



Guia docent

320072 - TRAR - Tractament i Reutilització d'Aigües Residuals

Última modificació: 29/05/2020

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

Curs: 2020 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Castellà, Català

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

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.cnio.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)