

## Guia docent

# 320072 - TRAR - Tractament i Reutilització d'Aigües Residuals

Última modificació: 19/07/2021

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa  
**Unitat que imparteix:** 713 - EQ - Departament d'Enginyeria Química.  
702 - CEM - Departament de Ciència i Enginyeria de Materials.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE TECNOLOGIA I DISSENY TÈXTIL (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Martí Crespi Rosell

**Altres:** Martí Crespi Rosell, Josep Garcia Raurich, Mercè Vilaseca Vallvé, Valentina Buscio Olivera.

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Per poder assolir amb èxit els objectius d'aquesta assignatura, és molt recomanable haver superat l'assignatura de TECNOLOGIES MEDIAMBIENTALS I SOSTENIBILITAT.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Aquesta assignatura contribueix també a la competència específica del grau en Enginyeria Química: CE 23. Coneixements i capacitats per a aprofundir en tecnologies específiques de l'àmbit.

Per tal que l'estudiant assolixi els objectius i les competències descrites anteriorment, l'assignatura s'estructura en els següents tipus de sessions:

- Sessions presencials d'exposició i aplicació de continguts.
- Sessions presencials de treball en grup (laboratori)
- Sessions no presencials de treball autònom: estudi, realització de problemes, de treballs lliurables individuals, informes individuals de pràctiques
- Sessions no presencials de treball en grup: preparació de pràctiques, treball sobre els resultats obtinguts al laboratori.

La comunicació amb els estudiants per a la difusió d'informació es realitza mitjançant el Campus Digital de la UPC (Atenea) que actualment està al servei de professors i estudiants, i en alguns casos a través del servei de reprografia de l'EET.

### OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Aquesta assignatura optativa s'ofereix en els quadrimestres senars als graus en:

- Enginyeria química
- Tecnologia i disseny tèxtil

Els objectius de l'assignatura són capacitar l'estudiant per a:

- Avaluar la qualitat d'una aigua residual en funció dels paràmetres de caracterització, i seleccionar fer el disseny conceptual del procés de tractament en funció de la qualitat de l'aigua residual, del seu destí (abocament, reciclatge, reutilització), de la normativa i d'altres condicionants.
- Fer l'anàlisi d'enginyeria i el disseny bàsic dels principals processos individuals de tractament de les aigües residuals urbanes i industrials.
- Fer el disseny bàsic d'un sistema complet d'una planta de tractament d'aigües residuals.
- Experimentar amb els principals mecanismes i processos de depuració al laboratori
- Realitzar les anàlisis bàsiques d'aigües residuals al laboratori



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores grup petit	15,0	10.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Tema 1. Introducció al tractament d'aigües residuals

**Descripció:**

- El tractament d'aigües residuals en el cicle de l'aigua.
- Principals paràmetres de caracterització.
- Processos de depuració: objectius i mètodes

**Objectius específics:**

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Identificar i interpretar els principals paràmetres de contaminació de les aigües residuals.
- Determinar els principals mètodes de depuració i el seu paper en el tractament de les aigües residuals.
- Realitzar els càlculs relacionats amb la Declaració d'ús i contaminació de l'aigua (DUCA) existent a Catalunya.

**Dedicació:** 17h 30m

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 10h 30m

### Tema 2. Pretractaments i processos primaris.

**Descripció:**

- Desbast, desarenadors i desgreixadors, neutralització, tancs de laminació i homogeneïtzació, transferència d'oxigen, sistemes d'aeració.

