residual lliure mg/l necessari	0,5	0,7	1,0	1,8

Figura K.15 Clor necessari segons el pH de la mostra

El clor residual lliure pot oscil·lar entre 0,5 i 2ppm. El clor total no pot sobrepassar en més de 0.6ppm en nivell de clor residual lliure.

Alguns conceptes que cal recordar són els següents:

- Clor residual: Fracció de clor afegit que conserva les seves propietats desinfectants.

- Clor residual lliure: Quantitat de clor present a l'aigua en forma d'àcid hipocloròs o hipoclorit.

- Clor residual combinat: Quantitat de clor present a l'aigua en forma de cloramines o d'altres compostos orgànics de clor.

- Clor residual total: Suma del clor residual lliure i del clor residual combinat.

- Demanda de clor: Diferència entre el clor afegit o el clor disponible residual.

A la figura K.16 es mostra l'eficiència de les diferents formes del clor.

Forma del clor	Temps necessari per a la inactivació
HCLO	1 minut i 40 segons
CLO^-	40 minuts
Monocloraminas	500 minuts (més de 8 hores)

Figura K.16 Eficiència de les diferents formes del clor

L. Estimació de costos

A la taula L.1. d'aquest annex es mostra l'estimació de costos detallada.

Taula L.1 Estimació econòmica detallada de la planta

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESTIMACIÓ ECONÒMICA DE LA PLANTA DE TRACTAMENT D'AIGÜES RESIDUALS

COST DELS EQUIPS							
Item	Ut.	Denominació	Característiques principals		Pot. Elèctrica		Cost
Reactors							
R-01	1	Reactor encamisat floculació	0,02	m^3			**2.564**
	1	Tapa reactor					**264**
	1	Pinça per reactor					**140**
	1	Tancament agitador					**230**
R-02	1	Reactor amb refrigeració per a oxidació	0,02	m^3			**2.564**
	1	Tapa reactor					**264**
	1	Pinça per reactor					**140**
	1	Tancament agitador					**230**
							6.396
Dipòsits							
D-01	1	Dipòsit d'entrada al tractament primari	0,10	m^3			**216**
D-02	1	Dipòsit de sortida del tractament primari	0,10	m^3			**216**
D-03	1	Dipòsit d'entrada al tractament secundari	0,10	m^3			**216**
D-04	1	Dipòsit pulmò del tractament secundari	0,05	m^3			**108**
D-05	1	Dipòsit de sortida del tractament secundari	0,10	m^3			**216**
D-06	1	Dipòsit d'entrada al tractament terciari	0,10	m^3			**216**
D-07	1	Dipòsit pulmò del tractament terciari	0,05	m^3			**108**
D-08	1	Dipòsit recollida residu d'ultrafiltració	0,01	m^3			**11**
							1.307
Bombas centrífugas							
P-01	1	Bomba d'impulsió del tractament primari			0,75	kW	**218**
P-02	1	Bomba d'impulsió del tractament primari			0,75	kW	**218**
P-03	1	Bomba d'impulsió del tractament secundari			0,75	kW	**218**
P-04	1	Bomba d'impulsió del tractament secundari			0,75	kW	**218**
P-05	1	Bomba d'impulsió del tractament terciari			7,5	kW	**218**
							1.090
Dipòsits dosificadors							
D-D1	1	Recipient que conté àcid	0,002	m^3			**10**
D-D2	1	Recipient que conté base	0,002	m^3			**10**
D-D3	1	Recipient que conté coagulant	0,002	m^3			**10**
D-D4	1	Recipient que conté floculant	0,002	m^3			**10**
D-D5	1	Recipient que conté H202	0,002	m^3			**10**
D-D6	1	Recipient que conté Fe2+	0,002	m^3			**10**
D-D7	1	Recipient que conté àcid	0,002	m^3			**10**
D-D8	1	Recipient que conté base	0,002	m^3			**10**
D-D9	1	Recipient que conté clor	0,002	m^3			**10**
							90
Bombes dosificadores							
P-D1	1	Bomba dosficadora d'àcid					**350**
	1	Contador de impulsos (Incluye sonda de nivel)					**74**
P-D2	1	Bomba dosficadora base (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**
P-D3	1	Bomba dosficadora coagulant (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**
P-D4	1	Bomba dosficadora floculant (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**

COST DELS EQUIPS							
Item	**Ut.**	**Denominació**	**Característiques principals**		**Pot. Elèctrica**		**Cost**
P-D5	1	Bomba dosficadora H202 (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**
P-D6	1	Bomba dosficadora Fe2+ (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**
P-D7	1	Bomba dosficadora àcid (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**
P-D8	1	Bomba dosficadora base (Incluye sonda de nivel)					**350**
	1	Contador de impulsos					**74**
P-D9	1	Bomba dosficadora clor					**300**
							3.692
Columna ultrafiltración							
F-03	1	Filtració a nivell de Micrometres	0,0009	m^2			**3.500**
							3.500
Filtre de malla							
F-01	1	Filtre de partícules de mida gran	0,0196	m^2			
	1	Contenidor amb capçal metàl·lic 1/2"					**108**
							108
Decantador							
V-01	1	Decantador de sòlids en suspensió					**500**
							500
Columna de carbó actiu							
F-02	1	Columna d'adsorció	0,0189	m^2			
	1	Contenidor amb capçal metàl·lic 1/2"					**108**
							8,7
							117
Agitadors							
AG-01	1	Agitador R-01			0,22	W	**995**
AG-02	1	Agitador D-02			0,22	W	**995**
							1.990
							18.790
MUNTATGE DELS EQUIPS I CANONADES							
			Hores		**€/h**		**Cost**
		Tractament primari	20		7,00		**140**
		Tractament secundari	20		7,00		**140**
		Tractament terciari	20		7,0		**140**
							420
ESTRUCTURA METÀL·LICA I MUNTATGE							
Tub d'andami estàndar 48,2 diàmetre							
			Metres		**€/h**		**Cost**
		Tractament primari	13		5,85		**76**
		Tractament secundari	26		5,85		**152**
		Tractament terciari	26		5,85		**152**

COST DELS EQUIPS					
Item	**Ut.**	**Denominació**	**Característiques principals**	**Pot. Elèctrica**	**Cost**
Abraçaderes					
		Tractament primari	12	6,39	**77**
		Tractament secundari	24	6,39	**153**
		Tractament terciari	24	6,39	**153**
Accesoris					
		Diversos			**200**
Muntatge					
		Tractament primari	2	25,00	**50**
		Tractament secundari	4	25,00	**100**
		Tractament terciari	4	25,00	**100**
Total estructura metal·lica i muntage					**1.214**
CANONADES, VÀVULES I ACCESSORIS					
			Unitats	**€/unitat**	**Cost**
CANONADES					
		Canonades PVC sèrie llisa 10 atm 0,5" (m)	15	2,0	**29**
		Canonades PVC sèrie llisa 16 atm 3/4" (m)	30	1,1	**32**
		Canonades PVC sèrie llisa 16 atm 0,5" (m)	15	0,4	**6**
		Te PVC sèrie llisa 0,5"	16	0,7	**11**
		Te PVC sèrie llisa 3/4"	4	1,0	**4**
		Te 1"	4	0,6	**2**
		Colzes 3/4"	6	0,8	**5**
		Colzes 1"	12	0,5	**6**
		Colzes 0,5"	6	0,3	**2**
		Enllaç rosca mascle de PVC 3/4"	7	1,0	**7**
		Enllaç rosca mascle de PVC 1"	40	0,8	**32**
		Enllaç rosca mascle de llautó 1"	10	3,0	**30**
		Enllç rosca mascle de llautó 3/4"	3	5,0	**15**
		Reducció hexagonal de laton 1" a 3/4"	4	0,9	**3**
		Ampliació hexagonal de laton 0,5" a 3/4"	2	0,7	**1**
VÀVULES					
		Vàlvules de papallona 0,5"	1	20,0	**20**
		Vàlvules de bola 0,5"	22	9,0	**198**
		Vàlvules de bola 3/4"	5	8,0	**40**
		Vàlvules de no retorn 3/4"	4	15,0	**60**
		Vàlvules de no retorn 0,5"	7	10,0	**70**
		Vàlvules reductores	3	48,0	**144**
					718
Instrumentació					
LC-01	1	Sensor de nivell			**20**
LC-02	1	Sensor de nivell			**20**
LC-03	1	Sensor de nivell			**20**
LC-04	1	Sensor de nivell			**20**
LC-05	1	Sensor de nivell			**20**
LC-06	1	Sensor de nivell			**20**
LC-07	1	Sensor de nivell			**20**
pHT-01	1	Transmisor de pH			**341**
pHT-02	1	Transmisor de pH			**341**
pHT-03	1	Transmisor de pH			**341**
pHT-04	1	Transmisor de pH			**341**
SST-01	1	Transmisor de SS			**900**
SST-02	1	Transmisor de SS			**900**
PT-01	1	Transmisor de pressió			**28**
PT-02	1	Transmisor de pressió			**28**
PT-03	1	Transmisor de pressió			**28**
PT-04	1	Transmisor de pressió			**28**
PT-05	1	Transmisor de pressió			**28**
PT-06	1	Transmisor de pressió			**28**
TT-01	1	Transmisor de temperatura			**250**
LT-01	1	Transmisor de nivell			**20**
LT-02	1	Transmisor de nivell			**20**
	1	Sensor de conductivitat			**417**
					4.179

COST DELS EQUIPS					
Item	**Ut.**	**Denominació**	**Característiques principals**	**Pot. Elèctrica**	**Cost**
Muntage e instal·lació elèctrica					
Instal·lació elèctrica					
			Unitats	€/unitat	**Cost**
		Tractament primari	10	2	**20**
		Tractament secundari	10	2	**20**
		Tractament terciari	10	2	**20**
Muntage Instal·lació elèctrica					
		Tractament primari	2	25	**50**
		Tractament secundari	2	25	**50**
		Tractament terciari	2	25	**50**
					210
TOTAL				**11 kW**	**25.530**
Imprevistos			1,50%		**282**
Permisos			2%		**3.758**
					30.000

M. Plànols

M.1. Diagrames de procés

En les figures M.1-M.3 es mostren els diferents PID's de procés dissenyats per aquest projecte.

Per tal de dimensionar la xarxa de canonades s'ha realitzat un estudi de pèrdues de pressió amb l'aplicació HYSYS.

