



# UNIVERSITÀ DI PISA

## APPLICAZIONI DI INGEGNERIA AMBIENTALE

### RENATO IANNELLI

Academic year	2019/20
Course	CONSERVAZIONE ED EVOLUZIONE
Code	018HH
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
APPLICAZIONI DI INGEGNERIA AMBIENTALE	ICAR/03	LEZIONI	52	RENATO IANNELLI

#### Obiettivi di apprendimento

##### Conoscenze

Fornire un'informazione di base di interesse per il biologo relativamente alla conoscenza dei fenomeni di inquinamento dell'acqua, nonché delle principali tecniche di gestione e trattamento delle acque reflue e delle acque primarie, con un particolare approfondimento delle tecniche di depurazione delle acque reflue civili finalizzate al riuso o alla restituzione all'idrografia superficiale.

##### Modalità di verifica delle conoscenze

Durante l'esame orale conclusivo dell'insegnamento verrà verificata la conoscenza degli argomenti trattati e la capacità critica di confronto e di applicazione pratica degli argomenti teorici

##### Capacità

Conoscenza delle diverse fasi di un impianto di depurazione di acque reflue civili mediante confronto ragionato fra le principali tecnologie di trattamento di uso corrente nonchè quelle più promettenti per il prossimo futuro

##### Modalità di verifica delle capacità

Durante l'esame orale verrà verificata la conoscenza dei processi di un impianto di depurazione.

##### Comportamenti

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche ambientali
- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare conoscenze utili per attività di biologo nell'ambito di impianti e processi di ingegneria sanitaria ambientale

##### Modalità di verifica dei comportamenti

I comportamenti acquisiti verranno verificati durante la sessione finale di esame orale

##### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Concetti di base di fisica, chimica e biologia

##### Indicazioni metodologiche

L'insegnamento di 6 crediti formativi (CFU) viene impartito nel primo periodo didattico (6 ore di lezione settimanali)

##### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il programma di dettaglio (con data/ora delle singole lezioni) può essere scaricato dalla [home page del docente](#)

MACROARGOMENTO 1 (L = 1 ora) Introduzione e generalità

Ingegneria sanitaria ambientale.

Inquinamento.

Sviluppo sostenibile.

Misurazione dello stato ambientale.

MACROARGOMENTO 2 (L = 7 ore) Param. misura inquinamento



# UNIVERSITÀ DI PISA

sostanze solide, COD, BOD, misure respirometriche

nutrienti, altri parametri chimico-fisici, microbiologia

MACROARGOMENTO 3 (L = **5 ore**) Principali fenomeni di inquinamento delle acque

Bilancio ossigeno acque correnti, Eq. Streeter & Phelps

Eutrofizzazione: generalità; classif. Stato trofico, eq. Vollenweider; analisi prevenzione e cura

Inquinamento chimico, microbiologico, termico

MACROARGOMENTO 4 (L = **2 ore**) Normativa sulle acque

Principale normativa ambientale europea, italiana e regionale acque: testo unico ambientale, riuso, balneazione, ecc.

MACROARGOMENTO 5 (L = **4 ore**) Depurazione biologica delle acque

microbiologia e biochimica

principi processi biologici

cinetica crescita biomassa e consumo substrati, ruolo ossigeno

temperatura, ambiti di validità.

Generalità su reattoristica: batch, CSTR e PFR

MACROARGOMENTO 6 (L = **10 ore**) Depurazione biologica a fanghi attivi

modelli idrodinamici reattori, curve conversione; carico ed età fango; portata supero  
fabbisogno ossigeno, portata ricircolo, criteri di dimensionamento

Nitrificazione e denitrificazione

Modellistica numerica: IWA ASM1. Pacchetti di simulazione processo a fanghi attivi.

Frazione attiva e grado di stabilizzazione della biomassa.

Esempi di dimensionamento di impianti a medio carico e ad ossidazione prolungata

MACROARGOMENTO 7 (L = **5 ore**) Sedimentazione e flottazione

impostazione: tipi di sedimentazione

processi di sedimentazione e flottazione; sedimentatori primari e finali, sedimentatori lamellari, disoleatori  
manufatti

Problemi gestionali e malattie del fango

MACROARGOMENTO 8 (L = **8 ore**) Altri processi di depurazione biologica

Impianti a biomasse adese: percolatori, biodischi, MBBR

TF/SC, biofiltrazione sommersa. Contact/stabilization

Impianti MBR, SBR, cicli alternati. Oxidation ditch, biomasse granulari, deep shaft

Reattori anaerobici. UASB. Sistemi multistadio. Piccolissimi impianti: fosse biologiche e Imhoff

Trattamenti naturali: lagunaggi e fitodepurazione. Specie macrofite.

Criteri dimensionamento hSSF-CW. Pre e post trattamenti. Prestazioni tipiche. Campi applicazione

MACROARGOMENTO 9 (L = **7 ore**) Trattamento e gestione dei fanghi di depurazione biologica

Generalità sul trattamento fanghi primari e di supero. Disidratazione e stabilizzazione.

Digestione anaerobica: obiettivi, principi, prod. biogas, Schemi mesofili mono/bistadio. Criteri progetto

Digest. Anaerobica: volumi digestione, estrazione acqua. Stabilizzazione aerobica

Ispessimento e disidratazione meccanica

Essiccamento termico e incenerimento fanghi. Letti essiccamiento e fitodisidratazione

MACROARGOMENTO 10 (L = **2 ore**) Processi di chiariflocculazione e rimozione chimico fisica del fosforo

Chiariflocculazione

defosfatazione chimico-fisica

MACROARGOMENTO 11 (L = **3 ore**) Processi di disinfezione e di ossidazione

Processi di ossido-riduzione. Principali agenti ossidanti e riducenti. Cinetica dei processi di disinfezione.

Cloro gas, ipocloriti e biossido di cloro

Altre tecniche di disinfezione

Processi di ossidazione avanzata

MACROARGOMENTO 12 (L = **4 ore**) Processi di filtrazione tradizionale e su membrana

Processi di filtrazione di volume e superficie. Filtrazione su sabbia rapida e lenta Microstaccatura.

Trattamenti a membrana: classificazione; micro e ultrafiltrazione; osmosi inversa; nanofiltrazione.

Principali applicazioni dei processi a membrana. Dissalazione dell'acqua di mare.

MACROARGOMENTO 13 (L = **2 ore**) Adsorbimento e scambio ionico

Adsorbimento e carboni attivi

Scambio ionico

MACROARGOMENTO 14 (L = **2 ore**) Applicazione dei processi unitari alla potabilizzazione delle acque

Potabilizzazione acque superficiali: principali schemi di trattamento

Potabilizzazione acque sotterranee: principali schemi di trattamento

## Bibliografia e materiale didattico

Testi di riferimento:

Autore: Vari

Titolo: Dispense scaricabili dalla homepage del docente [people.unipi.it/renato\\_iannelli](http://people.unipi.it/renato_iannelli)

Autore: Luca Bonomo

Titolo: Trattamenti delle acque reflue

Editore: McGraw-Hill Italia

ISBN: 978-88-386-6518-9



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

Testi di consultazione:

Autore: Carlo Collivignarelli - Sabrina Sorlini

Titolo: Potabilizzazione delle acque - processi e tecnologie

Editore: Dario Flaccovio Editore

ISBN: 978-88-7758-856-2

Titolo: Ingegneria sanitaria-ambientale

Editore: McGraw-Hill Italia

ISBN: 88-386-0897-0

## Indicazioni per non frequentanti

Anche se la frequenza non è obbligatoria, è fortemente raccomandata.

## Modalità d'esame

Esame orale

*Ultimo aggiornamento 12/09/2019 10:46*