**Objectius específics:**

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Especificar i relacionar els contaminants i els tractaments associats a cada pretractament.
- Realitzar els càlculs bàsics d'anàlisi i disseny dels pretractaments i processos primaris.
- Determinar la capacitat de transferència d'oxigen d'un difusor (laboratori)

**Activitats vinculades:**

Pràctica 4. Velocitat de transferència d'oxigen d'un difusor d'aire

**Dedicació:** 15h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 9h

### Tema 3. Tractament fisicoquímic

#### Descripció:

- Distribució de mida dels contaminants, tria del mètode físicoquímic de depuració.
- Coagulació i floculació, separació sòlid-líquid.
- Assajos de laboratori (Jar Test)
- Disseny de plantes físicoquímiques de depuració: esquema general de l'EDAR, importància de l'homogeneïtzació, coaguladors i floculadors, decantadors, càlculs. Flotació: DAF i electroflotació.

#### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Aplicar els mecanismes físicoquímics a la comprensió i definició dels processos.
- Identificar i seleccionar els diferents agents coagulants i floculants
- Dissenyar i avaluar assajos de Jar Test (teoria i laboratori)
- Fer el disseny funcional i els càlculs dels processos físicoquímics de depuració inclosos en aquest tema

#### Activitats vinculades:

Pràctica 1. Coagulació i floculació d'aigües residuals

#### Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 9h

### Tema 4. Fonaments dels processos biològics de depuració.

#### Descripció:

- Processos biològics : mecanismes bàsics.
- Microorganismes que intervenen en els processos biològics.
- Tipus de metabolisme. Condicions ambientals.
- Cinètica del creixement bacterià. Utilització del substrat. Taxa de creixement de la biomassa. Coeficients cinètics:  $k$ ,  $K_s$ ,  $Y$ ,  $k_d$ . Taxa de consum d'oxigen.-Efecte de la temperatura.
- Taxa de mort.
- Producció de biomassa.
- Determinació dels coeficients cinètics.
- Tipus de processos biològics de depuració.
- Estudis en planta pilot.

#### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Especificar els diferents tipus de microorganismes que intervenen en la depuració biològica i el seu paper en el procés.
- Enumerar i definir els diferents processos i paràmetres cinètics i estequiomètrics dels processos de depuració.
- Formular les equacions cinètiques dels processos de depuració i aplicar-les a casos concrets.
- Enumerar i classificar els diferents processos biològics de depuració
- Definir bàsicament un estudi en planta pilot.
- Fer la determinació respiromètrica d'un fang biològic (laboratori)

#### Activitats vinculades:

Pràctica 3. Tractament biològic pel procés de fangs activats (II): respirometria dels fangs i observació microscòpica

#### Dedicació: 17h 30m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h 30m

## Tema 5. Disseny i modelització de processos de biomassa en suspensió

### Descripció:

- El procés de fangs activats.
- Bioreactors de membrana.
- Paràmetres fonamentals del procés de fangs activats. Influència del temps d'aeració. Influència de la càrrega volumètrica i càrrega màssica. Edat del fang. Recirculació del fang. Fangs en excés.
- Balanços de substrat i de biomassa. Concentració de sòlids i producció de sòlids. Producció observada de sòlids.
- Necessitats d'oxigen.
- Càlcul d'una EDAR de fangs activats mitjançant les constants cinètiques.
- Càlcul mitjançant les dades obtingudes en planta pilot.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Definir i explicar el diagrama del procés de fangs activats i d'un procés amb bioreactors de membrana.
- Especificar correctament la nomenclatura i simbologia utilitzada en l'estudi d'aquests processos
- Plantejar conceptualment i formular matemàticament els balanços de matèria en els processos de fangs activats i les relacions addicionals utilitzades en el disseny.
- Resoldre les equacions esmentades per tal de definir el disseny bàsic del procés.
- Fer un càlcul bàsic del procés basant-se en dades d'una planta pilot.
- Identificar i definir correctament la influència dels paràmetres del procés en el funcionament del mateix.
- Operar i caracteritzar un procés de fangs activats amb eliminació de carboni, a escala de laboratori

### Activitats vinculades:

Pràctica 2. Tractament biològic pel procés de fangs activats (I): caracterització d'afluent i efluent

Pràctica 3. Tractament biològic pel procés de fangs activats (II): respirometria dels fangs i observació microscòpica