Objecte de l'estudi:

Amb aquest estudi s'ha volgut dimensionar la xarxa de canonades de la planta pilot de tractament d'aigües residuals, tenint en compte diversos factors que es mostren a continuació, la finalitat dels quals és la de facilitar l'elaboració dels PID's.

Criteris que s'han tingut en compte:

Per a l'estudi, s'ha utilitzat el programa de simulació Hysys, amb el que s'ha dissenyat la planta al complert.

S'ha tingut en compte:

- Una pèrdua de càrrega de 0.05 bars aproximadament en equips que funcionen a pressió com és el cas de la filtració amb malla, ultrafiltració i carbó actiu.
- S'ha calculat la longitud equivalent de vàlvules, colzes, i possibles reduccions.
- El tipus de canonades escollit serà de PVC.
- S'ha tingut en compte una retenció en canonades de 0,005 m^3, pel que les canonades han estat dissenyades amb una certa inclinació cap al següent tractament.
- Amb les vàlvules s'ha simulat una pèrdua de pressió equivalent a la d'una vàlvula reductora.
- Una velocitat moderada per tal de disminuir el risc a la mateixa i evitar possibles problemes.

S'han elaborat diferents alternatives en quant a cabals i diàmetres, per tal d'obtenir una velocitat adequada; el resultats de les mateixes es presenten a la taula M.1.

Taula M.1 Càlculs de velocitat

Diàmetre	3/4"		**Diàmetre**	3/4"	
Cabal	0,1	m^3/h	**Cabal**	0,2	m^3/h
Velocitat	0,097	m/s	**Velocitat**	0,195	m/s
Diàmetre	1/2"		**Diàmetre**	1/2"	
Cabal	0,2	m^3/h	**Cabal**	0,1	m^3/h
Velocitat	0,438	m/s	**Velocitat**	0,219	m/s

Per tant el diàmetre escollit per a la planta serà de 1/2", tot i que es podria instal·lar de 3/4" sense problemes, però la velocitat és exageradament petita, per tant si volem un cabal de 0,1m^3/h, el diàmetre a instal·lat serà de 1/2".

Cal afegir que la part de la ultrafiltració actualment ja es troba muntada amb un diàmetre de 25mm. En aquest tram no hi ha problemes perquè el cabal requerit es superior.

Resultats:

Un cop realitzat l'estudi s'obtenen les següents conclusions presentades en la taula M.2.

- Els diàmetres de canonada instal·lats s'han indicat als PID's respectius.
- No es troben problemes a l'hora d'aplicar una pressió de 3 bars, per superar les pèrdues de càrrega.

En les figues M.1-M.3 es mostra el gràfic del procés seguit per tal de que la taula M.2 tigui sentit.

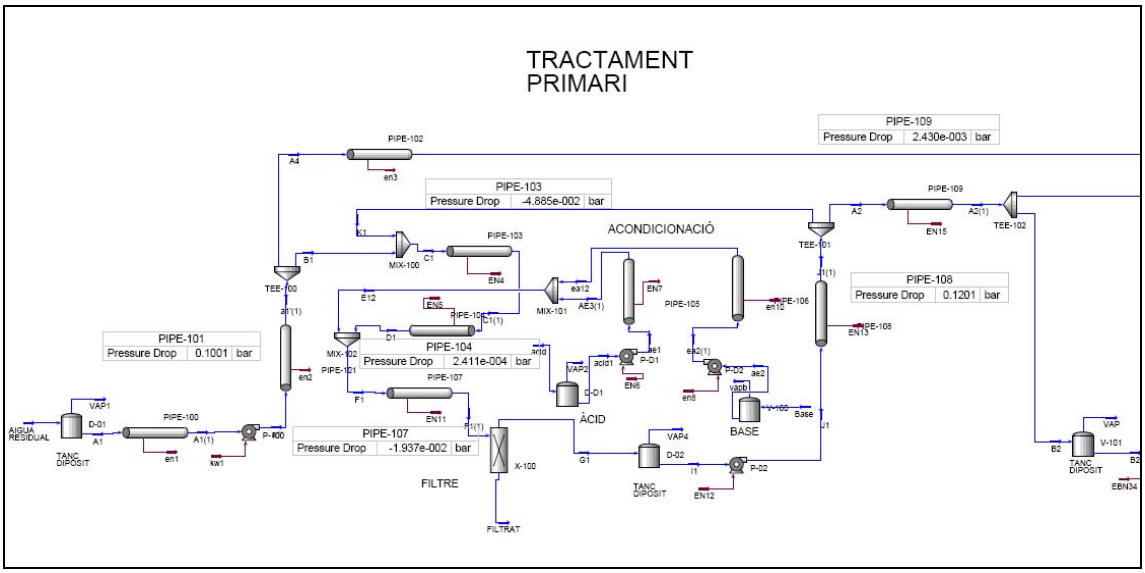

Figura M.1 Càlcul de pèrdues del tractament primari

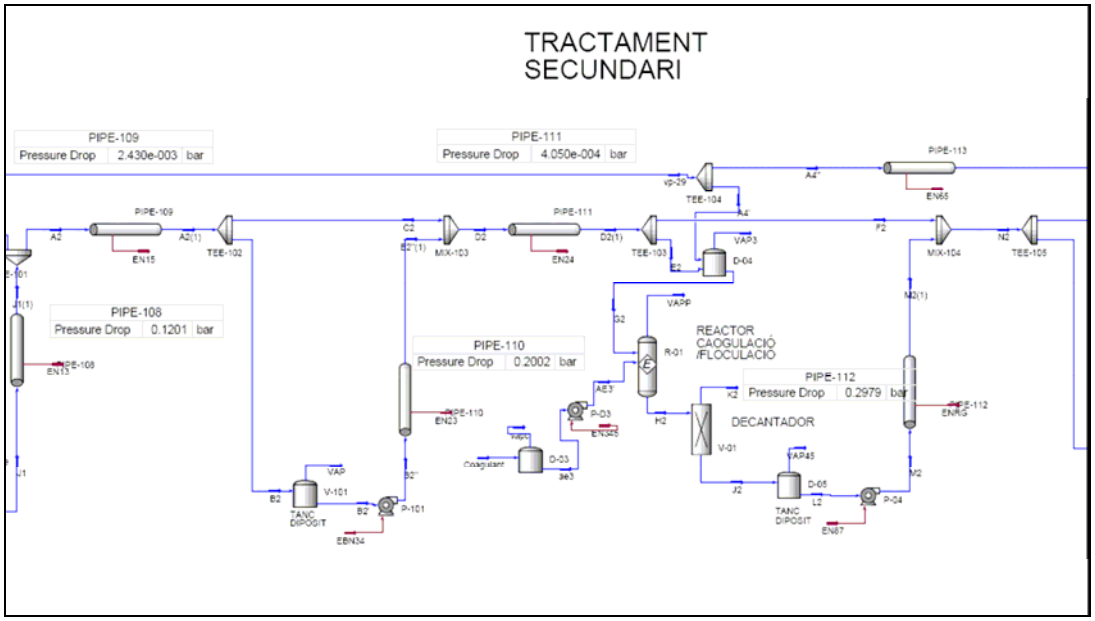

Figura M.2 Càlcul de pèrdues del tractament secundari

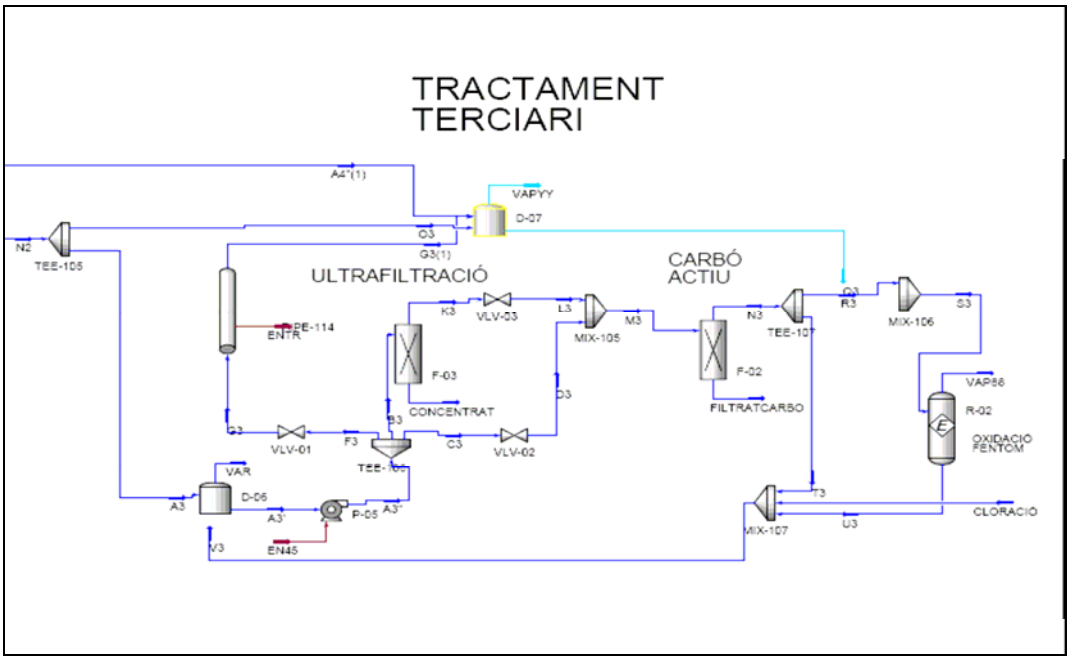

Figura M.3 Càlcul de pèrdues del tractament terciari

Taula M.2 Pèrdues de càrrega en el procés

Nom	PIPE-100	PIPE-101	PIPE-102	PIPE-103	PIPE-104	PIPE-105	PIPE-106	PIPE-107
Pèrdues de pressió [bar]	2,41E-04	0,10	0	-4,89E-02	2,41E-04	4,97E-02	4,33E-02	-1,94E-02
Diàmetre nominal [mm]	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Longitud del tram [m]	0,3	1	10	1	0,3	1	1	0,6
Nom	PIPE-108	PIPE-109	PIPE-110	PIPE-111	PIPE-112	PIPE-114		
Pèrdues de pressió [bar]	0,12	2,43E-03	0,20	4,05E-04	0,29	0,14		
Diàmetre nominal [mm]	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25,4		
Longitud del tram [m]	1,2	3	2	0,5	3	2		

