



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria idraulica, dei trasporti e del territorio
A.A. 2016-2017

Programma dell'insegnamento di
INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE
(2° anno, 1° E 2° periodo, 9 CFU)

Docente: Renato IANNELLI (e-mail: r.iannelli@ing.unipi.it)
Numero complessivo di ore previste per lo sviluppo di nuovi argomenti (L): 65
Numero complessivo di ore previste per esercitazioni ed esemplificazioni (E): 25
TOTALE ORE: 90

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire un'informazione di base di interesse per l'ingegnere civile relativamente alla conoscenza dei fenomeni di inquinamento dell'acqua, del suolo e dell'aria, nonché delle principali tecniche di gestione e trattamento delle acque reflue, delle acque primarie, dei rifiuti solidi e dei suoli contaminati. Il tutto con un particolare approfondimento (inclusa una esercitazione consistente nel progetto di massima di un impianto e due visite tecniche) delle tecniche di depurazione delle acque reflue civili finalizzate al riuso o alla restituzione all'idrografia superficiale.

ENGLISH VERSION

EDUCATIONAL OBJECTIVES

Providing basic knowledge for civil engineers on pollution phenomena of water, soil and air and on the main techniques for handling, and treatment of primary water, wastewater, solid waste and contaminated soils. Special attention is given to treatments for reuse or disposal of wastewater, including an extended application drill consisting in the preliminary design of a civil wastewater treatment plant and two technical site-visits.

CONOSCENZE DI BASE

Idraulica

ARGOMENTI TRATTATI A LEZIONE

MACROARGOMENTO 1 (L = 2 ore) Introduzione e generalità

Ingegneria sanitaria ambientale.

Inquinamento.

Sviluppo sostenibile.

Misurazione dello stato ambientale.

MACROARGOMENTO 2 (L = 5 ore) Param. misura inquinamento

sostanze solide, COD, BOD, misure respirometriche

altri parametri chimici, microbiologia

MACROARGOMENTO 3 (L = 4 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 = 7 ore) Depurazione biologica a fanghi attivi

modelli idrodinamici reattori, curve conversione; carico ed età fango; portata supero

fabbisogno ossigeno, portata ricircolo, criteri di dimensionamento



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria idraulica, dei trasporti e del territorio
A.A. 2016-2017

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

Problemi gestionali e malattie del fango

MACROARGOMENTO 7 (L = 3 ore) Sedimentazione e flottazione

impostazione: tipi di sedimentazione

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

MACROARGOMENTO 8 (L = 6 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 = 5 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 essiccamento e fitodisidratazione

MACROARGOMENTO 10 (L = 3 ore) Rimozione del fosforo e processi di chiariflocculazione

Chiariflocculazione e defosfatazione chimico-fisica

Defosfatazione biologica

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 = 3 ore) Adsorbimento e scambio ionico

Adsorbimento e carboni attivi

Scambio ionico

MACROARGOMENTO 14 (L = 2 ore) Potabilizzazione delle acque

Potabilizzazione acque superficiali: principali schemi di trattamento

Potabilizzazione acque sotterranee: principali schemi di trattamento

MACROARGOMENTO 15 (L = 7 ore) Gestione e trattamento dei rifiuti solidi e liquidi - trattamento fumi inceneritori

Impostazione, cenni storici, produzione, normativa, caratterizzazione chimico fisica e merceologica; classificazione.

Teniche di raccolta differenziata, riciclaggio e riuso

Compostaggio, trattamento meccanico-biologico, CDR, CDR-Q, digestione e co-digestione anaerobica

Impianti di termovalorizzazione: sezione di raccolta ed alimentazione; camera di combustione e post-combustione;

caldaia e ciclo termodinamico di recupero dell'energia termica

Principali contaminanti nei fumi degli inceneritori: macro e microinquinanti organici e inorganici

Sezioni di trattamento dei fumi dei termovalorizzatori

Discarica controllata: criteri di progetto e di coltivazione

Normativa; discariche per rifiuti urbani ed assimilati; discariche per rifiuti speciali e per rifiuti pericolosi

Impianti di captazione e gestione del biogas

Impianti di raccolta, gestione e trattamento dei percolati

MACROARGOMENTO 16 (L = 5 ore) Bonifica di terreni, sedimenti e acque di falda contaminati

Normativa italiana sulla gestione dei siti contaminati. Procedure amministrative

Classificazione: messa in sicurezza di emergenza, operativa, permanente; bonifica. Siti potenzialmente contaminati e siti contaminati.

Metodi e criteri di caratterizzazione dei siti potenzialmente contaminati



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria idraulica, dei trasporti e del territorio
A.A. 2016-2017

Analisi di rischio sito specifica
Tecniche di bonifica biologiche e chimico-fisiche in-situ ed ex-situ di terreni e sedimenti
Tecniche di bonifica biologiche e chimico-fisiche in-situ ed ex-situ di acque di falda

ATTIVITA' SVOLTE NELLE ESERCITAZIONI (E=18 ore): progetto preliminare di un impianto a fanghi attivi in area sensibile con ipotesi di riuso delle acque trattate e sviluppo di relazione e tavole grafiche.
Impostazione gruppi e assegnazione temi
Dimensionamento processo fanghi attivi denitro-nitro
Sedimentazione primaria e sedimentazione finale
Dissabbiatura, grigliatura, staccatura, preaerazione, equalizzazione, omogeneizzazione
Trattamenti terziari (disinfezione, sedimentazione terziaria, filtrazione); gestione acque pioggia; variabilità stagionale
Calcolo e disegno del profilo idraulico della linea liquami e progetto delle stazioni di sollevamento
Progetto della linea fanghi: ispessimento, digestione aerobica o anaerobica, disidratazione meccanica e naturale, essiccamento. Gestione e trattamento delle acque di extraflusso.
Disegno di planimetria generale, planimetria collegamenti idraulici, schema processistico e profilo idraulico.

Verifica finale

VISITE TECNICHE (E=7 ore)

Visita tecnica ad un impianto di depurazione e/o riuso delle acque reflue

Visita tecnica ad un altro impianto di ingegneria sanitaria-ambientale (discarica, trattamento rifiuti, bonifica siti contaminati, ecc.)

Testi di riferimento:

Autore: Vari

Titolo: Dispense distribuite agli studenti

Autore: Luca Bonomo

Titolo: Trattamenti delle acque reflue

Editore: McGraw-Hill Italia

ISBN: 978-88-386-6518-9

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

Autore: Giuseppe D'Antonio

Titolo: Trattamento dei rifiuti solidi urbani. Tecniche e sistemi di smaltimento finale

Editore: Maggioli Editore

ISBN: 978-88-3871-070-4

Autore: Luca Bonomo

Titolo: Bonifica di siti contaminati

Editore: McGraw-Hill Italia

ISBN: 88-386-6278-9

Autore: Piero Sirini

Titolo: Ingegneria sanitaria-ambientale

Editore: McGraw-Hill Italia

ISBN: 88-386-0897-0

Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

Iscrizione on-line sul portale dell'Università di Pisa (<https://esami.unipi.it/esami/>)

Prova orale che include la discussione di un elaborato progettuale sviluppato durante le esercitazioni.