Pràctica 4. Visita a una estació depuradora d'aigües residuals

**Dedicació:** 27h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 16h 30m

## Tema 6. Sistemes de biomassa fixa

### Descripció:

- Eliminació de substrat en un sistema de llit fix
- Filtres percoladors
- Disseny d'una planta biològica per filtre percolador
- Biocilindres i biodiscos
- Sistemes de llit submergit
- Avantatges i inconvenients dels sistemes de llit fix
- Disseny d'un sistema biològic-físicoquímic: diferents possibilitats.
- Sistemes de llit mòbil

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Enumerar, classificar i definir els diferents processos de biomassa fixa.
- Dissenyar una planta biològica basada en un filtre percolador.
- Dissenyar conceptualment un sistema combinat biològic/físic/químic en funció dels condicionants

### Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 3h

## Tema 7. Fonaments de l'eliminació de nutrients

### Descripció:

- Concentració de nutrients en els efluent urbans i industrials
- Processos físicoquímics d'eliminació de nitrogen
- Eliminació biològica de nitrogen: nitrificació, desnitrificació
- Processos biològics d'eliminació de nitrogen
- Eliminació química del fòsfor
- Fonament de l'eliminació biològica del fòsfor

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Indicar concentracions típiques de les diferents espècies de N i P en les aigües residuals.
- Explicar els fonaments dels mètodes d'eliminació físicoquímica de nitrogen
- Explicar els mecanismes i condicions de la nitrificació i nitrificació biològiques
- Diagrama i explicació dels principals processos biològics d'eliminació de N i P, fent càlculs bàsics de ràtios substrat/nutrient i similars.
- Càlcul bàsic de la precipitació química del P inorgànic.

### Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## Tema 8. Gestió dels fangs

### Descripció:

- Objectius de la gestió dels fangs
- Característiques i punts de producció de fangs
- Processos per al tractament del fang
- Espessiment: gravetat, flotació
- Estabilització
- Digestió anaeròbica i aeròbica de fangs
- Sistemes de deshidratació
- Eres d'assecatge
- Filtres banda, filtres premsa, centrífugues
- Assecatge tèrmic
- Compostatge
- Incineració de fangs

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Explicar els fonaments i les principals aplicacions dels diferents processos de gestió de fangs.
- Plantejar i resoldre càlculs de balanços de matèria dels processos de tractament de fangs.

### Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 6h

## Tema 9. Sistemes de control de plantes depuradores

### Descripció:

- Control d'una EDAR fisicoquímica
- Mètodes de control d'una EDAR de fangs activats
- Determinació de la càrrega màsica, de l'IVF, de l'OUR i l'RR
- Càlcul de la taxa de recirculació i de la purga de fangs
- Mètodes de control per observació microscòpica
- Problemes més comuns en un procés de fangs activats
- Tipus de microorganismes filamentosos

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Explicar els mètodes de control d'una EDAR fisicoquímica o biològica
- Determinar els paràmetres de control a partir de dades experimentals de la depuradora
- Identificar els problemes més comuns i proposar-ne la solució.
- Portar el control de plantes depuradores de laboratori.

Nota: tres pràctiques de laboratori contribueixen a aquest objectiu, tot i que s'han assignat formalment a altres temes.

### Activitats vinculades:

Laboratori:

Pràctica 3. Depuració biològica d'aigües residuals

Pràctica 5. Observació microscòpica de microorganismes dels fangs activats

### Dedicació: 7h 30m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 4h 30m



## Tema 10. Processos avançats de depuració

### Descripció:

- Necessitat dels sistemes avançats de depuració
- Tecnologies utilitzades
- Filtració en llits granulars
- Processos de membrana
- Adsorció, desorció
- Bescanvi iònic
- Sistemes avançats d'oxidació
- Destil·lació.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Explicar les característiques bàsiques de cada tipus de tractament.
- Determinar bàsicament el tractament adequat per a l'efluent del secundari, en funció dels contaminants, la normativa i la qualitat desitjada.
- Càlculs bàsics dels processos de membranes