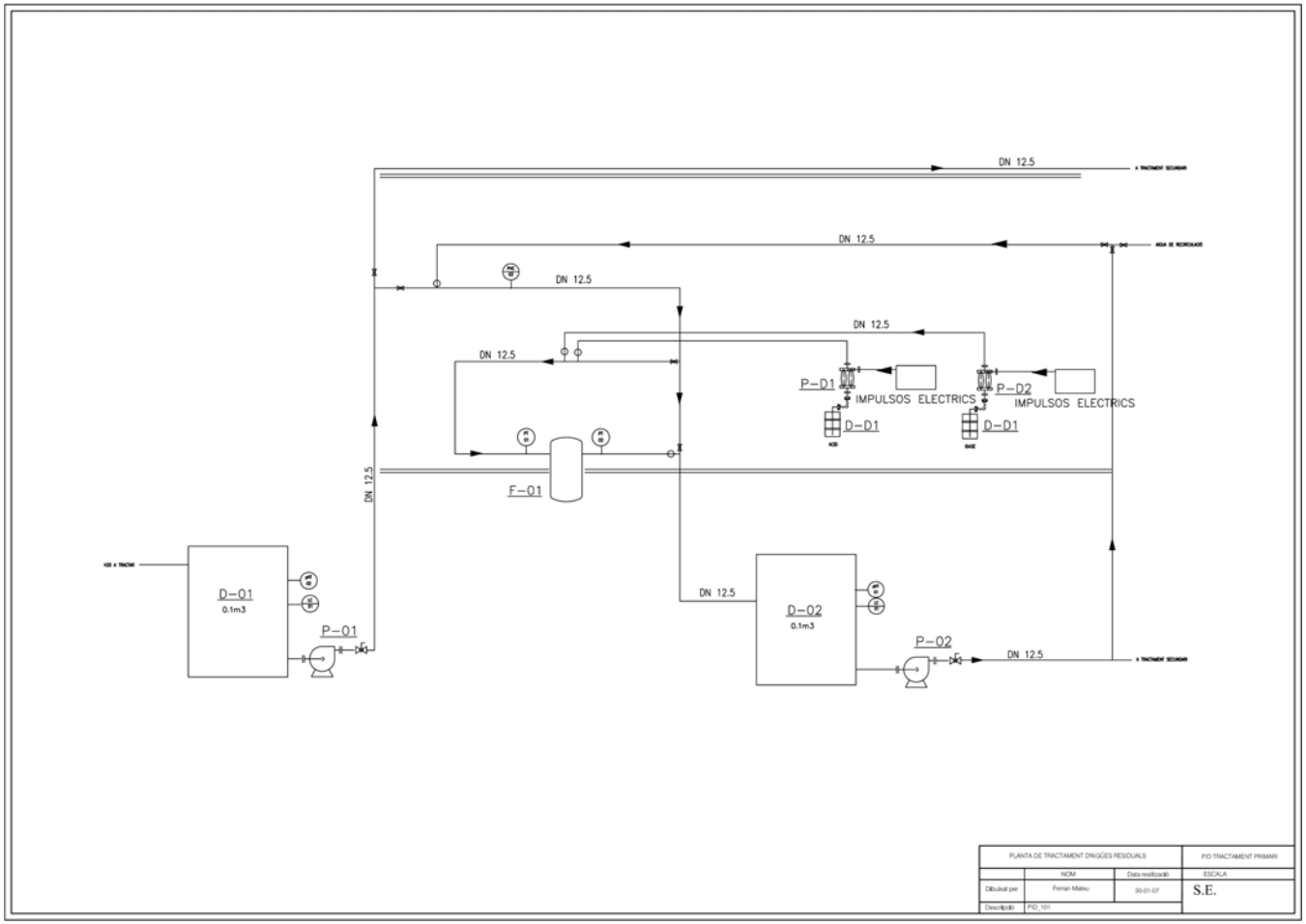

Figura M.4 PID tractament primari

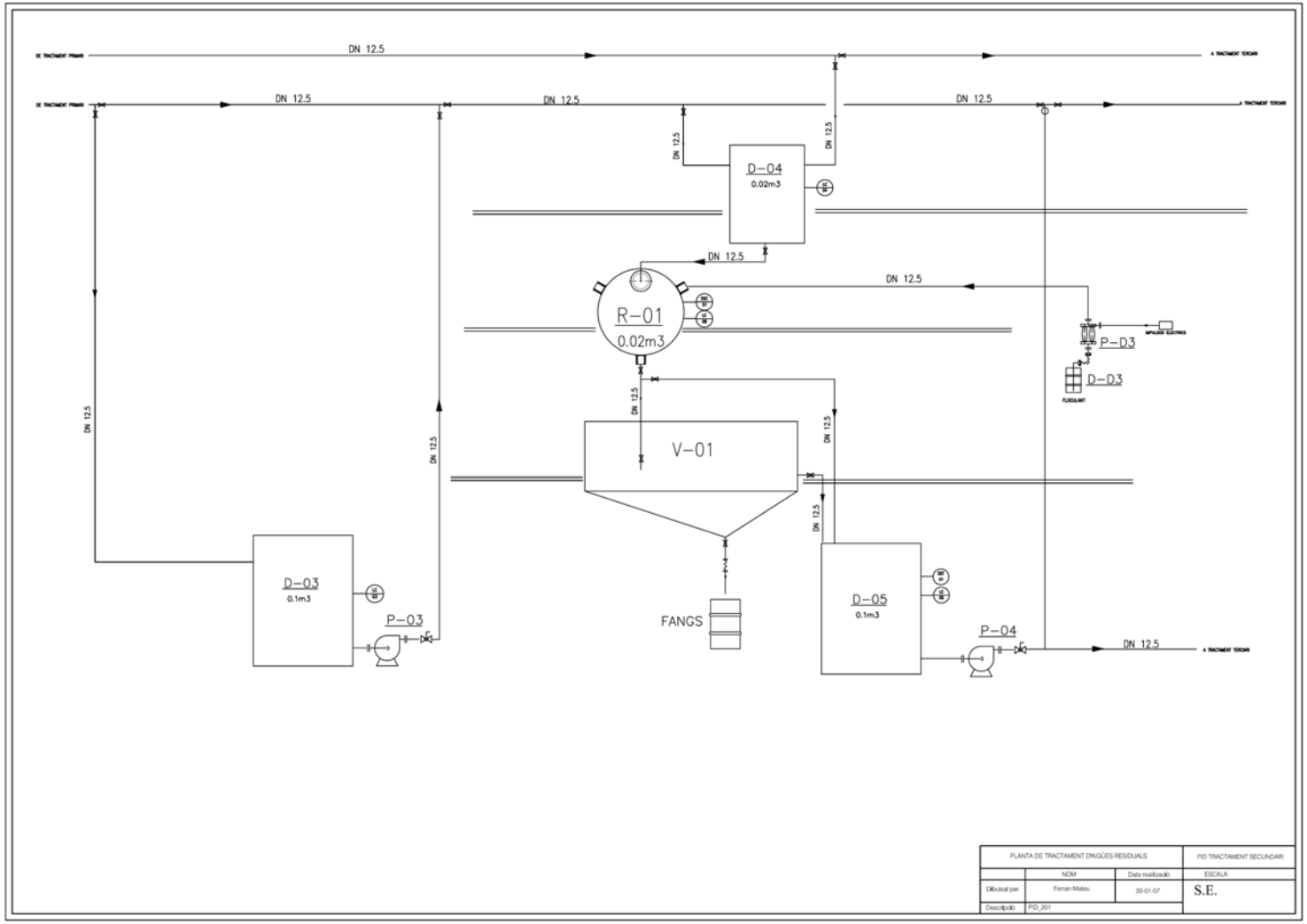

Figura M.5 PID tractament secundari

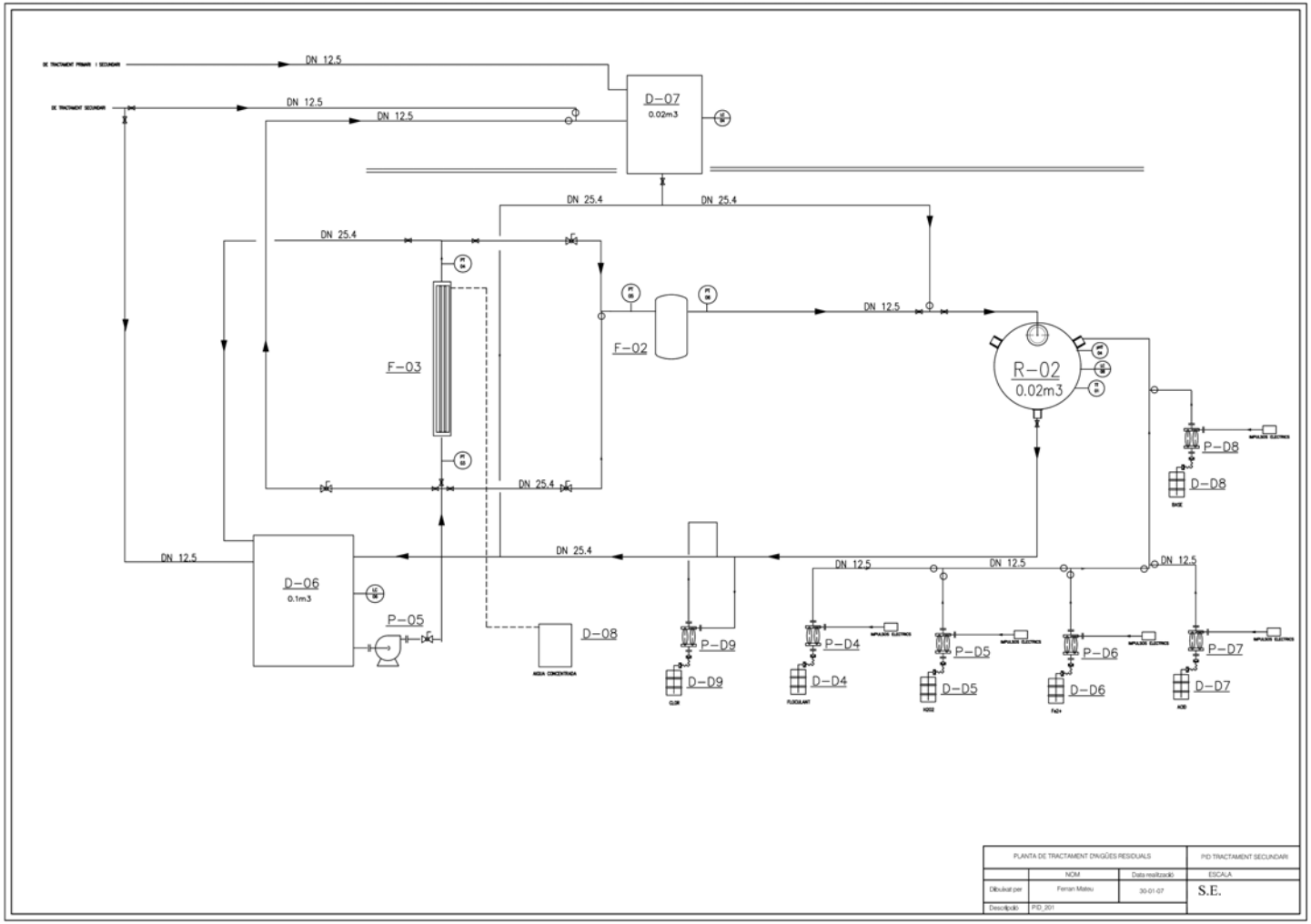

Figura M.6 PID tractament terciari

M.2. Implantació

M.2.1. Descripció de la implantació

La planta de tractament d'aigües està formada per una estructura metàl·lica oberta existent al Departament d'Enginyeria Química de la UPC. Les noves estructures necessàries es trobaran annexes a l'existent.

La planta es troba en un extrem del laboratori amb unes distàncies suficients per permetre el pas dels alumnes sense molestar-se entre si.

En aquest projecte s'han proposat unes mesures orientatives per tal de permetre la realització de les pràctiques les quals deuran ser tingudes en compte.

S'ha disposat d'una distància de 2,5m entre les taules de treball i la planta; una distància de 1,2m entre la planta i la paret i una distància d'aproximadament 2m entre taules per permetre el pas.

Aquestes dades es poden visualitzar en el plànol d'implantació del laboratori, que es troba al final d'aquest annex.

Aquestes dades es troben representades a l'alçat de la planta a la figura M.7.

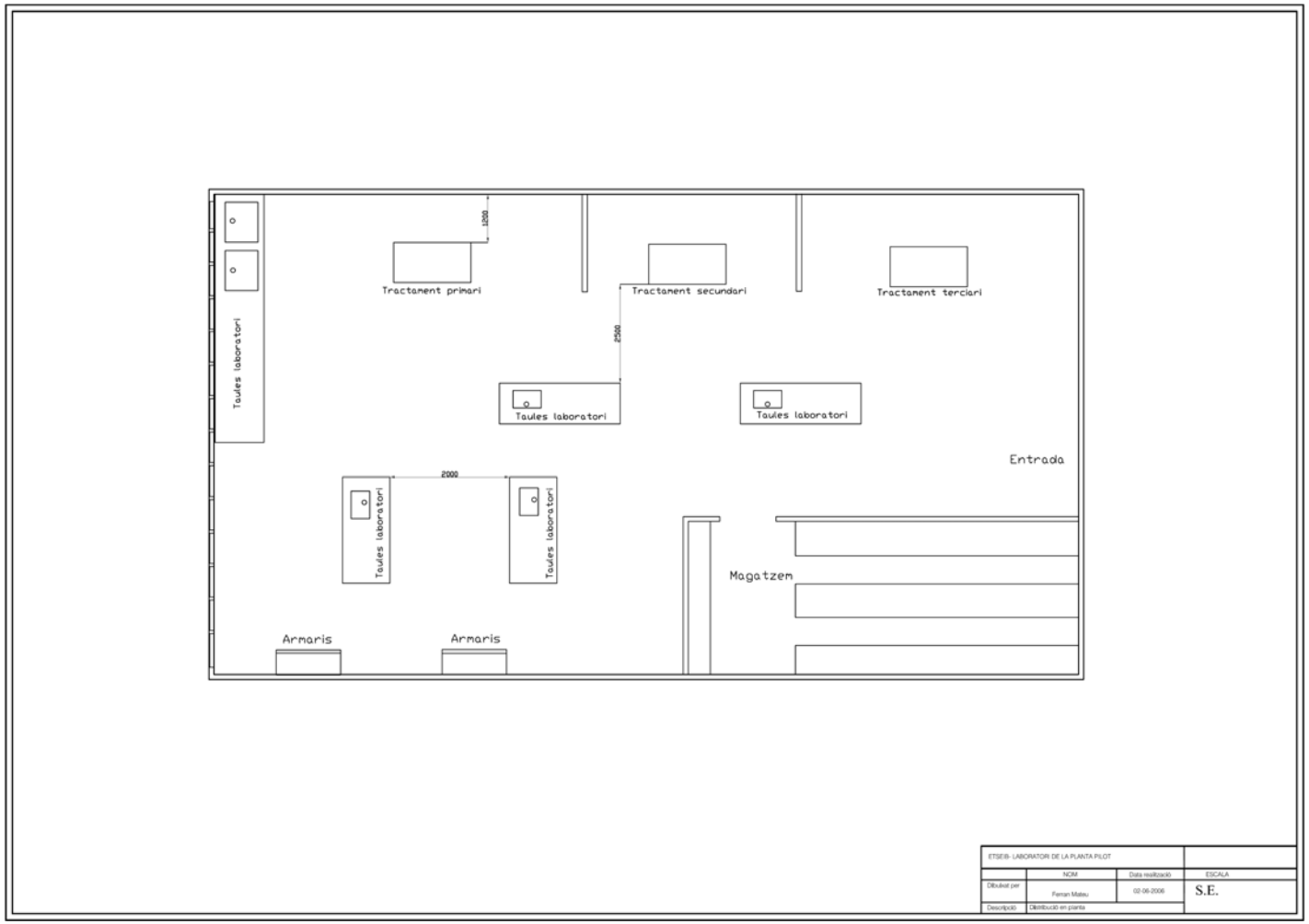

Figura M.7 Plànol implantació del laboratori.

N. Possibles pràctiques

A continuació s'ha assignat a cada procés possibles pràctiques que el Màster d'aquest projecte tindrà al voltant de la planta pilot de processos.

Tal i com es porta fent en els anteriors apartats s'han dividit els processos segons el tractament al que corresponen.

N.1.Tractament primari

En aquest tractament hi ha presents dos processos: una primera neutralització i una filtració amb malla.

Neutralització:

Segons els requeriments de la operació, la neutralització ens permet realitzar pràctiques tant de química anàlitica (Hard Test) com de control de processos.

En quant a pràctiques de química analítica:

Valoració àcid-base: reacció de neutralització. Es podran realitzar pràctiques per valoració d'àcid-base, mitjançant un indicador.

En quant pràctiques de control de processos:

Control d'una reacció d'àcid-base. La pràctica consistirà en introducció de les equacions necessàries en el software Matlab, per tal de que a partir d'un senyal rebut d'un sensor, es retorni un senyal en forma d'impuls, amb el qual la bomba dosifiqui la quantitat correcta d'àcid o base.

Filtració per malles:

Aquesta operació permet realitzar pràctiques d'operacions de separació, operacions mecàniques de separació per barreres, i altres pràctiques com optimització de processos.

En quant a les pràctiques d'operacions mecàniques de separació per barreres:

Càlcul de l'eficàcia del procés de filtració. Els alumnes calcularan l'eficàcia del filtre, a partir de la torta formada, i del temps en que transcorre el procés.

N.2. Tractament secundari

En aquest tractament hi ha presents dos processos: una primera reacció de coagulació/floculació i una posterior decantació.

Reacció de coagulació/floculació:

Al igual que la reacció de neutralització aquest procés permetrà realitzar pràctiques d'anàlisi químic, optimització, etc. A més es podrà realitzar operacions de barreja, ja que l'agitació serà un factor a controlar en la formació dels flòculs.

En quant a les pràctiques d'operacions de barreja, i de reactors químics:

Control de l'agitació d'una reacció de coagulació/floculació. Es trobaran les condicions òptimes d'operació per a les que es produeix major quantitat de flocul, i així optimitzar el procés per tal de que decanti la major part de sòlids.

Decantació:

Aquest procés que no pot faltar en cap planta de tractament d'aigües residuals, tot i que més que donar pràctiques per si sòl, acostuma a complementar la reacció de coagulació/floculació, facilitant-ne la separació.

N.3. Tractament terciari

Ultrafiltració

La ultrafiltració, a més de ser un procés indispensable per eliminar partícules d'una mida considerable, a nivell de bacteris, virus tal i com s'ha comentat, també permetrà la realització de pràctiques de fenòmens de transport, operacions de separació per membranes, d'optimització, etc.

En quant a les pràctiques de fenòmens de transport:

Separació per membranes. L'alumne realitzarà pràctiques d'optimització, de la mateixa forma que es feia amb la filtració amb malles, aplicant coneixements de fenòmens de transport; a al vegada es pretén que l'alumne comprengui que la polarització de concentracions es important.

En quant a operacions de separació de membranes:

Separació per membranes. L'alumne comprovarà l'eficàcia de la ultrafiltració, comparant amb la filtració per malles.

Adsorció amb carbó actiu

L'absorció del carbó actiu dona lloc a pràctiques per a assignatures com operacions de l'enginyeria química.

Per tant dintre d'operacions de l'enginyeria química:

Adsorció d'acetona amb carbó actiu: L'alumne realitzarà pràctiques d'adsorció on deurà realitzar mesures quantitatives de l'adsorció de l'àcid acètic per mitjà del carbó activat i expressar les dades a través d'una equació.

Oxidació Fentom

Amb aquest procés d'oxidació avançada, es pot trobar una multitud d'aplicacions, en quant a pràctiques a realitzar, com control avançat de processos químics, anàlisi químic...

En quant control avançat de processos químics:

Control de l'oxidació fenton. L'alumne realitzarà amb amb ajuda del software Matlab, l'automatització del procés el qual depèn de multitud de variables, tal són pH, temperatura, quantitat de catalitzador... Per el que acaba de formar els futurs enginyers de control de processos.

En quant anàlisi químic:

Oxidació Fenton. L'alumne realitzarà la pràctica d'oxidació Fenton, comprovant el grau d'eliminació de compostos orgànics, mitjançant el càlcul de la DQO, i d'altres factors.

Cloració

Les aigües tenen una demanda de clor que deuen satisfer abans que aparegui el clor lliure efectiu utilitzat com a desinfectant.

Aquest procés va dirigit sobretot a assignatures de control de processos i anàlisi químic

Pel que algunes de les pràctiques que aquí es proposen són les següents:

Determinació del clor residual.

Determinació de la demanda de clor.

També es podran realitzar pràctiques amb el conjunt de la planta; en aquest cas la finalitat serà el càlcul de la DBO / DQO,OD, i factors com l'ISQUA, etc...

A més seran possibles pràctiques de control; aquestes últimes pràctiques estan pensades per a treballs en grup fomentant la cooperació i el treball en equip, requisit cada cop més important en el món laboral.

Així doncs, amb aquesta planta es pretén donar major motivació a l'alumne que moltes vegades realitza un treball, sense veure-hi aplicacions reals.

A més de totes les possibles pràctiques que es poden realitzar a nivell de laboratori, també les hi hauran que giraran al voltant de la planta de tractament d'aigües, i que no implicaran cap cost associat.

A continuació s'enumeren algunes d'aquestes pràctiques, en referència a l'assignatura a la qual correspondrien:

- Tecnologia aplicada a la gestió del medi ambient: Optimitzar la planta per tal d'estalviar aigua.
- Processos de tractament de descàrregues industrials: Practiques a nivell teòric
- Disseny d'equips: Verificar el dimensionament de la planta, i especificació dels equips.
- Sistemes de gestió i seguretat del risc: Realització del HAZOP dels punts crítics de la planta pilot.
- Simulació de processos:Simulació amb el software ASPEN del circuit d'aigua de la planta, simulació de les diferents operacions amb el software ASPEN, comprovant els resultats obtingut amb la planta pilot.

Finalment recordar que les pràctiques aquí proposades són en relació al Màster que en aquest projecte es defineix, per el que el número de pràctiques a realitzar en aquesta planta augmenta vertiginosament si es comptem assignatures com circulació de fluids, cinètica química, termodinàmica de l'equilibri, i moltes més, que són realitzades durant el grau.

O. Exemple de manual d'operació

Un cop enumerades totes les consideracions que una planta pilot de processos d'àmbit educatiu deuria tenir, es procedeix a la descripció d'un exemple de pràctica amb un procés determinat de la planta.

O.1. Pràctica d'ultrafiltració

A continuació es citen els passos a seguir per tal de realitzar la pràctica d'ultrafiltració:

1º Activar el software de l'ordinador per activar primer de tot el mòdul de seguretat.

Aquest mòdul ens donarà un senyal d'avís de que les bombes i sensors no es troben en funcionament.

2º Comprovar per seguretat que les bombes no són activades sense l'existència d'un nivell mínim de líquid.

3º S'activaran tots els elements de la planta necessaris per a la pràctica i es comprovarà que tots els equips es trobin activats sense cap senyal d'error a l'ordinador (dues comprovacions per part de l'operari o alumne), el senyal de l'ordinador deurà desaparèixer a l'instant, un cop activades les bombes i demés instruments.

4º L'ordinador indicarà cada paràmetre a la sortida de cada equip; en el tanc corresponent i en la pantalla de l'ordinador:

5º Realització de la pràctica

- **Muntatge de la membrana**

Descargolar els 3 cargols que es troben en els dos extrems de la columna

Treure les dues unions de la canonada

Escollir la membrana ceràmica que s'utilitzarà i col·locar-hi les gomes per a que no hi hagi pèrdues.

Introduir la membrana

Instal·lar de nou els ensamblatges de la comuna.

Col·locar la columna en la instal·lació.

- **Mode d'operació**

Col·locar en el tanc d'alimentació el líquid a tractar.

Tancar la vàlvula d'alimentació completament.

Obrir la vàlvula de recirculació completament.

Posar la bomba en funcionament.

Obrir a poc a poc la vàlvula d'alimentació per eliminar l'aire del circuit.

Ajustar les vàlvules obtenint la pressió i el cabal requerits.

Obrir lentament la vàlvula de permeat per tal d'obtenir el flux de permeat desitjat.

- **Influencia de la pressió de treball**

Concretar una pressió de treball a l'entrada de la columna de X bars

Esperar 5 min a que s'estabilitzi el sistema

Calcular els cabals del sistema i extreure mostres del tanc de concentrat i del tanc de permeat.

Realitzar el mateix procés amb diferents pressions, entre 1<X<10 bars.

Analitzar les mostres amb el refractòmetre.

- **Influència de la velocitat de circulació**

Concretar una cabal de circulació a l'entrada de la columna de X l/h

Esperar 5 min a que s'estabilitzi el sistema.

Extreure mostres del tanc de concentrat i del tanc de permeat

Realitzar el procés amb 5 cabals diferents

Analitzar les mostres amb el refractòmetre.

- **Influència de la polarització de la membrana**

Fixar una pressió i un cabal de treball.

Tancar les vàlvules del tanc de concentrat i recircular tot el concentrat al tanc d'alimentació .

Cada 5 min calcular els cabals i agafar mostres.

Analitzar les mostres amb el refractòmetre

També s'ha inclòs la part experimental del refractòmetre, ja que s'ha considerat part de la pràctica, tot i que no intervé en el funcionament de la planta.

Refractòmetre

Amb aquest equip anirem mesurant l'índex de refracció de les mostres que obtinguem de cada corrent per a ales diferents situacions. Amb aquests índexs i desprès d'haver realitzat una recta de calibració, coneixerem les concentracions de polietilenglicol per cada mostra.

% en pes	Polietilenglicol (gr)
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

Col·locar dos o tres gotes de la mostra en la lent

Calibrar l'aparell amb aigua destil·lada

Mesurar l'índex de refracció de les mostres

Realitzar aquest procés amb 4 o 5 mostres

6º Tancar tots els equips, vàlvules, bombes, ordinadors, etc.

7º Netejar tot l'equip i guardar el material utilitzat en el lloc corresponent.

P. Situació de cada sensor/controlador

Cada sensor i controlador s'ha escollit per a una determinada funció, en molts casos purament destinada a la formació de l'alumne.

Controladors de nivell: Aquests controladors han estat col·locats a la majoria dels dipòsits; si el nivell dels dipòsits disminuís excessivament i arribés a ser zero, podria espatllar la bomba. És per això que se'ls ha donat una prioritat màxima. La idea és que a més d'aturar la bomba, aquests sensors/controladors enviïn un senyal a l'ordinador on l'alumne rebi l'avís de "PERILL", i així evitar l'aturada.

També es troben controladors situats en els tancs superiors, que aturarien el cabal en el cas de que el nivell dels mateixos superés la seva capacitat. Aquests controladors tenen prioritat màxima, doncs són controladors destinats a la seguretat de la planta. Les ordres d'aquests controladors tenen preferència respecte les ordres dels controladors dels tancs inferiors.

Sensors de pH: Els sensors de pH s'han col·locat sobretot en el tractament primari, per tal de controlar la reacció de neutralització. Aquests sensors són necessaris a nivell de procés, per això reben una prioritat mitja. En tota pràctica química l'estudiant ha d'haver realitzat algun cop alguna mesura de pH, i controlar-ne la reacció realitzant valoracions amb indicadors. Hi ha tres sensors en el tractament primari i un altre en el tractament terciari, encarregat de controlar el pH de la reacció Fenton entre 3 i 5. Aquests sensors seran instal·lats en els tancs D-01 i D-03:

- En el primer es mesurarà el pH, amb aquest pH es proposarà l'acció a seguir.
- En el segon es controlarà el pH a la sortida del tractament primari, per tal de determinar si la mostra està llesta per a passar al secundari.

A més d'aquests dos sensors de mesura in situ s'instal·larà un, el qual permetrà controlar el pH automàticament. Cal recordar que el fet d'incorporar aquest procés com a continu ve determinat al fet de que aquest procés es pot realitzar manualment en qualsevol tanc, mitjançant un indicador; a més de ser una pràctica que es realitza una infinitat de cops durant la carrera.

Sensors de pressió: Aquests sensors s'han col·locat a l'entrada i sortida d'equips que funcionen a una certa pressió i amb els que l'alumne pot estudiar la optimització veient com evoluciona la pèrdua amb el cabal, o fins i tot segons el recorregut del líquid. Al ser sensors addicionals al procés, se'ls ha donat una prioritat 3, podent ser incorporats a posterior.

Sensors de temperatura: Aquest tipus de sensor són necessaris a l'hora de realitzar reaccions complexes, que tot alumne hauria de realitzar alguna vegada. Requereix treballar en equip per a que la reacció surti bé. Per això la reacció Fenton necessita d'aquest indicador, per tal de controlar la temperatura, ja que es tracta d'una reacció exotèrmica i que necessita de refrigeració, si es vol optimitzar. També serveixen per determinar l'Índex de la Qualitat de l'Aigua (ISQA). Per a aquests sensors, s'ha pensat en deus possibilitats:

- La primera és un sensor portàtil, a incorporar directament al procés desitjat, cosa que abarateix el cost d'adquisició; però dificulta la realització de diferents pràctiques a l'hora, ja que depèn del nombre de sensors disponibles.

- La segona possibilitat és la incorporació dels sensors als processos desitjats, per tal d'independitzar les pràctiques i processos de la planta, amb la finalitat comentada en la proposta anetrior.

Sensors de turbidesa: Aquest tipus de sensors determinen el grau de turbidesa que té l'aigua. D'aquest tipus de sensors se n'han disposat dos per al tractament secundari, on sembla interessant comprovar el nivell de SS. Amb aquest sensor de procés (prioritat mitjana), l'alumne podrà realitzar pràctiques de tecnologia del medi ambient, com és el càlcul del ISQA.

- El primer s'instal·larà en el reactor R-01, per tal de controlar la quantitat de coagulant, floculant a afegir.

- El segons s'instal·larà en el tanc D-04, per tal de comprovar aquest paràmetre a la sortida decantador.

Sensors de nivell: Hi ha dos sensors de nivell situats en els dos reactors, la finalitat dels quals és activar els agitadors, facilitant la rapidesa de les operacions, a més de donar un pas més en l'automatització de la planta, que en un futur s'espera que sigui total.

Sensors de conductivitat: En quant aquest tipus de sensors no s'ha pensat incorporar-ne cap al procés; si més no adquirir-ne de portàtils per tal de fer la mesura allà on es cregui més convenient per tal de poder calcular a posteriori l'ISQUA, per el que no s'automatitzaran.

Q. Estudi HAZOP

Q.1. Introducció

El present annex te com objecte dotar els tractaments de la planta pilot de processos, d'un anàlisi d'acord amb la metodologia HAZOP.

A continuació s'exposa la metodologia seguida, i els resultats de l'anàlisi HAZOP realitzat per als tres tractaments.

En aquest sentit, en el capítol Q2 es descriu la metodologia seguida en la realització de l'anàlisi HAZOP, amb la indicació dels seus objectius i abast.

En el capítol Q3 es realitza una descripció de les instal·lacions objecte de l'estudi, amb indicacions dels serveis de que disposen. Finalment s'especifiquen els nodes d'estudi i la documentació bàsica disponible per a la realització de l'anàlisi HAZOP.

En el capítol Q4 es presenta el resum i les principals conclusions de l'estudi.

Per últim, la totalitat de les taules resultants de l'aplicació de l'anàlisi HAZOP es recullen a l'apartat Q5.

Aquest estudi HAZOP dona idees en quant a seguretat i advertir dels perills més importants per tal d'evitar la instal·lació de instruments sense cap justificació; a més de donar algunes directrius en quant a la situació dels equips i futura instal·lació de la planta.

Cal remarcar que la planta no presenta cap perill per a l'alumne sempre i quant es compleixi la normativa aplicable a seguretat que es mostra a l'annex A.

Q.2. Metodologia de l'anàlisi HAZOP

El mètode HAZOP (Hazard and Operability study), compren la investigació de possibles desviacions en front a les condicions de disseny per a les línies i elements pertanyents a una determinada unitat de procés. Per a la realització d'aquest estudi, es realitza un "Brainstorming", una estructura analítica per mitjà d'un conjunt de paraules guia per examinar desviacions de les condicions normals de procés en diversos punts clan.

Aquestes paraules clan són aplicades als paràmetres més rellevants del procés (p.e. cabal, temperatura, pressió) amb l'objecte d'identificar les causes i conseqüències de les desviacions dels paràmetres respecte els seus valors previstos.

Finalment, la identificació de conseqüències no desitjades donen com a resultat recomanacions per a millores del procés. Aquestes poden incloure modificacions del disseny, revisió de procediments, modificacions en la documentació escrita, etc.

A continuació s'indiquen els termes més usats en la metodologia d'anàlisi HAZOP:

NODE: Punt específic del procés (tal com un equip o una línia) en el que s'avaluen possibles desviacions del procés.

INTENCIÓ: Descripció de com s'espera que es comporti el procés en un determinat node.

DESVIACIÓ: Forma en que les condicions del procés s'allunyen de la seva intenció.

PARÀMETRE: El paràmetre rellevant per a les condicions del procés; p.e. pressió, temperatura, etc.

PARAULA GUIA: Paraula que representa desviació de la intenció.

Les més usuals són: NO, MES ALTA, MES BAIXA, DIFERENT, INVERSA. A més, paraules com MASSA D'HORA, MASSA TARD, EN LLOC DE, etc., també s'utilitzen; les darreres principalment per a processos discontinus

CAUSA: La raó per la qual podria ocórrer una desviació. Poden identificar-se diverses causes pera una mateixa desviació.

CONSEQÜENCIES: Els resultats de la desviació en el cas que pugui ocórrer. Les conseqüències poden englobar des de riscos associats al procés, com problemes d'operació, com problemes de pèrdua de qualitat del producte.

MESURES CORRECTORES / PREVENTIVES: Instruments o proteccions del sistema que poden ajudar a reduir la freqüència d'ocurrència de la desviació o mitigar les seves conseqüències.

RECOMANACIONS: Activitats identificades durant l'anàlisi HAZOP per al seu seguiment. Inclouen propostes de modificacions o millores tècniques que afecten als sistemes de control, de senyalització, etc.

Q.3. Descripció dels tractaments

Els diferents tractaments dels que consta la planta han estat descrits en l'apartat 4.7.1. Tot i que a continuació (figura Q.1) es mostra l'esquema de distribució dels diferents tractaments.

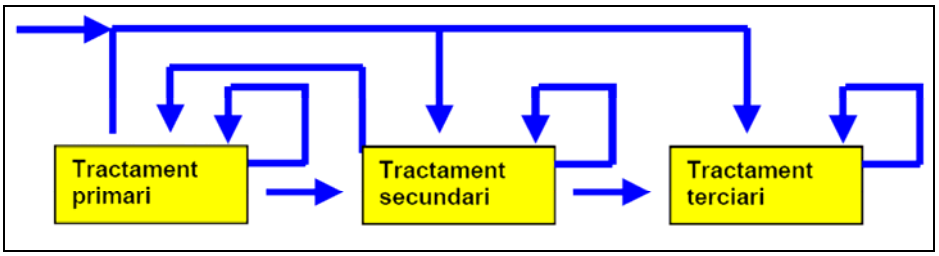

Figura Q.1 Distribució dels tractaments

Q.4. Abast de l'anàlisi realitzat

L'estudi HAZOP s'ha orientat a la identificació de desviacions del procés i de disseny que poguessin resultar en accidents a les instal·lacions o que poguessin conduir a problemes de qualitat en el procés, a més de possibles problemes ambientals.

Donades les característiques de la instal·lació l'anàlisi de seguretat s'ha centrat en cada aparell identificat com a node, ja que el treball de cadascun d'ells és independent del de la resta.

D'acord amb la metodologia seguida habitualment en els estudis HAZOP's s'ha realitzat una aproximació sistemàtica node a node. Els paràmetres i paraules guia han estat aplicats ordenadament a cadascun dels nodes, amb l'objectiu d'identificar riscos del procés i/o problemes importants d'operabilitat.

L'estudi inclou els diferents equips de la plana pilot de tractament d'aigües residuals, sent els nodes d'estudi analitzats els següents:

TRACTAMENT PRIMARI

-Node 1: Tanc D-01

-Node 2: Neutralització

-Node 3: Filtració

-Node 4: Tanc D-02

TRACTAMENT SECUNDARI

-Node 1: Tanc D-03

-Node 2: Tanc D-04

-Node 3: Reactor R-01 / Decantació

-Node 4: Tanc D-05

TRACTAMENT TERCIARI

-Node 1: Tanc D-06

-Node 2: Tanc D-07

-Node 3: Ultrafiltració

-Node 4: Adsorció amb carbó actiu

-Node 5: Reactor R-02

La informació disponible per a la realització de l'anàlisi HAZOP ha estat la següent:

-Diagrames d'enginyeria e instrumentació preliminars (P&ID), i esquema disseny del procés.

Q.5. Conclusions del HAZOP i taules HAZOP.

- Un cop la planta es trobi a ple rendiment, serà necessari l'elaboració d'un nou HAZOP en profunditat, del tipus qualitat a partir d'assaigs en laboratori.
- També serà obligatori l'elaboració d'un HAZOP sempre que es vulgui introduir un
- nou procés a la planta.
- S'hauran de disposar de transmissors de nivell en tots els tancs per tal d'evitar problemes a les bombes per falta de líquid.
- Els tancs de gran capacitat deuran estar situats a nivell de terra, a fi d'evitar possibles abocaments.
- S'hauran de disposar instruments de procés en diversos punts i equips de la planta sempre que es desitgi un mínim control del procés.
- Els instruments que detectin algun paràmetre fora dels límits permesos deurà mostrar un senyal d'avís sonor i visual a l'ordinador o PLC (en el cas de preferir aquesta opció).

A les taules Q.1-Q.13 es poden consultar les taules HAZOP elaborades.

Tractament primari

- Node 1

Taula Q.1 HAZOP tanc D-01

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-01				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Menys nivell	No vigilància del nivell del tanc	La bomba s'espatlla	Sensor de nivell que pari la bomba a nivell mínim
		Incorrecte funcionament bomba		
		Bomba apagada	No realització de la pràctica	
		Bomba funciona a regim excessivament elevat		
		Vessament contingut tanc	Pot caure sobre algun alumne	El tanc deurà estar a nivell de terra
			Contaminació per vessament	Sistema de recollida d'aigües per part de les instal·lacions
	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)

- Node 2

Taula Q.2 HAZOP neutralització

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Neutralització				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Acidesa	Més àcid	Aigua amb contingut desconegut	Disminució de l'eficàcia en determinats processos	Controlador de pH amb prioritat 2 per neutralitzar la mostra
		Mal funcionament del tractament de neutralització	Residu amb excés d'àcid o base	
	Menys àcid	Aigua amb contingut desconegut	Disminució de l'eficàcia en determinats processos	
		Mal funcionament del tractament de neutralització	Residu amb excés d'àcid o base	

- Node 3

Taula Q.3 HAZOP filtració

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot d'Urgell **Nus:** Filtració F-01				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Pressió	Més pressió	Mal funcionament bomba	Destrucció filtre	Transmisor de pressió amb senyal d'avís a l'ordinador amb prioritat 2
			Disminueix l'eficàcia del procés	
	Menys pressió	No funcionament bomba	Disminueix l'eficàcia del procés	
		Obstrucció en canonades	Poden trencar-se canonades	
Pèrdues	Més pérdues	Filtre brut	Pràctica en mal estat	Transmisor de pressió relacionat amb taules de pèrdues
		Cabal excessiu	Destrucció filtre	Transmisor de pressió amb senyal d'avís a l'ordinador amb prioritat 2

- Node 4

Taula Q.4 HAZOP tanc D-02

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-02				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Menys nivell	No vigilància del nivell del tanc	La bomba s'espatlla	Sensor de nivell que pari la bomba a nivell mínim
		Incorrecte funcionament bomba		
		Bomba apagada	No realització de la pràctica	
		Bomba funciona a regim excessivament elevat		
		Vessament contingut tanc	Pot caure sobre algun alumne	El tanc deurà estar a nivell de terra
			Contaminació per vessament	Sistema de recollida d'aigües per part de les instal·lacions
	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)
pH	Més pH	Mal funcionament de la neutralització	Disminueix eficàcia dels demés processos	Transmissor de pH en el tanc D-02
		No funcionament bomba P-D1/D2		Necessitat de bombes dossificadores de repost
		Mal funcionament del sensor	Necessitat de repetir el procés	Calibrar sensor abans de cada pràctica
		No hi ha líquid en els dipòsits D-D1/D2		Comprovar nivell de líquid
	Menys pH	Mal funcionament de la neutralització	Disminueix eficàcia dels demés processos	Transmissor de pH en el tanc D-02
		No funcionament bomba P-D1/D2		Necessitat de bombes dossificadores de repost
		Mal funcionament del sensor	Necessitat de repetir el procés	Calibrar sensor abans de cada pràctica
		No hi ha líquid en els dipòsits D-D1/D2		Comprovar nivell de líquid

Tractament secundari

- Node 1

Taula Q.5 HAZOP tanc D-03

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-03				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Menys nivell	No vigilància del nivell del tanc	La bomba s'espatlla	Sensor de nivell que pari la bomba a nivell mínim
		Incorrecte funcionament bomba		
		Bomba apagada	No realització de la pràctica	
		Bomba funciona a regim excessivament elevat		
		Vessament contingut tanc	Pot caure sobre algun alumne	El tanc deurà estar a nivell de terra
			Contaminació per vessament	Sistema de recollida d'aigües per part de les instal·lacions
	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)

- Node 2

Taula Q.6 HAZOP tanc D-04

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-04				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba prioritat 1, i prioritat 0 respecte
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)

- Node 3

Taula Q.7 HAZOP tanc R-01

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** R-01 / Decantació				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut / contaminació	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)
SS	Més SS	Disseny erroni del procés i software del controlador	Disminueix eficàcia dels demés processos	Transmissor de SS en el reactor R-01, i D-05
		No funcionament bomba P-D3	Necessitat de repetir el procés	Necessitat de bombes dossificadores de repost
		Mal funcionament del sensor	Generació de residus	Calibrar sensor abans de cada pràctica
		No hi ha líquid en els dipòsits D-D3	Forçar l'eficacia d'altres processos	Comprovar nivell de líquid en tanc D-D3

- Node 4

Taula Q.8 HAZOP tanc D-05

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-05				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Menys nivell	No vigilància del nivell del tanc	La bomba s'espatlla	Sensor de nivell que pari la bomba a nivell mínim
		Incorrecte funcionament bomba		
		Bomba apagada	No realització e la pràctica	
		Bomba funciona a regim excessivament elevat		
		Vessament contingut tanc	Pot caure sobre algun alumne	El tanc deurà estar a nivell de terra
			Contaminació per vessament	Sistema de recollida d'aigües per part de les instal·lacions
	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)
SS	Més SS	Mal funcionament de la reacció de floculació, coagulació	Disminueix eficàcia dels demés processos	Transmissor de SS en el reactor R-01, i D-05
		No funcionament bomba P-D3	Necessitat de repetir el procés	Necessitat de bombes dossificadores de repost
		Mal funcionament del sensor	Generació de residus	Calibrar sensor abans de cada pràctica
		No hi ha líquid en els dipòsits D-D3	Forçar eficaciad'altres processos	Comprovar nivell de líquid

Tractament terciari

- Node 1

Taula Q.9 HAZOP tanc D-06

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-06				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba prioritat 1, i prioritat 0 respecte controladors LC-01/06
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)

- Node 2

Taula Q.10 HAZOP tanc D-07

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** Tancs D-07				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut	Sensor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba prioritat 1, i prioritat 0 respecte controladors LC-01/06
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)

- Node 3

Taula Q.11 HAZOP filtre F-03

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot d'Urgell **Nus:** Filtració F-03				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Pressió	Més pressió	Mal funcionament bomba	Destrucció filtre	Transmisor de pressió amb senyal d'avís a l'ordinador amb prioritat 2
			Disminueix l'eficàcia del procés	
	Menys pressió	No funcionament bomba	Disminueix l'eficàcia del procés	
		Obstrucció en canonades	Poden trencar-se canonades	
Pèrdues	Més pérdues	Filtre brut	Pràctica en mal estat	Transmisor de pressió relacionat amb taules de pèrdues
		Cabal excessiu	Destrucció filtre	Transmisor de pressió amb senyal d'avís a l'ordinador amb prioritat 2

- Node 4

Taula Q.12 HAZOP filtració F-02

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot d'Urgell **Nus:** Filtració F-02				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Pressió	Més pressió	Mal funcionament bomba	Destrucció filtre	Transmisor de pressió amb senyal d'avís a l'ordinador amb prioritat 2
			Disminueix l'eficàcia del procés	
	Menys pressió	No funcionament bomba	Disminueix l'eficàcia del procés	
		Obstrucció en canonades	Poden trencar-se canonades	
Pèrdues	Més pérdues	Filtre brut	Pràctica en mal estat	Transmisor de pressió relacionat amb taules de pèrdues
		Cabal excessiu	Destrucció filtre	Transmisor de pressió amb senyal d'avís a l'ordinador amb prioritat 2

- Node 5

Taula Q.13 HAZOP R-02

Estudi de Perill i Operabilitat (Hazard and Operability Study - HAZOP)				
Revisió: 0 **Instal·lació** Planta Pilot **Nus:** R-02				
Paràmetre	**Paraula guia i desviació**	**Causes**	**Consequències**	**Mesures correctores/preventives**
Nivell	Més nivell	Cabal excessiu de la bomba	Vessament del contingut / contaminació	Transmisor de nivell que Atura/Disminueix cabal bomba
		S'espatlla la sortida del tanc		
Cabal	Més cabal	Mal funcionament de la bomba	Pressió excessiva en canonades: les fa reventar	Transmisor de pressió que envia senyal avís a ordinador i atura bomba
			Salpicadures	Controlador de nivell baix que para bomba
	No cabal	Bomba espatllada	No pràctica	Material de repost (bomba)
Temperatura	Més Temperatura	Reacció exotèrmica	Sobreescalfament, per tant baixa l'eficàcia del procés	Transmissor de Temperatura en el tanc R-02
		No funciona el serpenti refrigerant		
		Mal funcionament del sensor		
pH	Més pH	Mal funcionament	Disminueix eficàcia dels demés processos	Transmissor de pH en el tanc R-02
		No funcionament bomba P-D7/D8		Necessitat de bombes dossificadores de repost
		Mal funcionament del sensor	Necessitat de repetir el procés	Calibrar sensor abans de cada pràctica
		No hi ha líquid en els dipòsits D-D7/D8		Comprovar nivell de líquid
	Menys pH	Mal funcionament	Disminueix eficàcia dels demés processos	Transmissor de pH en el tanc R-02
		No funcionament bomba P-D7/D8		Necessitat de bombes dossificadores de repost
		Mal funcionament del sensor	Necessitat de repetir el procés	Calibrar sensor abans de cada pràctica
		No hi ha líquid en els dipòsits D-D7/D8		Comprovar nivell de líquid

R. Estudi d'impacte ambiental

En aquest annex es presenta un impacte ambiental de la realització d'aquest projecte i les mesures preventives pertinents, de manera que s'ha incidit en els aspectes que fan referència a la construcció, desenvolupament de les diferents pràctiques i anàlisi dels resultats obtinguts.

Existeixen tres nivells generals d'estudis d'impacte ambiental:

1º.- Estudis d'impacte ambiental dirigits a la localització òptima (Planificació física).

2º.- Estudis d'impacte ambiental dirigits a l'avaluació de localitzacions prefixades o exigides.

3º.- Estudis d'impacte ambiental dirigits a l'anàlisi en el cas de localització ja escollida.

En aquest cas, es considera el tercer nivell, ja que la localització de les obres ve prefixada i perfectament definida.

R.1. Objectius.

El objectius perseguits en el present estudi són els següents:

Analitzar les actuacions del projecte, tant les previstes durant la construcció de les obres com les pròpies de la fase de funcionament, amb el fi de caracteritzar la seva naturalesa i agressivitat, així com localitzar-les a l'espai i el temps.

Identificar i valorar els impactes ambientals, analitzant els de més importància.

Elaborar un pla de mesures correctores dels impactes negatius identificats, aplicat tant sobre les pròpies accions, amb una funció minimitzadora, com sobre el mitjà receptor, en l'intent de protecció del mateix, o be aplicant mesures compensatòries.

En aquest estudi no s'han considerat els impactes positius d'aquesta planta, així com els impactes positius derivats de l'ensenyament, sinó que partint d'aquests impactes positius s'ha intentat minimitzar els negatius.

R.2. Descripció general de projecte

El present estudi ha estat desenvolupat en tres fases diferents. D'una banda, la fase de construcció de la planta; d'altra banda la fase experimental, la qual ha consistit en l'experimentació realitzada a la pròpia planta. Finalment, la fase d'anàlisi ha consistit

bàsicament en l'estudi i interpretació de les dades obtingudes en la realització de les diferents pràctiques. Certament, ambdós fases tenen, des del punt de vista ambiental, un impacte molt diferent.

Durant la consecució de la fase experimental, seran efectuades diferents pràctiques que giraran al voltant de la planta pilot de processos. Aquestes proves seran realitzades en la planta pilot ubicada en els laboratoris de l'ETSEIB, tal i com es detalla mes endavant.

Aquest serà un espai habilitat per al desenvolupament d'experimentació en diversos camps de l'enginyeria aplicada a la indústria química i de processos, de manera que la implantació de la planta pilot de processos no suposarà una alteració del ús del sòl. A més, aquest no es pot considerar un entorn d'alta riquesa i qualitat ambiental.

La fase d'anàlisi ha serà realitzada a les instal·lacions que la pròpia Escola disposarà a l'abast de l'estudiant, per tal de poder avaluar totes les dades obtingudes durant l'esmentada experimentació.

R.3. Estudi d'alternatives

Les diverses alternatives que presenta l'execució d'aquest projecte fan referència al plantejament de les especificacions en quant a la construcció, pràctiques a realitzar, ja que la ubicació de la instal·lació està fixada. Òbviament, la primera determinació que requereix d'un estudi d'alternatives és la superfície emprada per a realitzar les proves.

Planta pilot de processos disposa d'una superfície útil de 20 m^2 de manera que es poden realitzar 3 pràctiques simultàniament segons el tipus de pràctica. Per tant a més nombre de pràctiques independent realitzades a l'hora, implicarà un major consum tant de reactius com de serveis requerits, ja que estem parlant d'un tractament preparat per funcionar en semibatch. Així, s'ha decidit arribar a una solució de compromís entre el correcte desenvolupament de les pràctiques i el mínim impacte ambiental, Determinant el nombre màxim de pràctiques permeses al dia, que es tradueixi en unes determinades hores, convertint-se doncs, en una especificació del protocol experimental.

Cal comentar que en el cas de que en un futur aquesta planta pogués treballar en continu, permetria recuperar gran quantitat d'aigua, la qual seria reutilitzades en serveis que no requerissin d'una elevada puresa, així com l'aigua de les cisternes, o per a regar les zones verdes en el cas de la seva existència.

Una altra alternativa seria estudiar detalladament les pràctiques a realitzar, les quals podrien utilitzar reactius poc contaminats i reutilizables, per a diferents pràctiques, estalviant recursos, i que aportessin el mateix contingut educatiu, que la pràctica dissenyada en un principi.

R.4. Descripció del medi

Tal i com ja ha estat comentat, el projecte es desenvoluparà a l'ETSEIB, de manera que el medi que absorbeix els impactes generats per l'execució d'aquest estudi és urbà, i no té per tant una qualitat ambiental excepcional.

La localització de la instal·lació on es realitzen les pràctiques, així com les infrastructures de què disposa la planta pilot, fan d'aquest espai el lloc idoni per a desenvolupar el projecte, ja que és un espai destinat a l'experimentació i la realització del programa experimental, de manera que no modificarà de forma substancial els nivells de qualitat del medi immediat ni dels elements que el conformen, incloent el context social i econòmic i en cap cas no provocarà que aquests no compleixin els límits legals.

R.5. Identificació i valoració dels impactes sobre el medi

En aquest punt s'analitzen els impactes potencials que el projecte podria tenir sobre el medi ambient durant les dues fases que composen aquest estudi, experimentació i anàlisi dels resultats.

R.5.1. Criteris d'avaluació

Per a la valoració dels impactes ambientals considerats significatius s'han utilitzat les definicions tècniques que s'inclouen a l'annex primer del *Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre,* pel qual s'aprova *el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental*, dels diferents tipus d'efectes que poden donar lloc als impactes derivats d'un projecte.

En funció del tipus d'efecte:

- Efecte positiu: aquell admès com a tal, tant per la comunitat tècnica i científica, com per la població en general, en el context d'una anàlisi complerta dels costos i beneficis genèrics i de les eventualitats externes de l'actuació contemplada.

- Efecte negatiu: aquell que es tradueix en la pèrdua de valor natural, estètic-cultural, paisatgístic, de productivitat ecològica; o en augment dels perjudicis derivats de la

contaminació, de l'erosió i altres riscos ambientals en discordança amb l'estructura ecològica-geogràfica, el caràcter i la personalitat de una localitat determinada.

En funció de la incidència de l'efecte:

- Efecte directe: aquell que té una incidència immediata en algun aspecte mediambiental.
- Efecte indirecte o secundari: aquell que suposa una incidència immediata respecte a la interdependència, o, en general, respecte a la relació d'un sector ambiental amb un altre.

A continuació, s'indiquen les diferents definicions sobre la magnitud de la valoració d'un potencial impacte ambiental, que fa referència als seu caràcter de compatibilitat ambiental.

- I.A. Compatible: és aquell en el qual la recuperació és immediata en finalitzar l'activitat, i no requereix de mesures protectores.
- I.A. Moderat: és aquell en el qual la recuperació no precisa de mesures protectores o correctores intensives, però que per recuperar les condicions inicials necessita d'un cert temps.
- I.A. Sever: és aquell en el qual la recuperació de les condicions del medi exigeix l'adequació de mesures protectores o correctores, a més d'un període dilatat de temps.
- I.A. Crític: és aquell que presenta una magnitud superior al límit acceptable, produint-se una pèrdua permanent de la qualitat de les condicions ambientals, sense possibilitat de recuperació, ni tan sols amb l'adopció de mesures protectores o correctores.

A més d'avaluar els impactes concrets de les diferents relacions causa – efecte, han d'ésser valorats en referència a l'impacte global del projecte. La magnitud global del projecte serà positiu si la valoració global és compatible, moderat o sever. La magnitud de l'impacte del projecte serà negatiu si la valoració global d'aquest és crítica.

R.5.2. Identificació d'impactes. Llista d'activitats

Per a la identificació d'impactes s'han estudiat les diferents activitats que han estat previstes per a la consecució d'aquest projecte. No ha estat seguida la classificació habitual de les activitats aconsellades per a realitzar una avaluació d'impacte ambiental, construcció, realització de l'activitat i desmantellament, ja que no està previst el seu desmantellament

perquè un cop posada en marxa es realitzaran diversos programes experimentals. Així, ha estat analitzada la construcció i realització de l'activitat.

- Fase de construcció

Les accions generadores de possibles impactes són les següents:

- Àrees d'emmagatzematge de materials.
- Muntatge i desmuntatge.
- Obres auxiliars i de instal·lació.
- Transport de materials.
- Presència de mà d'obra.

- Fase experimental

No només és necessari tenir en compte les activitats inherents a la construcció, sinó també les accions que suposa el funcionament i manteniment del sistema amb l'objecte de regular la seva possible incidència ambiental.

L'activitat principal d'aquesta fase és la realització de les proves experimentals detallades, dividides en diferents tasques, les principals de les quals es detallen tot seguit:

- Determinació de pèrdues de pressió.
- Posicionament i connexió dels equips d'adquisició de dades.
- Posada en funcionament del software.
- Comprovació de l'estat dels diferents tractaments i serveis.
- Comprovació i activació de les bombes.
- Preparació reactius
- Ajust dels sensors, controladors.
- Inici de l'experiment.
- Recollida de dades.
- Desmuntatge material auxiliar i neteja de la instal·lació.

Els recursos necessaris per a desenvolupar aquestes tasques es poden concretar en: mà d'obra, consum d'electricitat, reactius, com NaOH, HCl, floculants, i aigua.

- Fase d'anàlisi

En aquesta fase l'activitat realitzada és l'anàlisi de les dades obtingudes en els experiments, mitjançant equipament informàtic. Els recursos per a desenvolupar aquesta activitat són bàsicament el consum d'electricitat i el de materials fungibles propis d'oficina com paper, cartutxos d'impressora, etc.

R.5.3. Impactes ambientals potencials

Un cop definides les activitats i els recursos necessaris s'identifiquen en aquest punt els possibles impactes ambientals que aquestes poden ocasionar.

- Fase de construcció

  - Impactes sobre nivells sonors (producció de soroll):

En quant al soroll provocat per la maquinària i la mà d'obra durant aquesta fase, no es preveuen grans nivells d'emissió, però si molèsties al personal. No són necessàries màquines per al muntatge de la planta pilot, ja que es de dimensions reduïdes.

No obstant , aquesta afecció és de caràcter personal i reversible, ja que es produirà només durant les obres i el seu efecte desapareixerà quan finalitzi l'actuació.

Per tant es pot considerar un impacte ambiental tipus COMPATIBLE, ja que la recuperació és immediata un cop finalitzada l'obra.

  - Impactes sobre el paisatge

No es preveu un impacte sobre el paisatge, ja que es preveu el muntatge dins el laboratori d'una Escola, la finalitat del qual és aquesta.

  - Impactes sobre la qualitat de l'aire (producció de pols)

Puntuals

És preveu una certa producció de pols durant la fase de construcció, provocada pel muntatge de la mateixa planta.

Un cop acabades les obres, aquest efecte desapareixerà, per el que es considera un efecte COMPATIBLE.

Difuses

No es preveu aquest tipus de producció de pols durant la fase de construcció.

No s'han previst més impactes en aquesta fase, a part dels derivats de consums de serveis bàsics per part de la mà d'obra que treball i en el muntatge i posada en marxa de la planta pilot.

- Fase experimental

Impacte per l'ús de recursos: En aquesta fase es produeix un consum de diversos serveis, com aigua energia elèctrica, i els productes necessaris per al funcionament de la planta com són els reactius, com clor, floculant, etc.

Impacte per emissions: La principal emissió són possibles VOC's despresos durant la realització de les pràctiques A més en les proves en què s'han emprat productes floculants, i d'altres tipus que són necessaris per procés. Altrament, la preparació i ús de les dissolucions d'aquests compostos pot provocar l'emissió d'afluents líquids amb restes d'aquests producte.

Un altre impacte associat a aquesta fase, de tipus indirecte, i derivat del consum elèctric és l'emissió de gasos de combustió a les centrals tèrmiques, en funció del mix elèctric.

- Fase d'anàlisi

Impacte per l'ús de recursos: En aquesta fase de l'estudi es produeix un impacte directe pel consum de recursos, bàsicament material d'oficina i energia elèctrica a causa de l'ús dels equips informàtics, condicionament de la oficina, etc.

  - Impacte per emissions: Durant aquesta fase es pot considerar, a l'igual que en la fase experimental, l'existència d'un impacte ambiental indirecte derivat del consum d'energia elèctrica que suposa l'emissió de gasos de combustió a les centrals tèrmiques.

R.5.4. Valoració dels impactes

Els impactes derivats d'aquest projecte es poden valorar com a impactes compatibles, i per tant l'impacte global de l'estudi també, ateses les mesures correctores previstes i que es detallen a continuació.

Cal tenir en compte la petjada ecològica de la UPC, on tenen capiguda els efectes positius comentats a l'inici de l'estudi que en aquest estudi no s'han calculat.

R.6. Mesures correctores previstes

Han estat previstes diverses mesures correctores per tal de minimitzar els impactes ambientals potencials, tant per a la fase de construcció, com d'experimentació i finalment per a la fase d'anàlisi de les dades.

- Fase de construcció
  - Les obres de construcció seran realitzades a la planta pilot de l'ETSEIB, en un espai habilitat per al desenvolupament d'experimentació en diversos camps de l'enginyeria química, evitant així el impacte social i ambiental.
  - Les obres es realitzaran durant les vacances evitant així majors molèsties a l'alumnat durant el període lectiu, a nivell de soroll, producció de pols, i restricció de determinats serveis dins el laboratori.
- Fase experimental
  - Les pràctiques seran realitzades a la planta pilot de l'ETSEIB, en un espai habilitat per al desenvolupament d'experimentació en diversos camps de l'enginyeria química, evitant així un impacte social.
  - Recollida de les possibles aigües residuals u compostos residuals, generats durant la fase experimental per al posterior tractament.
  - Posada a punt d'un sistema per a la dosificació controlada dels reactius.
- Fase d'anàlisi
  - Gestió ambiental dels residus generats (paper, cartutxos de tinta de impressora, etc.), dintre el Pla general de l'Escola.

R.7. Pla de seguiment

- Es preveu un pla de seguiment de les mesures correctores, amb un èmfasi especial en la recollida de residus generats per la pròpia planta (fangs).
- També es preveu un Pla de Vigilància Ambiental, a més del PIRS (pla integrat de recollida selectiva) per aquests residus generats durant totes les fases; els residus generats durant les dues últimes fases deurà estar integrat dintre del pla de l'Escola tal i com s'ha comentat en el punt anterior.