**Dedicació:** 7h 30m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 4h 30m

## Tema 11. Desinfecció

### Descripció:

- Teoria de la desinfecció
- Desinfecció amb clor
- Descloració
- Desinfecció amb ozó. Altres desinfectants químics
- Desinfecció amb radiació UV
- Comparació de tecnologies.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Explicar els fonaments de les diferents tecnologies de cloració.
- Determinar les tecnologies aplicables en funció de consideracions tècniques i socioeconòmiques.

**Dedicació:** 7h 30m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 4h 30m



## Tema 12. Reutilització i reciclatge d'aigües residuals

### Descripció:

- Reutilització i reciclatge d'aigües residuals
- Aspectes relacionats amb la salut. Normativa.
- Tecnologies utilitzades en la recuperació d'aigua
- Dipòsit de l'aigua recuperada
- Aplicacions: agricultura, indústria, recàrrega d'aqüífers.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant ha de ser capaç de:

- Distingir entre reutilització i reciclatge.
- Exposar els condicionants sanitaris i legals bàsics
- Descriure correctament els tipus i combinacions de tecnologies utilitzades en la recuperació d'aigua en funció dels condicionants
- Fer càlculs bàsics relacionats amb la qualitat de l'aigua i amb el seu reciclatge o reutilització.

### Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Proves orals i escrites 70%:

- 1er examen, pes: 35%
- 2on examen, pes: 35%

Laboratori 20%

Altres lliuraments (exercicis entregats): 10%

Les pràctiques de laboratori s'avaluaran en funció de la preparació, realització i report de la pràctica. Els treballs presentats consistiran en exercicis obligatoris realitzats, presencialment o no presencialment, i lliurats en un termini establert.

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Metcalf & Eddy. Wastewater engineering: treatment and reuse. Boston: McGraw-Hill, 2003. ISBN 0070418780.
- Vesilind, P. Aarne. Wastewater treatment plant design. Water Environment Federation, 2003. ISBN 9781572782525.
- Hernández Muñoz, A. Depuración y desinfección de aguas residuales. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. ISBN 8438001904.

### Complementària:

- Henze, Mogens [et al.]. Biological wastewater treatment: principles, modelling and design [en línia]. London: IWA, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=3120653>. ISBN 9781843391883.
- AWWA. Tratamiento del agua por procesos de membrana: principios, procesos y aplicaciones. Madrid: McGraw-Hill, 1998. ISBN 8448112067.
- Cabeza i Díaz, R. L'aigua, un recurs universal i escàs: iniciació al tractament i utilització racional de l'aigua. Barcelona: Beta, 1997. ISBN 8470913638.
- Manahan, Stanley E. Environmental science and technology: a sustainable approach to green science and technology. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2007. ISBN 9780849395123.
- Sawyer, Clair N.; McCarty, Perry L. Chemistry for environmental engineering. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1978. ISBN 0070549710.

## RECURSOS

### Altres recursos:

<http://www.gencat.net/aca>





<http://www.mma.es>

<http://eippcb.jrc.es>

(Web Institut de Sevilla, sobre les IPPC)

<http://www.wef.org>

<http://www.boe.es>

<http://www.gencat.net/diari/llista.htm>

<http://www.europa.eu.int/eur-lex/es/oj/index.html>

<http://www.semide.org>

(Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau)

<http://www.epa.gov>

<http://www.mediambient.bcn.es>

<http://www.ema-amb.com>

(Entitat Metropolitana de Barcelona)

<http://www.subproductes.com>

<http://www.cnie.org/nle/>

(National Council for Science and the Environment)

<http://www.jrc.cec.eu.int/>

(Institute for environment and sustainability, IES)

<http://www.semide.org>

(Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau)